Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi
30 (1), 169-174, 2018

Science and Eng. J of Fırat Univ.
30 (1), 169-174, 2018

Anlamsal Web Kullanılarak İlaç Ontolojisi Çıkarılması

Osman ALTAY[1], Mustafa ULAŞ[1*]
Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği, Elazığ ve Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği, Elazığ
*mustafaulas@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 22.08.2017; Kabul/Accepted: 14.01.2018)

Özet

Web sitelerinde bulunan veriler insanlar için okunması ve anlaşılması çok kolay olacak şekilde hazırlanmaktadır. Anlamsal web ile beraber web siteleri içerisinde bulunan verilere anlamlar yüklenerek insan-bilgisayar etkileşimi ileri seviyeye taşınması amaçlanmıştır. Anlamsal web, kullanıcılar tarafından anlaşılan bilgileri, makineler tarafından da anlaşılır hale getirmektedir. Ontoloji ile ilişkilendirilen verilerden çıkarım yapılması daha kolay olmaktadır. Makinenin anlayacağı bir formata dönüştürülen veriler birçok alanda işlenerek kullanılmaktadır. Anlamsal web ve ontoloji bilimi sağlık, eğitim ve iktisat gibi birçok alanda bilgi çıkarım için uygulanabilmektedir. Bu çalışmada hastaların kullandığı ilaçları azaltmaya yönelik bir ontoloji geliştirilmiştir. Semptomlara uygun ilaçların tercih edilmesinde kullanılan ilaçların sayısı, hasta sağlığı açısından büyük bir önem arz etmektedir. Bu sayıyı azaltmaya yönelik yapılacak olan çalışmalar hastanın maruz kaldığı yabancı madde oranını düşürecektir. En çok rastlanan 6 farklı semptom için kullanılan 25 farklı etken madde üzerinden bir ontoloji modeli ortaya koyulmuştur. Çalışma ile önerilen model, Protege ortamında geliştirilerek hastalara uygulanan ilaç sayısını azaltılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anlamsal Web, Ontoloji, Protege, OWL, Kişiselleştirilmiş Sağlık

Build a Drug Ontology Using Semantic Web

Abstract

The data on the web sites are prepared for people to read and understand very easily. Along with the semantic web, it is aimed to move forward the human-computer interaction to the advanced level by loading the meanings data containing in the web sites. The semantic web makes the information understood by users understandable by machines. It is easier to deduce from the data associated with ontology. The data converted into a form that the machine understands is used by processing many areas. The semantic web and ontology can be applied to information retrieval many fields such as health, education and economics. In this study, an ontology was developed to reduce the drugs used by patients. The number of medicines used in accordance with symptoms is of great importance in terms of patient health. The work to reduce this number will reduce the rate of foreign matter the patient is exposed to. An ontology model has been developed based on 25 different active agents used for the 6 most common symptoms. The model proposed in this study aims to reduce the number of medicines applied in the disease by being developed in Protege environment.

Keywords: Semantic Web, Ontology, Protege, OWL, Personalized Health

1. Giriş

Bilginin küreselleşmesi ile üretilen verinin yoğunluğu artmıştır. İnternet ortamında üretilen bilgiler normal yöntemlerle incelenemeyecek kadar yüksek bir hacimdedir. Bu ise işlenecek verilerin anlamsız ve düzensiz bir yapıdan ontolojik açıdan ilişkilendirilmesi mecburiyetini ortaya koymaktadır. Bu verilerin hızlı bir şekilde bilgiye dönüştürülmesini sağlamak adına insan-bilgisayar etkileşiminin etkinliğinin artırılması gerekmektedir. Bu etkinlik artışını sağlayacak olan yöntemlerden biri de anlamsal web sistemleridir. Anlamsal web sistemleri eğitim, sosyal bilimler, ekonomi ve sağlık gibi birçok alanda var olan yoğun ve düzensiz verinin tasnifi ile bilgisayar tarafından anlaşılır hale gelmesini sağlamaktadır. İlaçlar ile hastalık semptomları

arasındaki ilişki uzman doktorlar tarafından belirlenebilmektedir. Anlamsal web sistemler ile uzmanların oluşturduğu tecrübe, bilgisayarların karar destek mekanizmalarına aktarılabilmektedir.

