

# Bulanık mantık ile mammogramlardan mikrokalsifikasyonların otomatik olarak belirlenmesi

**Ar.Gör. Uğur ACAR<sup>1</sup>, Yrd.Doç.Dr. Bülent BAYRAM<sup>1</sup>**

YTÜ Jeod. Ve Fot. Müh. Böl. Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, 34349 Yıldız-Beşiktaş/İstanbul ([uacar,bayram@yildiz.edu.tr](mailto:uacar,bayram@yildiz.edu.tr))

## **Ozet:**

*Meme kanseri dünyada en çok görülen kanser türlerinden birisidir. Bütün kanser türlerinde olduğu gibi erken teşhis tedavinin başarılı olabilmesi için en önemli faktördür. En kullanışlı meme kanseri teşhis yöntemi mammogramlardır. Mammogramların iyi yorumlanması meme kanserinin teşhisinde de başarı sağlanması anlamına gelmektedir.*

*Bulanık sistemler, uzman bilgilerinin ve dilsel olarak formüle edilen bilgilerin matematiksel olarak yorumlanmasında mükemmel bir olanak sağlamaktadır.*

*Görüntü işleme teknikleri, mammogram görüntüleri insan gözü tarafından ayırt edilemeyen ya da yorumlanamayan ayrıntıları ortaya çıkarılabilmektedir. Ancak, insan anatomisinin çok değişken bir yapıya sahip olması klasik görüntü işleme tekniklerinin uygulanmasında bazı sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunlar esnek yapısı ve uygulamalarda uzman desteği alması nedeniyle bulanık mantık ile daha kolay aşılabilmektedir.*

*Geliştirilen algoritma, tecrübeli olmayan, gün içerisinde çok sayıda hasta muayene eden, onlarca mammogram inceleyen, işi dışındaki problemlerinden dolayı yoğunlaşma sorunu yaşayan doktorların mikro kalsifikasyon veya diğer istenmeyen oluşumlar gibi mammogram filmi üzerinde ilk bakışta seçilmesi güç olacak kadar küçük oluşumların belirginleştirilmesi ile detayların gözden kaçırılmasını engelleyecektir.*

*Sunulan çalışmada, kural temelli bulanık mantığın, görüntülerin gri değerini değiştirmedeki avantajları kullanılarak özgün bir algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma ile mammogram görüntülerinde fark edilmesi zor kitlelerin daha fark edilir bir hale getirilmesi hedeflenmiştir. Geliştiren algoritmanın uygulandığı mammogram görüntüleri, uzmanların görüşleri ile karşılaştırılarak test edilmiş ve kitlelerin büyük ölçüde belirginleştirildiği görülmüştür. 3 değişik mammogram aletinden elde edilmiş 23 ayrı mammogram görüntüsünün tümünde çalıştırılan algoritma başarıya ulaşmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Meme kanseri, mammogram, bulanık mantık, görüntü işleme

## **Giriş**

Meme kanseri kadınlar için öldürücü bir hastalıktır. Mamografi ise meme kanserinin erken teşhisinde, mevcut en kullanışlı, hesaplı ve düşük radyasyonlu ve görel olarak doğru olan bir yöntemdir. (M.G. Mini, et al, 2003). 35-54 yaş dilimindeki kadınlarda meme kanserine yakalanma oranı yüksek olup, ne yazık ki bir çoğu ölümlü sonuçlanmaktadır. Dünyada

---

\*Yazışmaların yapılacağı yazar:Uğur ACAR. [uacar@yildiz.edu.tr](mailto:uacar@yildiz.edu.tr); Tel: (212) 2597070/2226.

kadınların yaklaşık olarak sekizde biri meme kanserine yakalanmaktadır. Erken belirtilerin yakalanmaması sonucu hastalık ilerlemekte, memede yayılmaya başlamakta, vücudun diğer kısımlarına bulaşabilmektedir. Kanser in ileri aşamalarında tedavi çok pahalı olmakta ve yaşama olasılığı dramatik bir şekilde azalmaktadır. Meme kanseri hastalarının hayatta kalma oranı erken teşhis edilenlerde %96 iken geç teşhislerde % 20 ' ye düşmektedir. Erken teşhis ile hayatta kalma oranı yüksek, yineleme olasılığı düşük olup tedavi masrafları azdır. Buradan da anlaşılacağı gibi meme kanserinin erken teşhisi insan hayatı için oldukça kritiktir. (Zhuoer, S. et al, 1999).

