

Mamografik İncelemeler İçin Vaka Tabanlı Sorgulama Sistemi

Hakan BULU^a, Adil ALPKOÇAK^a, Pınar BALCI^b, Oğuz DİCLE^b

^a Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
^b Tıp Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Abstract: Rapidly expanding image collections in radiology departments create an urgent need to develop new tools to manage these visual databases. This study aims at creating ontology based Case Based Retrieval model for mammographic examinations by using SWRL and SQWRL. This paper contains, explanation of mammography ontology, annotation tool, dataset and sample query results.

Key Words: Mammography; Case Based Retrieval; Ontology

Özet: Hastanelerin Radyoloji bölümlerinde üretilen görüntü koleksiyonlarının çok hızlı bir şekilde artması, bu görsel veri tabanlarını yönetmek için yeni araçlar geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu çalışmanın amacı, anlamsal web teknolojilerinden SWRL ve SQWRL kullanarak mamografik incelemeler için ontoloji tabanlı bir Vaka Tabanlı Sorgulama sisteminin geliştirilmesidir. Bu amaçla oluşturulan mamografi ontolojisi, betimleme uygulaması, veri kümesi ve örnek sorgu sonuçları makale içerisinde açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mamografi; Vaka Tabanlı Sorgulama; Ontoloji

1. Giriş

Meme kanseri özellikle batılı ülkeler için önemli bir sağlık sorunu olarak kabul görmektedir. Yapılan son araştırmalar, yaklaşık sekiz kadından birinin hayatlarının bir döneminde meme kanserine yakalandığını göstermektedir. Ayrıca Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde, meme kanseri 40 yaşlarındaki kadınlar için en önde gelen ölüm nedenidir [1]. Mamografi, kadınlarda kanserden ölüm nedenlerinde ikinci sırada yer alan meme kanserinin erken dönem teşhisinde en etkili görüntüleme yöntemidir ve tıbbi görüntü arşivlerinde oldukça büyük bir yer tutmaktadır [11].

Her ne kadar meme anomalilerinin incelemelerinde mamografi görüntülerinin gözle değerlendirmesi en temel yöntem olarak kabul edilse de, artan vaka sayısı hekimlerin değerlendirmelerine yardımcı olacak uygun İçerik Tabanlı Görüntü Erişim sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bunun yanı sıra, büyük tıbbi görüntü arşivlerinde benzer vakaların arşivden bulunup getirilebilmeleri özellikle Vaka Tabanlı Çıkarıma (VTÇ), Kanıta Dayalı Tıp (KDT) ve Bilgisayar destekli teşhis (BDT) uygulamaları için bir zorunluluktur.

Vaka Tabanlı Çıkarılma (VTÇ) bir problem çözme yöntemidir. VTÇ, kısaca, mevcut probleme en çok benzeyen geçmişteki problemlerin çözümlerinin mevcut problem için de aynen veya bir miktar değişiklik yapılarak kullanılabilmesi ilkesi üzerine kurulmuştur. 1999 yılında Ian Watson VTÇ'yi 5 adımda temsil etmiştir [2], bu adımlar sırasıyla; mevcut vakaya benzeyen eski vakaların bulunması, bulunan vakaların problemin çözümünde kullanılması, gerekiyorsa mevcut çözümün iyileştirilmesi, oluşan yeni çözümün gözden geçirilmesi ve elde edilen problem-çözüm ikilisinin saklanmasıdır.

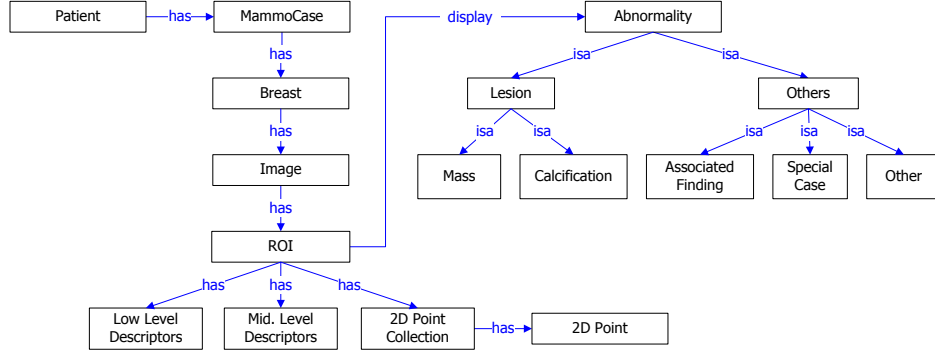
Bu çalışmada; DigiMAM adını verdiğimiz ve mamografik incelemeler için Vaka Tabanlı Sorgulama (VTS) yapabilen bir sisteminin ayrıntılarını sunuyoruz. Bu sistemin VTÇ ve KDT gibi yaklaşımlardaki önemli bir boşluğu dolduracağını ümit ediyoruz.