Anlamsal web kavramı 2001 yılında Tim Berners-Lee tarafından bulunmuştur. Tim Berners-Lee'ye göre anlamsal web ayrı bir yapı olarak değil günlük kullandığımız web'in bir uzantısı şeklindedir. Anlamsal web sayesinde siteler üzerindeki verilere anlamlar yüklenerek insan bilgisayar etkileşiminin daha ileri seviye gitmesi amaçlanmıştır.

Web üzerinde oluşturulan sistemler kullanıcı tabanlı oluşturulmaktadır. Bu sistemler kullanıcıların kolayca anlayabileceği, hızlı kullanabileceği ve rahat okuyabileceği şekilde tasarlanmaktadır. Bu sistemlerin bilgisayar tarafından anlaşılabilir olması için anlamsal web, web sayfalarının içeriğinin anlamlı bir yapıya dönüştürülerek ve yazılım ajanlarının web sayfaları içerisinde dolaşması sağlanarak, kullanıcılar için gelişmiş görevleri yerine getirebileceği bir ortam sunmaktadır [1].

Yazılım ajanları, internet ortamındaki herhangi bir sitede bulunan bilgileri kendisine verilen nitelikler aracılığı ile anlamlı bir hale gelmesini sağlayabilmektedir. Örneğin bir sitede bulunan kitabın fiyatı "fiyat", başka bir sitede ise "ücret", bir diğerinde ise "bedel" olarak etiketlenmiş ise, yazılım ajanı bu üçünün aynı olduğunu ve fiyatlar arasında karşılaştırma yapabileceğini bilmemektedir. Anlamsal web, bu gibi durumlarda yazılım ajanlarının anlayabileceği bir algoritma kurmayı sağlayarak, web üzerindeki bilgilerin yazılımlar içinde anlamlı hale gelmesini sağlamaktadır.

Ontoloji sözlükte varlık bilimi olarak geçmektedir. Ontoloji kavramının felsefede varoluş konusuna kadar giden uzun bir geçmişi vardır. Ontoloji kavramı ilk olarak Aristo tarafından ortaya atılmıştır. Aristo, bilgilerin sistematik şekilde saklanmasıyla, bu bilgilerin daha verimli şekilde kullanılacağını düşünmüştür [2]. Ontoloji ile oluşturulan bilgilerin işlenmesi için mantık kullanılmaktadır. Ontoloji, mantık kullanılarak sistematik olarak oluşturulan kurallardaki değişkenlere karşılık gelen kavramları içermektedir. Ontoloji ve mantık beraber kullanılarak eldeki bilgiler üzerinden yeni bilgilerin oluşturulması için bir sistem oluşturmaktadır [2].

Web ontoloji dili OWL; terimler, grup halindeki terimler ve terimler arasındaki ilişkiler hakkındaki karmaşık ve zengin bilgileri temsil etmek için tasarlanmış anlamsal bir web dilidir.

Bansal vc Chawla tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada bilgisayar bilimleri için anlamsal web tabanlı bir sistem tasarlanarak etki alanına özgü bilgi alma sistemi yapılmıştır [3]. Zenuni ve arkadaşları 2015 yılında sağlık alanında anlamsal webin kullanılmasını incelemişlerdir [4]. Tao ve arkadaşları ise 2013 yılında anlamsal web gösteriminde biyomedikal ontoloji için terminolojik gösterim kuralları tasarlamışlardır [5]. Yapılan çalışmada RDF, OWL ve SKOS kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmada 6 farklı semptom için 25 farklı etken madde kullanımı üzerinden bir ontoloji modeli çıkarılmıştır. Bu model ile hastaların kullanacağı ilaçların belirlenmesi aşamasında doktorlara karar destek sistemi olarak sunulabilecektir. Model önermiş olduğu ilaçlar ile hastanın gereğinden fazla ilaç kullanımını önlemeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen ontolojik anlamsal web sistemi, tam olarak tüm semptom ve etken maddeler üzerinde irdelendiğinde oluşturulan model doktorların hastaya uygulayacağı ilaç ya da ilaçların tespiti konusunda önemli bir karar destek sistemi olacaktır.

3. Ontoloji

Bilgisayar terimi olarak ontoloji, bir ajanı veya bir ajan topluluğu için var olabilecek kavram ve ilişkilerin özel olarak tanımlanmasıdır. Gruber'e göre ontoloji, "kavramsallaştırmanın doğrudan tanımı" şeklinde ifade edilmiştir [6].Ontoloji kavramının anlamsal web'deki kullanımının tanımlanması 2002 yılında ilk kez yapılmıştır. Bu makalede ontoloji kavramının neleri barındırması ve nasıl tanımlandıklarında ontoloji sayılacağı açıklanmıştır [7].