Momografide kitleler ve bozuklukların tanınması aşırı derecede zor olabilmekte ve sıkça normal dokuyla üstüste bulunabilmektedirler. Bazı durumlarda dokulardaki düşük yoğunluk veya az bozulma görülebilir. (Guido M., et al, 2000). Simetrik olmayan ve yapısal bozukluklar oldukça önemli olup saptanmaları oldukça güçtür (M.G. Mini., et al, 2003). Güvenilir, doğruluğu denetlenmiş bilgisayar temelli tanı sistemleri radyologlara özellikle deneyimsiz olanlarına ikincil bir görüş sunmaktadır (A. Papadopoulou, et al, 2002).

Medikal görüntü analizi son yıllarda önemli bir araştırma konusu olmuştur. Mammografik görüntülerin analizi bu alanlardan biridir ve görüntülerin karmaşıklığına, anomalilerin yapıları gereği zor saptanabilir olmalarına karşılık (R.Marti. et al, 2001) başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Mammogram tanısında sayısal görüntüleme teknikleri klasik tekniklerin yerini almaya başlamıştır (Qian,W.2003). Burada hedef, tanı doğruluğunun artırılarak mamografik yorumlamanın artırılmasıdır (Sheng, L.,2001). Çeşitli araştırmalar göstermiştir ki atlanan kanserlerin yaklaşık % 50 si radyologların hatalı yorumlarından kaynaklanmaktadır. Computer Aided Diagnosis (CAD) sistemler ile insan gözü ile algılanması zor olan dokular hızlı ve doğru bir şekilde saptanabilmektedir (Zhuoer, S. et al, 1999). Mikrokalsifikasyon karakterizasyon probleminin çözümü için karar ağları, doğrusal diskriminant analizi, k-komşulu benzerlik ve yapay sinir ağları gibi farklı metodolojiler geliştirilmiştir ([A. Papadopoulos](#) et al, 2005)

Bulanık mantık, son dönemlerle birçok alanda başarılı sonuçlar doğurmuştur. İnsanların günlük tanımlarını bilgisayar dilinde ifade etmeye yarayan bu yöntem sayesinde birçok problem keskin sınırlar içinden kurtulmuş ve esneklik kazanmıştır. Görüntü işlemede de bilimin diğer dallarında olduğu gibi, kullanılma miktarını hızla arttırmaktadır. Yapılan çalışmada mikro kalsifikasyonların yoğun olarak tespit edildiği kontrast aralığı tespit edilmiştir. Farklı sayısallaştırıcı ve mammografi aletlerinde mikro kalsifikasyonların değişik aralıklarda yansımalar yaptığı tespit edilmiştir. Bu aralıkların istatistiği tutularak bulanık mantık küme aralığı tespit edilmiş ve bu bölgenin parlaklığı sabit tutulmuştur. Mikro kalsifikasyon olmayan bölgelerin gri düzeyleri sıfıra çekilerek mikro kalsifikasyonların baskın hale getirilmesi sağlanmıştır.

### **Teorik Zemin:**

Günümüzün gelişen teknolojileri artık geleneksel elektronik denetim biçimlerinden yeteri kadar verim alamamaktadır. Gün geçtikçe ortaya çıkan daha hassas birimler ve kaçınılmaz olan enerjiden tasarruf sağlama zorunluluğu bilim adamlarını bu yönde araştırmalar yapmaya itmiştir. Gitgide mükemmelere yaklaşma isteği ve doğanın belki de bir gün aynısının yapay yollarla ortaya çıkarılmaya çalışılması Yapay Zeka (Artificial Intelligence - AI), Yapay Sinir Ağları (Neural Networks), çok değerli Mantık (Multivalued Logic) ve bunlarla birlikte Bulanık Mantığın (Fuzzy Logic) ortaya çıkarılmasına neden olmuştur.

Bulanık mantık her gün kullandığımız ve davranışlarımızı yorumladığımız yapıya ulaşmamızı sağlayan matematiksel bir disiplindir. Temelini doğru ve yanlış değerlerin belirlendiği

Bulanık Küme Kuramı (Fuzzy Set Theory) oluşturur. Burada yine geleneksel mantıkta olduğu gibi (1) ve (0) değerleri vardır. Ancak bulanık mantık yalnızca bu değerlerle yetinmeyip bunların ara değerlerini de kullanarak; örneğin bir uzaklığın yalnızca yakın ya da uzak olduğunu belirtmekle kalmayıp ne kadar yakın ya da ne kadar uzak olduğunu da söyler.