Bildirinin bundan sonraki bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: Bir sonraki Gereç ve Yöntem Bölümünde, DigiMAM'ın temel yapıtaşları olan mamografi ontolojisi ve betimleme yazılımı ile oluşturulan veri kümesi hakkında bilgi sunulmuştur. Ayrıca, anlamsal web teknolojilerinden, anlamsal web kural dili (SWRL-Semantic Web Rule Language) ve anlamsal sorgu web kural dili (SQWRL- Semantic Query-Enhanced Web Rule Language) ile iki mamografi vakası arasındaki benzerlik hesaplamasının nasıl yapıldığı ayrıntıları ile anlatılmıştır. Bulgular bölümünde, bir kaç örnek SQWRL cümlesi ve VTS sonuçları verilmiştir. Tartışma Bölümü'nde ise mamografi alanında yapılan benzer çalışmalar ışığında, elde ettiğimiz bulgular tartışılmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Anlamsal web teknolojileri web içeriğinin bilgisayarlar tarafından anlaşılmasını sağlayan yöntemler bütünüdür. Yöntemlerin temelinde ise, ontoloji adı verilen ve herhangi bir alandaki kavramları, terimleri ve bunlar arasındaki ilişkileri formal olarak içeren dokümanlardır [1]. Sözlük anlamı "varlık bilmi" olarak tanımlanan ontolojilerin bilgisayar biliminde en çok kabul gören tanımı ise "kavramsallaştırmanın biçimsel ve açıkça belirtilmesi"dir [8]. Burada kavramsallaştırma ile kast edilen, belirli bir alanda, bu alana ait soyut model oluşturma anlamına gelmektedir. Dar anlamda ontolojiler herhangi bir alanda standart olarak kullanılacak ortak ve paylaşılan sözcük kümelerini (vocabulary) veya terminolojiyi belirler. Bu çalışmada ontoloji tabanlı bir yaklaşım tercih edilmiştir. Betimleme ve sorgulama sistemlerinin ontoloji tabanlı tasarlanma nedeni ise, kısaca, ontolojilerin çıkarılma ve sorgulamaya izin vermesi yanında, nesneye dayalı bir tasarım oluşturmaya da olanak sağlamasıdır.

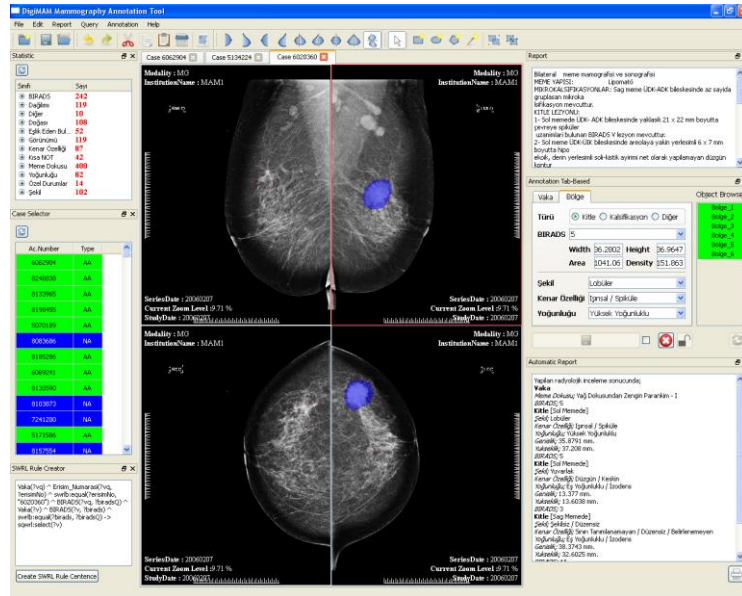
Ontoloji geliştirilmesinde Amerikan radyoloji derneği (ACR-The American College of Radiology) tarafından yayınlanan BI-RADS Mamografi Atlasının üçüncü baskısı temel alınmıştır ve mamografik incelemelerde ihtiyaç duyulan tüm kavramları içermektedir. Şekil 2'de DigiMAM ontolojisinin temelini oluşturan sınıflar ve aralarındaki ilişkiler gösterilmiştir. Bu ontoloji temel olarak 14 adet sınıftan oluşmakta olup, bunlardan dört tanesi meme içersindeki anormallikleri temsil etmektedir. Bunlar; *kitle*, *kalsifikasyon*, *eşlik eden bulgu*, *özel durum* olarak belirlenmiştir. Bunların dışında, örneğin bazı cerrahi müdahaleler sonucunda, meme içersinde metalik klipsler bulunabilmektedir. Bu metalik klipsler ontolojimiz içersinde *diğer* sınıfı ile temsil edilmiştir. Üzerinde durulması başka bir nokta ise, düşük ve orta seviyeli betimleme özelliklerinin ontoloji içersinde yer almasıdır. İlgili özelliklere Benzerlik Hesaplaması bölümünde değinilecektir.