Ontolojilerin birinci özelliği; ontoloji içerisinde yer alan her terimin tanımlanmış olmasıdır. Bu terimler sonlu sayıda olmak zorundadır. Bir diğer özellik ise; bu terimlerin ilişkili anlamlar içermesidir. Üçüncü özellik ise terimlerin sistematik olması gerekmektedir. Yani

bir sınıfın, alt sınıfındaki örnekler kendisi için de birer örnek olmalıdır.

XML dilinde, veriler sadece sınıflandırılabilmektedir. XML dilinde sınıflandırılmış olan veriler insanlar tarafından anlamlı halde bulunurken bilgisayar için herhangi bir anlam ifade etmemektedir. Verilerin makineler için anlamlı hale gelmesi için XML ve RDF schema gibi diller kullanılmış fakat bu diller ile kısmen anlaşılabilir hale gelerek içerik çıkarma ve metin özeti gibi yetenekler sağlanmıştır. Sınıflandırma işlemi zaman içerisinde gelişerek makinelerin yargılama ve çıkarım yapma yetenekleri geliştirilmiş ve bu sayede anlamsal web dilleri ortaya çıkmıştır.

4.Anlamsal Web Dilleri

4.1.Resource description framework (RDF)

Resource description framework (RDF) 1997 yılında W3C tarafından duyurulmuştur. RDF'in ortaya çıkışında anlamlı bir web'e duyulan ihtiyacın artması önemli bir rol oynamıştır. RDF'in ortaya çıkmasında kullanıcı toplulukları, The Internet Engineering Task Force (IETF), World Wide Web Consortium (W3C) gibi bir çok kurum ve kullanıcı rol almıştır. 1999 yılında RDF web'in işlevi ve işbirliğini arttırmak amacıyla W3C'nin standartları arasına girmiştir. Web içerisinde yer alan kaynakların tanımlanabilmesi için geliştirilmiş bir dildir. Web kaynakları içerisinde yer alan bir metadatanın saklanabilmesine olanak sağlamış ve bu verilerin farklı uygulamalar arasında değiştirilmesi sırasında yaşanabilecek anlamsal kaybı engelleyen bir yapıya sahiptir. RDF dilinin farklı amaçlara yönelik çeşitleri bulunmaktadır. N3 yapısı; RDF dosyalarının insanlar içinde okunabilir halde olduğu yapıdır. RDF/XML yapısı ise XML ile uyumlu bir yazılımın anlayabileceği bir yapıdadır ve kullanıcı tarafından okunup anlaşılması çok zordur.

4.2.RDF schema

RDF schema, RDF modelinin ek ifadeler ve semantik model ile geliştirilmiş halidir [8]. RDF schema web kaynaklarını tanımlamak için kullanılan meta dataların tanımlanması için kullanılmaktadır. RDF schema, bazı temel sınıflardan ve özelliklerden oluşmaktadır. Bu yapı herhangi bir alana sığması için genişletilebilmektedir. Sınıflar hiyerarşik olarak düzenlenir ve özelliklerin kullanımı belirli sınıf üyeleri için sınırlandırılabilmektedir. Sınıf hiyerarşisinin kökü rdfs: resource. rdfs: class ise RDFS kaynağın alt sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Özellikler RDF: Property sınıfı ile tanımlanır ve kaynakları tanımlamak için onlara değer atayarak kullanılan öznitelikler olarak görülmektedir. Özellikler kendilerinin kaynağıdır. RDF schema spesifikasyonu, diğer ön tanımlı veya kendinden tanımlı özelliklerin aksine bazı kısıtlamaları olan dört özelliği tanımlamaktadır. Bunlar rdfs:subClassOf, rdf:type, rdfs:range, rdfs:domain'dir. Bu dört özellik RDF schema yapısını ve önceden tanımlı olarak bulunan RDF scheme yapılarını tanımlanması sağlamaktadır [9].

4.3.OWL 2

OWL hesaplama mantık-tabanlı bir dildir. Yani OWL ile ifade edilen bilgi, bilgisayar programları aracılığıyla, bilginin tutarlılığını doğrulamak veya üstü kapalı halde bulunan bilginin açıkça gösterilmesi için kullanılabilmektedir. Ontoloji olarak bilinen OWL belgeleri web ortamında yayımlanabilir ve diğer OWL ontolojilerine atıfta bulunabilir ya da diğer OWL ontoloji tarafından atıf alabilmektedir. OWL, RDF ve SPARQL'yi içeren W3C'nin Semantik Web teknolojisi yığınının bir parçasıdır [10].