### **Bulanık Kümeler :**

Bulanık küme teoremi (fuzzy sets theory), hayattaki kesin olmayan, örneğin; “sıcak” ve “soğuk” kesin ifadelerinin arasında kalan “az soğuk” veya “soğuğa yakın” şeklindeki belirsizlikleri de matematiksel olarak ifade etmeye yönelik bir teoremdir.

Bulanık kümelerde kümeye ait olup olmama üyelik dereceleri ile ifade edilir. Üyelik dereceleri 1 ile 0 arasında değerler alır ve o kümeye ait olma derecesini belirtir. Bir bakıma o elamanın küme içerisinde yer alma güvenilirliğidir. [1] üyelik derecesinin 1 olması o elemanın kümeye tam olarak üye olması anlamına gelmektedir ki bu da keskin kümelerdeki elemanı olmaya karşılık gelir. 0 olma durumu ise yine keskin kümelerdeki gibi üye olmama anlamına gelir. Örneğin 0,5 üyelik derecesine sahip bir eleman o kümeye yarı yarıya üye demektir.

### **Üyelik Fonksiyonu**

Üyelik fonksiyonu, girdi uzayında noktamızın 1 ile 0 arasında nereye geldiğini tespit etmek için kullandığımız bir eğridir

A kümesindeki  $x$ 'in üyelik fonksiyonu  $\mu_A(x)$  ile ifade ederiz. Üyelik fonksiyonu  $X$ 'in her elemanın 0 ile 1 arasındaki yerini göstermektedir. Bulanık Mantıkta onbir tane hazır üyelik fonksiyonu vardır. Bu üyelik fonksiyonları bazı temel fonksiyonlardan türetilmiştir. Bunlar genel olarak: Lineer fonksiyonlar, Gauss dağılım fonksiyonu, sigma eğri fonksiyonu ve ikinci dereceden ve kübik polinom fonksiyonlarıdır.

### **Üyelik Fonksiyonunun Tespit Edilmesi**

Fonksiyonu belirlemek bulanık mantık ile problemleri çözmedeki en önemli adımdır. Çünkü bulanıklaştırma işleminin temel taşı üyelik fonksiyonunu tespit etmektir. Üyelik fonksiyonu genel olarak bulanık mantığın diğer aşamalarına göre en fazla kullanıcı fikrine dayalı, modeli oluşturan odaklı aşamadır. Üyelik fonksiyonun belirlenmesinde genel kabul görmüş iki temel ölçüt vardır. Birincisi, bulanık mantığın uygulanacağı olay ile ilgili bilim adamlarının görüşlerine başvurmaktadır. Bu görüşler dünya çapında kabul edilmiş görüşler olmalıdır. İkinci ölçüt ise olay ile ilgili istatistiksel veriler elde etmektir. Yeterli bilgiye ulaşılabildiği durumlarda iki yöntemin verilerinden de yararlanmak tabii ki daha iyi sonuç doğurmaktadır. Fonksiyon için veriler toplandıktan sonra fonksiyonun formu yaklaşık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu form olaya göre benzer formlara dönüştürülebilir.

Üyelik fonksiyonun belirlenmesinde en önemli noktalardan biri de seçilen bulanık problemin koşullara göre seçilmesini sağlamaktır. Örneğin kutuplarda yaşayan insanlar ile ekvatorda yaşayan insanlar için hava sıcaklığı tamamen değişik fonksiyonlar oluşturur. Ya da bir makinenin soğutma elemanı ile sürtünmeye maruz kalan parçası arasında çok farklı üyelik fonksiyonları ve kümeleri oluşur.