Şekil 2 – DigiMAM ontolojisi şematik gösterimi

Betimleme Yazılımı

Betimleme yazılımının öncelikli amacı, mamografi vakalarını inceleyerek, görünen anormallikleri rapor edecek radyoloji uzmanına yardımcı olmasıdır. Uygulamada, sağ ve sol memelere ait birer CC ve MLO projeksiyonları olmak üzere, dört görüntü incelenebilmektedir. Bu inceleme sırasında hekim, görüntüler üzerinde gözlemlendiği anormallikleri çeşitli geometrik şekillerden yararlanarak işaretlemekte ve işaretlenen bölgelerin üzeri tıklanarak aktif hale getirilir ve betimlemesi kolaylıkla gerçekleştirilir. Bunun yanında, işaretlenen bölgeden bağımsız olarak, hekim meme dokusunu da betimleme içersine ekleyebilmektedir. Uygulama hekimin yaptığı betimleme bilgisini bir XML dosyasına yazarak saklar ve yapılan betimlemenin düz yazı formatındaki klasik radyoloji raporlarına dönüşümü de gerçekleştirebilir. Betimleme yazılımının genel ekran görüntüsü Şekil-3’de verilmiştir.



Şekil 3 – DigiMAM betimleme uygulaması ekran görüntüsü

Betimleme uygulaması C++ programlama dili kullanılarak, QT kullanıcı arabirimi ile geliştirilmiştir. QT ile geliştirilen uygulamalar Embedded Linux, Mac OS, Windows, Linux/X11, Windows CE, Symbian, Maemo gibi bir çok platformda çalışabilme yeteneğine sahiptirler. Uygulamanın Windows ve Linux sistemler üzerinde testleri gerçekleştirilmiştir.

Veri Kümesi

Bu çalışmada kullandığımız veri kümesindeki vakalar, geriye dönük olarak Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyodiyagnostik Anabilim Dalı'nda, 2004 yılından 2008 yılı Kasım ayına kadar yapılmış yaklaşık 50.000 inceleme arasından seçildi. Her olgu için standart bakış açıları olan CC ve MLO ile çekilmiş DICOM formatındaki dörder adet görüntü içermektedir. İlgili vakaların seçimi sırasında ontoloji içerisindeki tüm anormallik çeşitlerinin farklı özellik değerleri ile birlikte veri kümesi içerisinde yer alması amaç olarak belirlendi [7].

Veri kümesi dosya sisteminde, her bir mamografik vaka ayrı bir klasör içerisinde yer alacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir mamografik vaka klasörü, birbirini tekrar etmeyen erişim numarası ile isimlendirilmiştir. Bu sayede, erişim numarasından yola çıkarak, istenilen mamografik vakaya kolay bir şekilde erişmek mümkün olmaktadır. Her bir vaka klasöründe; sağ ve sol memeye ait CC ve MLO bakış açıları için DICOM ve PNG biçiminde toplam 8 adet görüntü dosyası yer almaktadır. Ayrıca her bir görüntü için DICOM başlık bilgilerini içeren 4 XML dosyası ve ilgili vaka için yazılmış olan radyoloji raporu bulunur. Bunların yanında, betimleme aracı ile oluşturulan Annotation.XML dosyasını içermektedir. Veri kümesinde yaklaşık 500 vaka bulunmaktadır.

Anlamsal Web Kural Dili (SWRL)

SWRL kullanarak ontoloji içerisindeki bilgiler ışığında çıkarsamalar yapmak mümkündür ve OWL DL/Lite ve RuleML alt dillerinin birleşiminden meydana gelmiştir. SWRL cümleleri vücut (body) ve baş (head) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Vücut kısmında *VE* bağlacı ile olması gereken koşullar belirtilirken, baş kısmında bu koşullar sağlandığı zaman ne olması gerektiği belirtilir. Bir SWRL cümleciğinin çıkarsama yapabilmesi için, vücut kısmındaki tüm atomların doğru (True) olması gerekmektedir [9]. Aşağıda basit bir SWRL cümlesi verilmiştir. Kuralın çalışabilmesi için, *hasParent*, *hasBrother* ve *hasUncle* ilişkilerinin ontoloji içerisinde tanımlanmış olması gerekmektedir. Bu doğrultuda, eğer *x2*, *x1*'nin ebeveyni ve *x2* ile *x3* erkek kardeşler ise *x3*, *x2*'nin amcasıdır çıkarsamasına gidilmektedir.