OWL dilinin üç farklı türü bulunmaktadır. Birincisi; OWL Lite bu üç türün basit halidir. Sınıflandırma ve sınıflar üzerinden temel kısıtlama yapmaktadır. Bu sayede anlamsal web ile çıkarım yapma işlemini hızlı bir şekilde yapmaktadır. İkincisi OWL DL ise daha iyi bir anlatım gücüne sahiptir. Sonuncu OWL Full'de ise kısıtlamalar yoktur. Kısıtlamalar olmadığı için OWL Full'de çıkarım yapılmaktadır.

5.Ontolojinin Geliştirilmesi ve Tanımlanması

Belirli bir alandaki bilgilerin ve bu bilgi kümelerinin birbirleri ile olan ilişkilerinin bilgisayarın anlamlandırabileceği bir hale getirilerek tanımlanması ve gösterilmesi işlemine

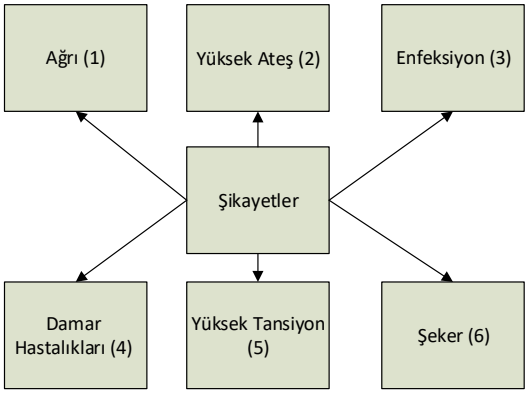
ontolojinin geliştirilmesi ve tanımlanması denilmektedir [11].

Bu sayede belirli bir alandaki ortak ve paylaşılan terimlerden bir model oluşturulabilmektedir. Model oluşturulması sırasında terimlerin; nesneler ve ilişkilerle gösterilmesi gerekmektedir [12]. Ontoloji;

- Kavram ve varlık sınıflarının gösterilmesi
- Sınıfların hiyerarşik yapılarının gösterilmesi
- Varlıklara ait özelliklerin ilişkilerinin tanımlanması ile ortaya çıkmaktadır.

6.Uygulama

Günümüzde birçok alanda kullanılan ontoloji, bilgi yönetimi için en önemli araçtır. Bu çalışmada yapılan uygulamadaki amaç sağlık alanında bilgi yönetimini en uygun şekilde ontoloji ile uygulamaktır. Yapılan uygulama ile belirtilen hasta şikâyetlerine göre kullanabilecekleri ilaçlar ve bu ilaçların eşdeğerleri ve aynı zamanda etken maddeleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Kullanıldığı şikâyetler bölümünde yer alan hasta şikâyetlerin numaralandırılması ve ilişkilendirilmesi Şekil 1'de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Şikâyetler

Tablo 1. Eşdeğerleri ile birlikte ilaç tespitinin ve bu ilaçların etken maddelerinin ilişkileri

Ana İlaçlar	Eşdeğerleri	Etken Maddeleri	Kullanıldığı Şikâyetler
Minoset	Gripin, Vermidon, Calpal,Panadol, Tamol, Panalgine	Paracetamal, Propyphenazone, Caffeine	1-2-3
Brufen	Artril, Profen, Nurofen	İburofen	1-3
Apranax	Aleve, Apraljin, Aprol Fort, A-nox Fort	Naproxen Sodium	1
Endol	Endostatin, İndemet	İndomethacin	1-2-3
İbufen	Pedifen, Dolven	Ibuprofen	1-2
Nolvagin	Seskoljin, Geraljin, Devalgin, Novaprin,	Metamizol Sodyum	1-2
Cipro	Sifloks, Roxin, loxasid	Ciprofloxacin	3
Augmentin	Klawnat, Klamoks, Bioment, Amoklavin, Amoksilov	Amoxicilin trihidrate, Potassium clavulanate	3
Daflon		Diosmin, Hesperidin	4
Digoxin	Digoxin Nativelle, Lanaxin	Digoxine	4
Coumadin	Orfarin	Warfarin sodium	4
Desal	Lasix, Lizix, Furomid, Urex, Salfuron	Furosemide	5
Ayra Tablet	Atacond	Candesarton cilexitil	5
Diamigron	Betanorm, Oramikron, Glumicron	Gliclazide	6
Glimax	Amarly, Diameprid	Glimepiride	6
Vasoxxen		Nebivolol, HCL	4-5
Benexel		Vitamini B-12	4-5-6
Caodivan		Valsarton, Hydrochlorothiazide	4-5
Concor		Bisoprolol fumarat	4-5