### **Dilsel Değişkenler:**

Bulanık mantık ile bir kaç problemin birleştirip bulanık sistemleri kurma ile çözüme ulaşabileceğimiz gibi, sadece bir bulanık olay üzerinde de çalışarak sonuçlar yakalayabilir. Ayrıca bulanık sistemleri birleştirmek ya da kesiştirmek bizim için yeterli olmayabilir. Bunun için tek bir bulanık olayın yapısında bazı değişiklikler yapmamız gerekmektedir. Yapılan işleme bir derecelendirme, eşikleme işlemi diyebiliriz. Derecelendirme veya eşikleme işlemi tamamen matematik temelli bir işlemdir. Fonksiyonun etkisini arttırmak için onun

kuvvetlerinin alınması gerektiği bir temel matematik kuralıdır. Bu tip eşikleme işlemleri kullanıcı tarafından kolaylıkla yaratılabilir. Ancak burada örnek olarak bazı derecelendirme işlemlerini ve etkilerini verecek olursak:

“Hızlı” için üyelik derecesinin  $\mu_H$  olduğunu varsayarsak;

$$\text{“çok hızlı”} = \mu_H^2 \quad (1)$$

$$\text{“çok çok hızlı”} = \mu_H^4 \quad (2)$$

$$\text{“artı hızlı”} = \mu_H^{1,25} \quad (3)$$

$$\text{“az-çok hızlı”} = \mu_H^{0,5} \quad (4)$$

$$\text{“eksi hızlı”} = \mu_H^{0,75} \quad (5)$$

## Durulaştırma

Pratik uygulamalarda, özellikle cihaz ve mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırılmalar için kesin sayısal değerlere gereksinim duyulmaktadır. İşte bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli cevapların verilmesi için bulanık bilgilerin durulaştırılması (defuzzification) gerekmektedir.

Birden fazla bulanık küme ile yapılan işlemlerde bilinenlerin aksine değişik üyelik fonksiyon grafikleri meydana gelmektedir. Birden çok üyelik fonksiyonlarından yapılan sonuca bulanık çıkarım kümeleri denilmektedir. Bulanık çıkarım kümeleri sonucunda dışbükey olmayan, birden fazla yerde 1 üyelik değerine ulaşan bölgeler olacaktır. Bu sebeplerden dolayı durulaştırma yöntemleri geliştirilmiştir.

Bilim adamları birçok durulaştırma yöntemleri geliştirmiştir. En yaygın yedi tanesi aşağıda bulunmaktadır. Bu yöntemlerden hangisinin seçileceği tasarımı yapanın almak istediği sonuca göre veya yine uzmanlar tarafından tavsiye edilen yöntemlere göre karar verilir.

- En Büyük Üyelik Yöntemi
- Ağırlık Merkezi Yöntemi
- Ağırlıklı ortalama yöntemi
- Ortalama En Büyük Üyelik
- Toplamların Merkezi
- En büyük alanın merkezi
- En Büyüklerin Ortası ve İlk En Büyük

## Meme Yapısı ve Mammografi

### Mammografi

Meme kanseri kadınlarda kanser ölümlerinin en sık nedenidir. Her 9 kadından biri hayatının herhangi bir döneminde meme kanserine yakalanmaktadır. Bu nedenle memenin görüntülenmesi tanı amaçlı radyolojide önemli bir yer tutar. Mammografi memenin yumuşak dokusunu ve değişikliklerini ortaya çıkaran bir inceleme yöntemidir. Memenin birincil görüntüleme yöntemi olan mammografi tanı ve tarama amaçlı olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır, Mammografinin esası, memeyi oluşturan yumuşak dokular arasındaki yoğunluk değişikliğinin, röntgen ışınını farklı şekillerde dayanmaktadır.

Mammografik tanıda malign (kötü, habis) veya benign (iyi, selim) bir kitlenin varlığından

bahsedilir. Hissedilemeyen lezyonları (fonksiyon bozukluğu) saptamak için kullanılır. Mammografide düşük voltaj uygulanmalıdır, düşük yoğunluk farkı olan meme yapılarının birbirinden ayrılması için bu özellik gereklidir. Radyasyona bağlı kanser riski taşıyan memeye mümkün olduğunca düşük doz verilmesi gerekmektedir.

Son 15 yıl içerisinde mammografik X ışını ünitelerinde, film tabanlı görüntü alıcısında, film işleminde ve radyografik teknikte çok önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Radyogramların, mammogramların kalitesi artmış ve hastanın aldığı radyasyon dozu da önemli ölçüde azalmıştır.

### **Meme Kanseri**

Meme, süt bezleri ve burada üretilen sütü meme başına taşıyan kanallardan oluşur. Bu süt bezleri ve kanalları döşeyen hücrelerin, yukarıda tanımladığımız şekilde, kontrol dışı olarak çoğalmaları ve vücudun çeşitli yerlerine giderek çoğalmaya devam etmelerine meme kanseri denir.