$$hasParent(?x1,?x2) \wedge hasBrother(?x2,?x3) \rightarrow hasUncle(?x1,?x3)$$

Bir Vaka içerisinde birden fazla anormallik bulunabilir. Mamografik incelemelerde, her bir anormalliğe bir BI-RADS değeri verilmesi gerekir. Kural olarak, bir vakanın BI-RADS değeri, o vakadaki anormalliklerin en büyük BI-RADS değeridir. Bu sayede hekim vaka ile ilgili genel bir bilgiye ilk anda sahip olabilir. Bu doğrultuda, bir vakanın sonuç BI-RADS değerini çıkarsayan SWRL cümlesi aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} & Anormallik(?ano) \wedge ROI(?roi) \wedge Resim(?resim) \wedge Meme(?meme) \wedge Vaka(?vaka) \wedge \\ & BIRADS(?ano, ?birads) \text{ } ^\circ sqwrl:makeSet(?set, ?birads) \text{ } ^\circ sqwrl:max(?maxbirads, ?set) \wedge \\ & isDisplayedByROI(?ano, ?roi) \wedge belongsToResim(?roi, ?resim) \wedge belongsToMeme(?resim, \\ & ?meme) \wedge belongsToVaka(?meme, ?vaka) \rightarrow BIRADS(?vaka, ?maxbirads) \end{aligned}$$

Anlamsal Sorgulama Web Kural Dili (SQWRL)

SQWRL temelinde SWRL’i kullanan fakat çıkarsama yerine sorgulanmasını sağlayan bir dildir. Aynen SWRL gibi, vücut ve baş olmak üzere, iki kısımdan oluşur ve yazım kuralları SWRL ile aynıdır. Örneğin aşağıdaki SQWRL cümlesi, 9 yaşından küçük tüm kişileri, yaşları ile birlikte listeler. Kuralın çalışabilmesi için, Person sınıfının ve hasAge ilişkisinin ontoloji içerisinde tanımlanmış olması gerekmektedir [10].

$$Person(?p) \wedge hasAge(?p, ?a) \wedge swrlb:lessThan(?a, 9) \rightarrow sqwrl:select(?p, ?a)$$

Benzerlik Hesaplaması

Vaka tabanlı bir sorgulama sisteminde, bir vakanın diğer bir vakaya olan benzerliğinin hesaplanması esastır. Şekil 4’de iki vakanın birbirlerine olan benzerlik değerinin hesaplanması gösterilmiştir. İlgili şekil incelendiği zaman, bir mamografi vakasının, vakaya ait özelliklerden ve var ise bir veya birden çok anormallikten meydana geldiği görülmektedir.

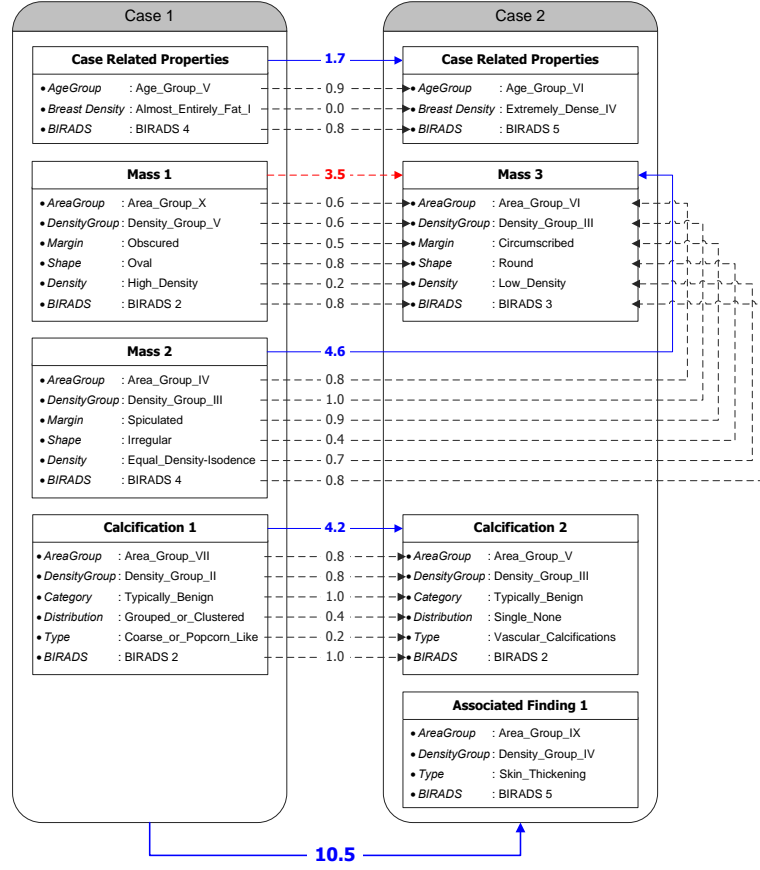
Benzerlik hesaplaması, vakaya ait özelliklerin benzerlik değerlerinin toplanması ile hesaplanır. Tablo 1’de örnek benzerlik değerleri gösterilmiştir. İki vaka arasındaki toplam benzerlik değerinin hesaplanması sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- İki anormallığın benzerlik değeri hesaplanırken, anormalliklerin türünün aynı olması gerekmektedir. Yani, hiç bir zaman bir kitlenin bir kalsifikasyona olan benzerliği hesaplanmaz.
- Aynı anormallik türünden, birden fazla var ise ve birden fazla benzerlik değeri ortaya çıkıyor ise, bu değerler içinde en büyük olan hesaplama katılır. Şekil 4’de *vaka_1* benzerlik değeri 3,5 ve 4,6 olan iki adet kitle içerir. Burada, 4,6 benzerlik hesaplamasında kullanılır.