Ontoloji oluşturmak için ilişkilerin belirlenmesinde hastalık şikâyetleri temel alınmıştır. Bazı ilaçların tek bir şikâyet için değil, farklı şikâyetlere de kullanılabilmesi için oluşturulan ontolojinin ana özelliği olarak belirlenmiş ve seçilen ilaçlar bu kurala göre seçilmiştir. Örneğin baş ağrısı için kullanılan minoset ilacı Paracetamal, Propyphenazone, Caffeine isimli etken maddelere sahiptir. Bu etken maddeler ayrıca yüksek ateş ve enfeksiyon gibi

şikayetler için de kullanılmaktadır. Şikayetleri ağrı, yüksek ateş
ve enfeksiyon olan bir kişinin, ağrı için apranax kullanması ve diğer şikayetler için ayrı ayrı ilaç kullanması kişinin fazla ilaç almasına sebep olacak ve hasta için belki geri dönüşü mümkün olmayan farklı hastalıklara sebep olabilecektir.

Oluşturulan ontoloji ile kişi şikâyetlerine göre kullanabileceği minimum ilacı tercih edebilecektir. Böylelikle hasta, daha az ilaç kullanarak, vücudunu daha az yabancı maddeye maruz bırakacaktır. Bu sayede fazla ilaç kullanmaktan kaynaklanan mide asidinin dengesinin bozulması, böbrek yetmezliği, karaciğer enzimlerinin etkilenmesi ve ilaçların çapraz kullanmasından kaynaklanan alerjik rahatsızlıklar gibi birçok hastanın kendisi için sorun oluşturabilecek yan etkilerden korunabilecektir.

Ontoloji oluşturulduktan sonra ontolojinin bilgisayar ortamında modellenmesi için protege 5.1.0 kullanılmıştır.

Protege, Stanford üniversitesi tarafından geliştirilmiştir. Uzun yıllardır tıp ve imalat gibi alanlardaki uzmanlar, alan modellenmesi için Protege-2000 kullanmıştır. Protege ontoloji ile alan modelleri ve bilgi tabanlı uygulamalar oluşturmak için araçlar sunan açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Tamamen özelleştirilebilen bir kullanıcı ara yüzü ile tek bir çalışma alanında bir veya daha fazla ontolojinin oluşturulması ve düzenlenmesine olanak sağlamaktadır. Görselleştirme araçları, ontoloji ilişkilerinin navigasyonuna izin vermektedir [13,14].

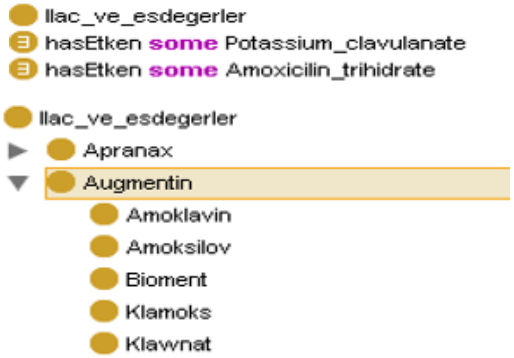
Ontolojinin oluşturulmasında editör olarak Protege'de ontoloji oluştururken süper sınıflar ve altsınıflar oluşturulmuştur. Ontoloji oluştururken öncelikle yapılması gereken süper sınıflar ve altsınıfların belirlenmesidir. Süper sınıflar etkin madde, ilaç ve eşdeğerleri ve şikayetler olarak belirlenmiştir.

Örneğin Minoset ilacının ve eşdeğerlerinin ilişkili olduğu etken maddeler Paracetamal, Propyphenazone ve Caffeine olarak gösterilmiştir ve aralarında sahiplik ilişkisi bulunmaktadır. Şekil 2'de Minoset ilacının ve eşdeğerlerinin ilişkili olduğu etken maddeler gösterilmiştir.



Şekil 2. Minoset ilacı eşdeğerleri

Şekil 3'te olduğu gibi burada da Augmentin ilacının eşdeğerleri ve ilişkili olduğu etken maddeler gösterilmiştir.