**Mikro kalsifikasyon:** Memede çok ince kum halinde oluşan kalsiyum birikintileridir. Bunlar elle yoklanıldığında fark edilemez, ancak mammogramda görülebilir. Bu çok küçük kalsiyum taneciklerinin birikmesi bir kanser hücrelerinin varlığına işaret edebilir.

**Tümör:** Ur, sağlıklı doku özelliklerini kaybetmiş, genellikle sert malzemeden oluşan doku kütlesi anlamına gelmektedir.

### **Kullanılan Metot (Uygulama)**

Çalışmada, bulanık mantık yöntemleri görüntü işleme yöntemleri ile birleştirilerek bir yazılım oluşturulmuş ve sonuca gidilmiştir.

### **Mammografideki gri düzeylerin belirlenmesi.**

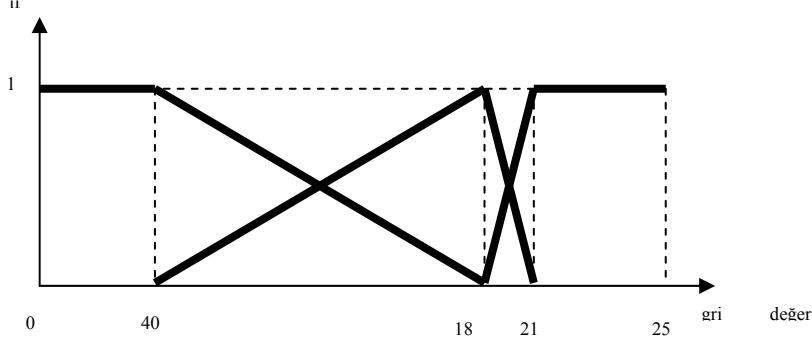
Doktorlardan elde edilen filmlerdeki dokular radyoloji uzmanları ve doktorlar ile teker teker incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda her birinde kanser olan ve olabilecek dokular, ayrıca memede bulunan sağlıklı dokulardan örnekler mammogram filmlerinde işaretlenmiştir. İşaretlenen her dokunun daha sonra gri düzey aralıkları belirlenmiştir. Belirlenen gri düzey aralıkları kitle olabilecek meme dokularında, üyelik derecesi oluşturmak için yardımcı olması amacıyla belirlenmiştir. Mammogram görüntülerindeki yabancı (kötü ya da iyi huylu kitleler) dokuların parlak çıkma nedeni bu dokuların diğer dokulara oranla daha yoğun olmalarından dolayıdır. Meme dokusunun çok yoğun olduğu yerlerde de mammogram görüntüleri parlamalar yapmaktadır. Aynı şekilde genç bayanlarda da meme dokusunun çok yoğun olması nedeniyle mammogram görüntüleri çok parlak çıkmaktadır. Doktorlarla yapılan görüşmeler sonucunda bu tip durumlarda yaklaşık aynı parlamayı yapan yoğun mammogram dokuları arasında yabancı dokuları da bulmak oldukça zor olduğu ortaya çıkmıştır. Mammogram çekimlerinin 40 yaşından sonra yapılmaya başlamasının asıl nedeninin de bu olduğu doktorlar tarafından belirtilmiştir. Ayrıca mammogram ve MRI görüntülerinde kemikler de kalsiyum içermelerinden dolayı çok parlak gri düzey olarak 220–255 arasında çıktığı saptanmıştır. Uzman doktorlarla yapılan çalışmalar sonunda mikro kalsifikasyonların da kireç içerikli olmalarından dolayı kemik rengine yakın parlama yaptıkları görülmektedir.

Ayrıca sistemin daha iyi çalışabilmesi için uzmanlar tarafından belirlenen mikro kalsifikasyon gri düzey aralığı olan 175-226 aralığı da sisteme bir ek veri olarak işlenmiştir.