Tablo 1 –Kitle Şekli benzerlik değerleri.

	Yuvarlak	Oval	Lobüler	Düzensiz
Yuvarlak	1	0.8	0.8	0.4
Oval	0.8	1	0.6	0
Lobüler	0.8	0.6	1	0.6
Düzensiz	0.4	0	0.6	1

Benzerlik hesaplamaları Protege ontoloji geliştirme platformu üzerinde JESS çıkarsama motoru yardımıyla SWRL ve SQWRL dilleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla tüm benzerlik değerleri ontoloji içerisine uygun bir şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 4 – İki mamografi vakasının benzerlik hesaplaması

Aşağıdaki formül ile iki vakanın birbirlerine olan benzerlikleri gösterilmeye çalışılmıştır.

$$\text{Sim}(Case1, Case2) = \text{Sim}(CRP1, CRP2) + \text{Max}[\text{Sim}(Mass1, Mass3), \text{Sim}(Mass2, Mass3)] + \text{Max}[\text{Sim}(Calcification1, Calcification3)]$$

Benzerlik hesaplamaları Protege ontoloji geliştirme platformu üzerinde JESS çıkarsama motoru yardımıyla SWRL ve SQWRL kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla tüm benzerlik değerleri ontoloji içersine uygun bir şekilde konulmuşlardır.

3. Bulgular

Aşağıda bir vakaya ait tüm anormallikleri listeleyen bir SQWRL cümlesi ve Tablo 2’de ilgili SQWRL cümlesinin sonucu gösterilmiştir.

$$\text{Case}(?case) \wedge \text{hasBreast}(?case, ?breast) \wedge \text{hasImage}(?breast, ?image) \wedge \text{hasROI}(?image, ?roi) \wedge \text{displayAbnormality}(?roi, ?abnormality) \rightarrow \text{sqwrl:selectDistinct}(?case, ?abnormality) \wedge \text{sqwrl:orderBy}(?case, ?abnormality)$$

Tablo 2 incelendiği takdirde, Vaka_1 ve Vaka_2'ye ait tüm anormalliklerin listelendiği görülmektedir.

Tablo 2 –Vaka içerisinde yer alan anormallikler.

?Case	?Abnormality
Case_1	Calcification_1
Case_1	Mass_1
Case_1	Mass_2
Case_2	Associated_Finding_1
Case_2	Calcification_2
Case_2	Mass_3

Aynı şekilde, aşağıda bir anormalliğin diğer anormalliklere olan benzerliğini hesaplayan bir SQWRL cümlesi ve Tablo 3'de ilgili SQWRL cümlesinin sonucu gösterilmiştir. SQWRL cümlesinde Kitle_3'ün diğer anormalliklere olan benzerliği hesaplanmaktadır. Görüleceği üzere, hesaplama sırasında Kitle_3'ün kitle sınıfının bir üyesi olduğu bulunarak, hesaplama katılacak anormalliklerin türünün de kitle olması sağlanmıştır. Tablo 3 içerisinde, anormalliğin türü, anormalliğin sahip olduğu özellikler ve değerleri, özellik bazında diğer anormallığe olan benzerliği ve toplam benzerlik değeri gösterilmiştir. Bu bulgular ışığında, iki vakanın birbirine olan benzerliğini hesaplamak için gerekli tüm argümanlar elde edilmiş ve iki vaka arasındaki toplam benzerlik değeri hesaplanabilmiştir.