Şekil 3. Augmentin ilacı eşdeğerleri ve ilişkili olduğu etken maddeler

Tablo 2'de Augmentin ilacına ait protege kodlarının bir kısmı verilmiştir.

Tablo 2. Augmentin ilacına ait protege kod örneği

```
<owl:Class rdf:ID="Augmentin">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="#Ilac_ve_esdegerler"/>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="#hasEtken"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="#Potassium_clavulanate"/>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="#hasEtken"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="#Amoxicilin_trihidrate"/>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
```

7.Sonuçlar

Gün geçtikçe katlanarak büyüyen web ortamındaki bilgiler insanoğlu hakkında yaşamdan ölüme kadar birçok bilgiyi tutmaktadır. Bu bilgiler web ortamında dağınık ve anlamsız bir şekilde bulunmaktadır. Bilgilerin bilgisayar için anlamlandırılması ve insanoğluna göre çok daha hızlı veri işleme kapasitesine sahip bilgisayarlar tarafından işlenerek çıkarımlarda bulunulması büyük bir önem arz etmektedir. Bu yüzden bu çalışmada anlamsal web için bilgilerin ilişkilendirilmesinde geçmişten beri büyük önem arz eden ontoloji bilimi kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada yapılan uygulamadaki ana amaç, sağlık alanında kullanılan ilaçların, eşdeğerlerinin ve bu ilaçların kullanılma sebeplerinin en uygun şekilde ilişkilendirilerek ontolojilerinin çıkarılmasıdır. Yapılan uygulama ile belirtilen hasta şikâyetlerine göre kullanabilecekleri ilaçlar, ilaçların eşdeğerleri ve aynı zamanda etken maddeleri gösterilmiştir.

Çalışmada hastalara verilen ilaçların tespiti ve ilaç sayısının optimum sayıya düşürülmesi için ontoloji çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile hastanın şikâyetlerinin giderilmesi için verilecek olan ilaçların sayısının minimum sayıda olması hedeflenmiştir. İlaç sayısının azalması kişilerin daha az yabancı maddeye maruz kalmasını ve gereksiz ilaç etkileşimini azaltmaktadır. Bu sayede mide asidinin dengesinin bozulması, karaciğer enzimlerinin etkilenmesi, böbrek yetmezliği ve ilaçların çaprazın etkileşiminden kaynaklanan alerjik rahatsızlıklar gibi farklı birçok yan etkiden hastalar korunmuş olacaktır.

8.Kaynaklar

1. Berners-Lee, T., Hendler, J., ve Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific American*, **cilt 284(5)**, pp. 28-37.

2. Öztürk, Ö. (2004). Anlamsal web için bir ontoloji ortamı tasarımı ve gerçekleştirimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 114s.

3. Bansal, R., Chawla, S. (2016). Design and development of semantic web-based system for computer science domain-specific information retrieval. *Perspectives in Science*, **8**: 330-333.

4. Zenuni, X., Raufi, B., Ismaili, F., Ajdari, J. (2015). State of the Art of Semantic Web for Healthcare. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **195**: 1990-1998.

5.Tao, C., Pathak, J., Solbrig, H.R., Wei, W.O., Chute, C.G. (2013). Terminology representation guidelines for biomedical ontogies in the semantic web notations. *Journal of biomedical informatics*. **46(1)**: 128-138.

6.http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html. 12.01.2017

7. Fensel, D. (2002). Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential. USA: *MIT Press*.

8. Broekstra, J., ve Kampman A. (2003). Inferencing and Truth Maintenance in RDF Schema. *PSSS*, cilt **8**.

9. Nejdl, W.,Wolpers M. Ve Capelle, C. (2000). The RDF schema specification revisited. *Workshop Modellierung 2000*

10. Hitzler, P., Krötzsch, M., Parsia, B., Patel-Schneider, P.F., Rudolph, S. (2009). OWL 2 Web Ontology Language: Primer. W3C recommendation **27**.1:123.

11. Daconta, M.C., Obrst, L.J. and Smith, K.T. (2003). The Semantic Web: A guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-43257-9 312s.

12. Kurtel, K. (2008). Web'in Geleceği: Anlamsal Web. *Ege Academic Review* **8(1):** 205-213.

13. Noy, N., Sintek, M., Decker S., Musen, M.A. (2001). Creating semantic web contents with protege-2000. *IEEE intelligent systems* **16(2)**: 60-71.

14. URL-1, http://protege.stanford.edu/ 12.02.2017