### **Üyelik Fonksiyonunun Tespiti**

Bu çalışmada da problemliler bölgelemler (tümör ve mikro kalsifikasyon), diğer bölgelemlerden ayırt edilmesi için üç tane üyelik derecesi ve bunların üyelik fonksiyonlarının bulunmasına karar verilmiştir. Üç tane üyelik fonksiyonu, tümör gri düzeyine yakın olan bölgenin doğruluk

derecesini yansıtan üyelik fonksiyonu, tümörden daha küçük gri değere sahip olan ama tümör olmadığı düşünülen bölgenin üyelik fonksiyonu, tümörden daha büyük gri değere sahi ve olmadığı düşünülen bölgenin üyelik fonksiyonu olarak düşünebiliriz. Bu üç üyelik fonksiyonu da mammogram üzerindeki gri değerlerin bu üç sınıfa dâhil olmasının ne kadar doğru olduğunu belirtmek için gerekli olan üyelik derecelerini bulmak için kullanılmaktadır.



Şekil 4.1 Hazırlanan üç üyelik fonksiyonu

Tümör ve diğer bölgeler gibi iki fonksiyon yerine üç fonksiyon seçilmesinin nedeni ise tümörü belirten gri değer aralığının gri değer skalasını ikiye bölmesi ve zorunlu olarak üç üyelik fonksiyonuna sebep olmasıdır.

#### **Kural Temelli Bulanık Mantık sisteminin kurulması**

Bulanık mantık kuralı yapım aşamasında tümör olarak belirlenmiş üyelik fonksiyonuna dokunulmazken, koyu ve açık olarak belirlenen iyi üyelik fonksiyonu da daha koyu ve daha açık olarak ayarlanır. Bu kuralı Eğer... ise kural tabanlı sisteminde ifade edecek olursak,

Eğer koyu ise daha da koyu (siyah),  
Eğer gri ise şüpheli bölge,  
Eğer açık ise daha da açıktır. (beyaz)

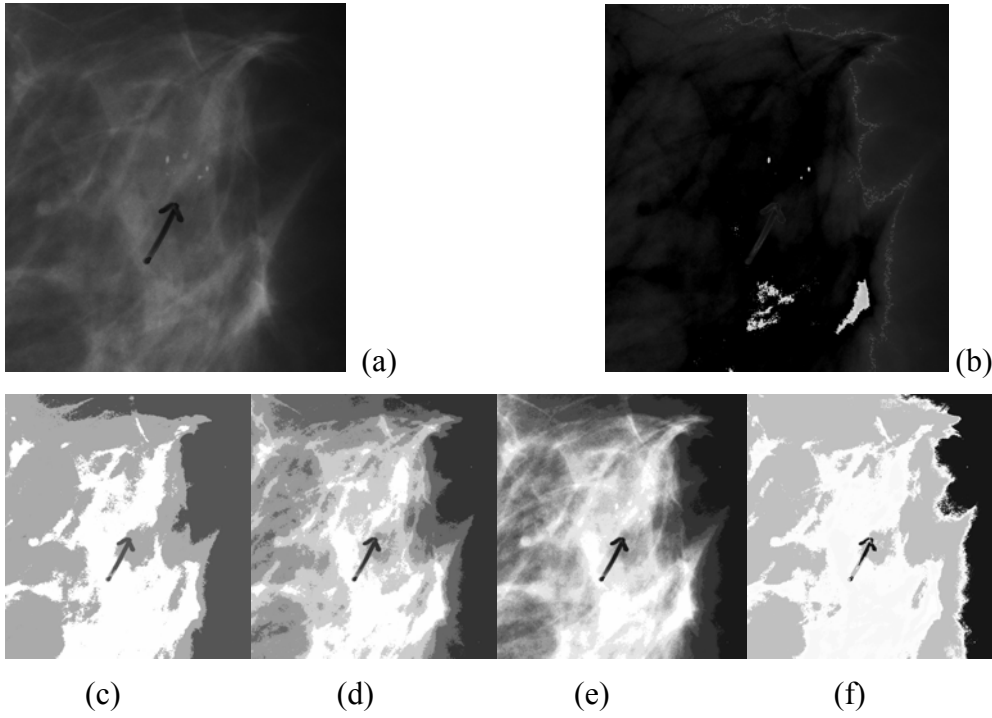
Buradaki kural tabanlı sistemler hayata geçirilirken, üyelik fonksiyonunun geliştirilme aşamasında yoğunlaştırma, daraltma ve genişletme operatörleri kullanılmıştır. Bilindiği gibi geliştirme operatörleri, herhangi bir olayı bulanık hale getirip sadece küme işlemleri yapmak ve sonra durulaştırma yaparak gereken sonuçların elde edilmeyeceği bilindiği, bulanık fonksiyonlarla gereken sonucu elde etmek için oynamalar yapmak gerektiği için kullanılmıştır.