$Abnormality(?a1) \wedge Abnormality(?a2) \wedge abox:hasURI(?a1, ?uri1) \wedge abox:hasURI(?a2, ?uri2) \wedge swrlb:equal(?uri1, "http://www.owl-ontologies.com/Ontology1280731633.owl\#Mass_3") \wedge swrlb:notEqual(?uri1, ?uri2) \wedge abox:hasClass(?a1, ?c1) \wedge abox:hasClass(?a2, ?c2) \wedge tbox:equalTo(?c1, ?c2) \wedge tbox:isOWLObjectProperty(?op1) \wedge abox:hasProperty(?a1, ?op1) \wedge abox:hasValue(?a1, ?op1, ?v1) \wedge abox:hasValue(?a2, ?op1, ?v2) \wedge hasSimilarity(?v1, ?sim) \wedge SimilarTo(?sim, ?v2) \wedge Similarity_Weight(?sim, ?simW) \circ sqwrl:makeBag(?bag, ?simW) \wedge sqwrl:groupBy(?bag, ?a1, ?a2) \circ sqwrl:sum(?sum, ?bag) \rightarrow sqwrl:selectDistinct(?a1, ?c1, ?op1, ?v1, ?a2, ?v2, ?simW, ?sum) \wedge sqwrl:orderBy(?a1, ?c1, ?op1)$

Tablo 3 –İki anormalliğin benzerlik sonucu.

?class	?object property	?from	?value of from	?to	?value of to	?sim	?sum
Mass	hasAbnormalityAreaGroup	Mass_3	I_Area_Group_VI	Mass_1	I_Area_Group_X	0.6	3.5
Mass	hasAbnormalityDensityGroup	Mass_3	I_Density_Group_III	Mass_1	I_Density_Group_V	0.6	3.5
Mass	hasBIRADS	Mass_3	I_BIRADS_3	Mass_1	I_BIRADS_2	0.8	3.5
Mass	hasMassDensity	Mass_3	I_Low_Density	Mass_1	I_High_Density	0.2	3.5
Mass	hasMassMargin	Mass_3	I_Circumscribed	Mass_1	I_Obscured	0.5	3.5
Mass	hasMassShape	Mass_3	I_Round	Mass_1	I_Oval	0.8	3.5
Mass	hasAbnormalityAreaGroup	Mass_3	I_Area_Group_VI	Mass_2	I_Area_Group_IV	0.8	4.6
Mass	hasAbnormalityDensityGroup	Mass_3	I_Density_Group_III	Mass_2	I_Density_Group_III	1.0	4.6
Mass	hasBIRADS	Mass_3	I_BIRADS_3	Mass_2	I_BIRADS_4	0.8	4.6
Mass	hasMassDensity	Mass_3	I_Low_Density	Mass_2	I_Equal_Density	0.7	4.6
Mass	hasMassMargin	Mass_3	I_Circumscribed	Mass_2	I_Spiculated	0.9	4.6
Mass	hasMassShape	Mass_3	I_Round	Mass_2	I_Irregular	0.4	4.6

Vaka tabanlı sorgulama, vakaya ait tüm bilgiler kullanılarak yapılabileceği gibi, tek bir anormallik üzerinden de yapılabilir. Veri kümemiz üzerinde çalıştırılan üç adet sorguya ait bilgiler, Tablo 4’de verilmiştir. Bunlardan, Sorgu A, Şekil 4’de gösterildiği gibi, hastanın bilgileri ve vaka içersindeki tüm anormallikler dikkate alınarak çalıştırılmıştır. Sorgu A, 1 adet kitle ve 1 adet meme başı çekintisi içermektedir. Sorgu A’ya ait sonuçları incelediğimiz zaman, ilk sırada gelen vakanın da 1 adet kitle ve 1 adet meme başı çekintisi içerdiği görülmektedir. 2. ve 3. sırada gelen vakalar ise kitle ve meme başı çekintisine benzer olan deri çekintisi içermektedirler.

Sorgu B’de ise kenar özelliği *Işınsal/Spiküle* olan bir kitle sisteme sorgu olarak verilmiş ve benzerlik hesaplaması hastanın bilgileri ve diğer anormallikler dikkate alınmadan yapılmıştır. Sorgu B’ye ait sonuçlar incelendiği taktirde, ilk üç sırada gelen vakaların tümünde benzer özelliğe sahip bir kitlenin bulunduğu görülmektedir.