#### **Durulaştırma ve son düzeltmeler**

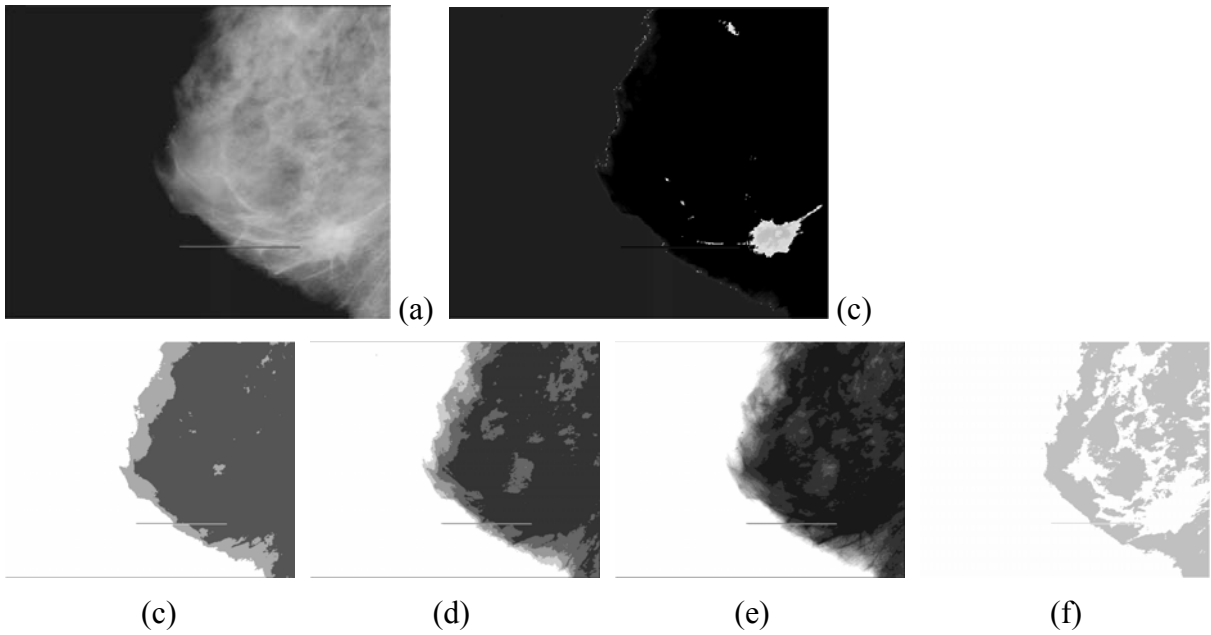
Daha sonra elde edilen üyelik derecelerinin tekrar görüntüye yansıtılabilmesi için durulaştırma işlemi yapılmıştır. Durulaştırma yöntemi olarak ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen gri değerler yeni ve orijinal görüntü ile aynı boyutlardaki boş bir görüntüye basılmış ve sonuç görüntü elde edilmiştir.

#### **Sonuçlar**

Yapılan çalışmada farklı kaynaklardan birçok mammograma ulaşılmıştır. Ancak istenilen koşullara sahip, mikro kalsifikasyon ve tümör içeren, tanısı konulmuş görüntüler 26 tanedir. Sonuçlar uzman radyologlar tarafında da incelenmiştir. Bütün görüntüler için yorumlama kolaylığı sağlandığı radyologlar tarafından sabittir.



*Şekil5.1.(a).işlenmemiş görüntü.(b)Bulanık Mantık ile işlenmiş görüntü(c)denetimsiz 3 sınıf ile işlenmiş görüntü(d) denetimsiz 5 sınıf ile işlenmiş görüntü(e) denetimsiz 10 sınıf ile işlenmiş görüntü(f) denetimli sınıflandırma*



*Şekil5.2.(a).işlenmemiş görüntü.(b)Bulanık Mantık ile işlenmiş görüntü(c)denetimsiz 3 sınıf ile işlenmiş görüntü(d) denetimsiz 5 sınıf ile işlenmiş görüntü(e) denetimsiz 10 sınıf ile işlenmiş görüntü(f) denetimli sınıflandırma*

Doktorların meme teşhis koymadaki en büyük yardımcılarında birisi mammogram görüntüleridir. Ancak meme yapısının ve mammogram aletlerinin düşük çözünürlüğünden dolayı doktorlar birçok kanserli hastaya çok geç kanser teşhisi koyabilmekte veya koyamamaktadır. Meme kanserinin tedavi yöntemlerinden biri olarak uygulanan memenin

tamamıyla alınması da psikolojik olarak bayanlarda büyük sorunlar yaratmaktadır. Ancak doktorlar teşhislerinde, yine kanser olarak şüphelendiği fakat meme dokusunun kanser olmadığı ancak memenin alınmasından sonra ortaya koyarak bayanlarda meme dokusunun kaybına neden olabilmektedir. Bu çalışma ile doktorlara mammogram ile koydukları teşhis için yardım edilmeye çalışılmıştır. Dünyadaki bu tip yanlış teşhis koyulan meme kanseri oranı düşünülünce bu algoritma ile %1'lik bir iyileştirilme yapılmasının ne kadar hasta kurtarabileceği ortadadır.

Çalışma ile bulanık mantık yöntemleri kullanılarak mammogramlardaki kitleler tespit edilmiştir ve görüntünün diğer bölgelerine göre daha baskın bir şekilde getirilmiştir.

Uzman doktorlar tarafından işaretlenen algoritma ile belirginleştirilmiş bölgeler tezin amacı doğrultusunda mammogram görüntüsünün diğer yerlerinden daha baskın yapıya sahip olduğu için her doktor tarafından tespit edilebilir hale gelmiştir.

Bulanık mantık ile görüntü zenginleştirme algoritmalarına dayanarak yapılan çalışmanın doktorlara teşhis koyma konusunda yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ancak başka bulanık mantık uygulamaları, sinir ağları ve genetik algoritmalar ile bu tip problemlere başka bakış açıları da getirilebileceği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

Andrew P. Smith, *PhD*, Patricia A. Hall, and Donna M. Marcello, Emerging, (2004). Technologies in Breast Cancer Detection, *Radiology Management*, **July/August**, 15-24.

Guido M te Brake, Nico Karssemeijer and Jan H C L Hendriks, (2000), An automatic method to discriminate malignant masses from normal tissue in digital mammograms. *Phys. Med. Biol.* **45**, 2843–2857.

Qian, W. ,P. Sundén, H. Sjöström ,Fenger-Krog, U. Brodin, (2003) Comparison of Image Quality for Different Digital Mammogram Image Processing Parameter Settings Versus Analogue Film electromedica, **1**, 71.

M.G.Mini and Tessamma Thomas, (2003). A Neural Network Method for Mammogram Analysis Based on Statistical Features, *IEE Xplore*, **4**,1489- 1492.

Papadopoulosa, D.I. Fotiadisb, A. Likasb, (2002). An automatic microcalcification detection system based on a hybrid neural network classifier, *Artificial Intelligence in Medicine*, **25**, 149–167

R .Gupta and P E Undrill, (1995). The use of texture analysis to delineate suspicious masses in mammography, *Phys Med Biol.*, **40(5)**, 835-55.

R. Marti, R. Zwiggleaar, C. Rubin, (2001). Tracking Mammographic Structures Over Time , *Proceedings of the 12th British Machine Vision Conference*, **10-13**, 143-152.

Sheng Liu, (2001). Multiresolution Detection of Spiculated Lesions in Digital Mammograms, *ieee transactions on image processing*, **10**, 6.

Tizhoosh, H. R., Fochem, M. (1995). Image Enhancement with Fuzzy Histogram Hyperbolization. In: *Proceedings von EUFIT'95*, **3**, 1695-1698.

Zhuoer Shi, D. S. Zhang, H. X. Wang, D. J. Kouri, J. U. Quevedo, I. Kakadiaris, G. H. Gunaratne, and D. K. Hoffman, (1999). Feature Extraction Using Generalized Interpolating Wavelets , *IEEE Transactions on Image Processing*,

Craig, M., Schneider, M., (1992). On the use of fuzzy sets in histogram equalization. *Fuzzy Sets and Systems, North Holland*, **45**, 271-278.

Pal, S. K., King, R. A., (1981). Histogram equalization with S and Pi functions in detecting X-ray edges. *Electronics Letters*, **17**, **8**, 302-304.