Sorgu C’de Sorgu B gibi tek bir anormallik üzerinden çalıştırılmıştır. Sorgu vakası, şekli *Lobüler* olan bir kitle içermektedir. Sorgu sonucu olarak listelenen ilk üç vaka da aynı türde kitle bulunmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Tıp alanında ontoloji tabanlı uygulamalar, geçtiğimiz yıllar içersinde yaygın bir şekilde yapılmıştır. Bunlardan Da Qi ve arkadaşlarının 2006 yılındaki çalışmalarında [4] geliştirdikleri *Pocet-Ontology* isimli ontolojilerinin temel amacının Bilgisayar Destekli Tanı Sistemlerinin performansını arttırabilmek için radyologların mamografi görüntüleri için koydukları teşhisleri belirli gruplar altında toplamak olduğunu görüyoruz. Fakat yaptıkları çalışma ile bir VTS sisteminin hayata geçirilmesi mümkün olmamıştır.


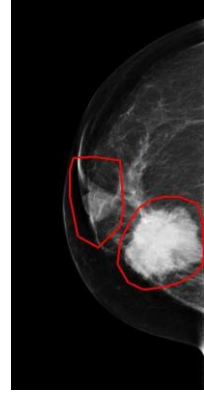
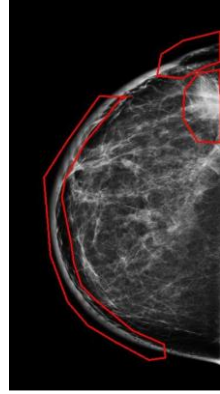
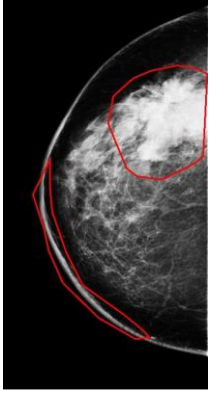

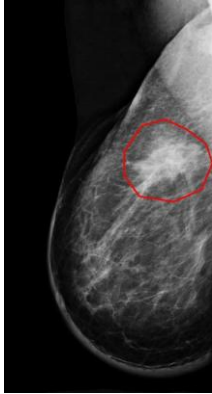
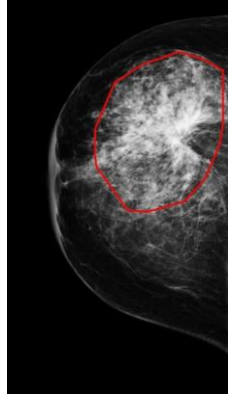
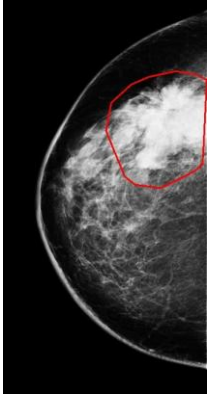
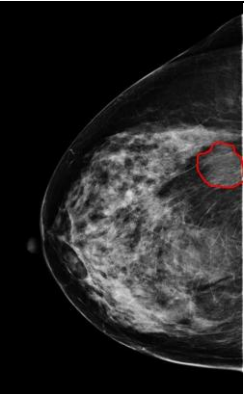
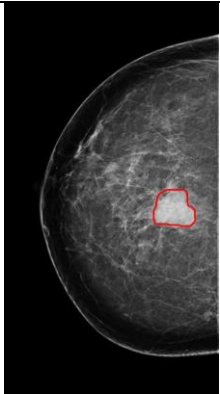
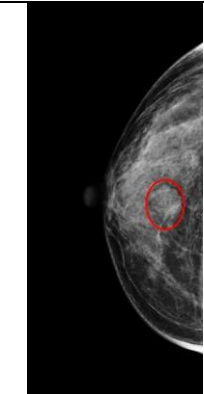
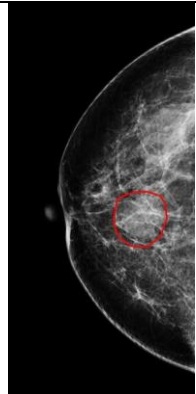
Bunun yanında yine 2006 yılında, Shin-Yuan Hung ve Chin-Yu Chen mamografi alanında VTS’yi mümkün kılan başarılı bir çalışma yapmışlardır [3]. Yaptıkları çalışmanın sonuçları tatmin edicidir, fakat meme içersindeki anormalliklerin resim üzerindeki konumlarından ziyade sadece özellikleri ile ilgilenmişlerdir. Bu nedenle düşük seviyeli tanımlayıcıları hesaplamaları sırasında kullanamamışlardır.

2008 yılında Stanford Üniversitesi’nden Daniel L. Rubin ve arkadaşları Annotation and Imaging Markup (AIM) adında ontoloji tabanlı bir betimleme ve sorgulama sistemi geliştirmişler [5] ve 2009 yılında yine aynı üniversiteden Mia A. Levy ve arkadaşları AIM üzerinde kullandıkları SWRL cümleleri ile karaciğer dokuları içersindeki tümörlerin uzunluklarını hesaplamışlar ve 10 mm’den büyük olan tümörler için kötü huyludur sonucuna varmışlardır [6]. AIM incelendiği taktirde, son derece kapsamlı bir çalışma olduğu görülmektedir. Fakat kullandıkları ontoloji ve betimleme araçlarının mamografi alanında kullanılması pratikte mümkün değildir.

Yukarıdaki çalışmaların tümü incelendiği taktirde, mamografi alanında düşük, orta ve yüksek seviyeli tanımlayıcıları içeren ontoloji tabanlı bir VTS sisteminin olmadığı ve bu alanda mamografik incelemelere imkan sağlayan platform bağımsız bir betimleme uygulamasının bulunmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada bir mamografi ontolojisi oluşturulmuş ve anlamsal web teknolojileri ile bir Vaka Tabanlı Sorgulama sistemi geliştirilmiştir. Vakalar arası benzerlik hesaplamaları, orta ve yüksek seviyeli tanımlayıcılar kullanılarak gerçekleştirilmiş ve örnek sorgu sonuçları listelenmiştir. Yapılan çalışmanın, kanıta dayalı tıp alanında yardımcı bir araç olarak kullanılması beklenmektedir.

Tablo 4 –Sorgu sonucu mamografi görüntüleri.

Sorgu A	Sonuç A.1	Sonuç A.2	Sonuç A.3
			
Sorgu B	Sonuç B.1	Sonuç B.2	Sonuç B.3
			
Sorgu C	Sonuç C.1	Sonuç C.2	Sonuç C.3
			

6. Teşekkür/Not

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK, tarafından EEEAG/107E217 numaralı araştırma projesi kapsamında destelenmiştir.

7. Kaynakça

- [1] Oliver A, Freixenet J, Bosch A, Raba D, and Zwiggelaar R, Automatic Classification of Breast Tissue, IbPRIA 2005, p. 431–438, 2005.
- [2] Watson I, Survey of CBR Application Areas, <http://www.ai-cbr.org/iccbr99/presents/iwatson.pdf>, 1999.
- [3] Hung S, Chen C, Mammographic Case Base Applied for Supporting Image Diagnosis of Breast Lesion, Expert Systems with Applications: An International Journal, Volume 30 , Issue 1 (January 2006), p. 93-108, 2006.
- [4] Qi D, Denton ERE, Zwiggelaar R, "Semantic Analysis on Medical Images: A Case Study", Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition - Volume 01, p. 1260 - 1263, 2006.
- [5] Rubin DL, Mongkolwat P, Kleper V, Supekar KS, Channin DS, Medical Imaging on the Semantic Web: Annotation and Image Markup, AAAI Spring Symposium Series, Semantic Scientific Knowledge Integration, Stanford University, 2008.
- [6] Levy MA, O'Connor MJ, Rubin DL, Semantic Reasoning with Image Annotations for Tumor Assessment, AMIA Annu Symp Proc., p. 359-363, 2009.
- [7] Ozan AKÇAY, Adil Alpkocak, Pınar Balcı, Oğuz Dicle, DEMEK: Çok Amaçlı Sayısal Mamografi Referans Veri Kümesi, VI. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, Antalya, 2009.
- [8] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O.Lassila, "The Semantic Web", Scientific American, vol. 184, no. 5, pp. 34-43, 2001.
- [9] SWRL : A Semantic Web Rule Language, <http://www.w3.org/Submission/SWRL/> , May 2004.
- [10] SQWRL : Semantic Query Web Rule Language, <http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?SQWRL>
- [11] Özlem Öztürk, Hakan Bulu, Adil Alpkocak, Cüneyt Guzelış, İçerik Tabanlı Sayısal Mamografi Görüntü Erişim Sistemi için Öznitelik Seçimi ve Görüntülenmesi, 17.Sinyal İşleme Uygulamaları Kurultayı SIU2009, Antalya, 2009.

8. Sorumlu Yazarın Adresi

Hakan BULU, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgi İşlem Merkezi 35160 Tınaztepe Kampüsü - BUCA / İZMİR
E-posta: hakan.bulu@deu.edu.tr