

PAPER DETAILS

TITLE: Ulusal Saglik Veri Sözlüğü için Ontoloji Tabanlı Üst Veri Yönetim Sistemi

AUTHORS: Yasemin YÜKSEK,Murat Osman ÜNALIR

PAGES: 133-144

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/190827>

Ulusal Sağlık Veri Sözlüğü için Ontoloji Tabanlı Üst Veri Yönetim Sistemi

Ontology Based Metadata Management for National Healthcare Data Dictionary

Yasemin YÜKSEK^{a*}, Murat Osman ÜNALIR^b

^aKastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğt. Bölümü, 37200, Kastamonu

^bEge Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi/Received : 07.11.2011, Kabul Tarihi/Accepted : 23.02.2012

ÖZET

Ontoloji tabanlı üst veri, içerik seviyesinde bilgiye biçimsel anlamsallık kazandıran ontolojiler temelindedir. Bu çalışmada, Ulusal Sağlık Veri Sözlüğü (USVS) için geliştirilen ve üst veri modellenmesini hedefleyen ontoloji tabanlı üst veri yönetimi önerilmiştir. USVS, Türkiye genelinde bütün sağlık kurumlarında referans olarak kullanılmakta ve terminoloji bakımından büyük katkı sağlamaktadır. Önerilen ontoloji tabanlı üst veri yönetimi, üst veri gereksinimlerini modelleme metodolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metodoloji; üst veri ile ilgili kullanıcıların belirlenmesi, her bir kullanıcı için üst veri gereksinimlerinin listelenmesi, üst veri kaynaklarının tanımlanması, üst verinin sınıflandırılması ve bir üst veri modeli oluşturma süreçlerini içermektedir.

Anahtar Kelimeler: USVS, Üst veri, Ontoloji, Ontoloji tabanlı üst veri yönetimi.

ABSTRACT

Ontology based metadata is based on ontologies that give formal semantics to information for content level. In this study, ontology based metadata management that intended the metadata modeling developed for National Health Data Dictionary (NHDD) was proposed. NHDD is used as a reference to all health institutions in Turkey and it provides great contribution in terms of the terminology. The approach of the proposed ontology based metadata management was achieved by using modeling methodology of metadata requirements. This methodology includes determination of metadata beneficiaries, listing of metadata requirements for each beneficiary, identification of the source of metadata, categorizing of metadata and a metamodel building.

Keywords: NHDD, Metadata, Ontology, Ontology based metadata management.

1. GİRİŞ

Sağlık kurum ve kuruluşlarında dağıtık ortamlarda bulunan sağlık bilgi sistemlerinin birlikte çalışabilir (interoperability) olmaları gerekmektedir. Birlikte çalışabilirlik için; sağlık bilgisinin öncelikle ulusal ve bazı uluslararası standartlara uygun şekilde veri setleri formunda toplanması gerekmektedir (SVSGK, 2008; Meteor, 2010). Sağlık verilerinin belirli bir veri seti formunda toplanarak biçimsel gösterimine yardımcı olması açısından sağlık veri sözlükleri

kullanılmaktadır (Huff v.d., 1998). Ulusal Sağlık Veri Sözlüğü (USVS), T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından sağlık kurumlarında dağıtık ortamda bulunan bilgi sistemleri için referans olarak kullanılabileceği düşünülmüş ve oluşturulmuştur (Kose v.d., 2008; SVSGK, 2008).

USVS, tüm sağlık kurumlarından verilerin standartlar doğrultusunda toplanmasını, analizini ve değerlendirilmesini hedeflemektedir. Böylelikle bilgi gösterimi ve karar destek süreçlerinin gerçekleştirilmesinde, bilginin diğer

* Yazışılan yazar/Corresponding author. E-posta adresi/E-mail address : yuksek.yasemin@gmail.com (Y. Yüksek)

sistemler arasında etkin ve güvenilir bir biçimde bilgi paylaşımı sağlanmaktadır. Ayrıca Sağlık Kodlama Referans Sunucusu (SKRS) üzerinden ulusal alanda referans olarak kullanılan kodlama ve sınıflandırma sistemlerinin tanımlarını da içermektedir.

Sağlık verisinin, daha iyi analiz edilebilmesi için belirli veri setleri formuna uygun olarak modüler bir yapıda toplanması gerekmektedir. USVS, farklı kategorilerde veri setlerinden oluşmaktadır. Belirli amaç için toplanmış minimum içeriğe sahip olan veri setleri, Minimum Sağlık Veri Seti (MSVS) olarak adlandırılmaktadır (Kabak v.d., 2008; Meteor, 2010). USVS’de tanımlanan veri elemanları, sözlükte yer alacak olan her bir kaydı temsil etmektedir. Her veri elemanı; alanlar ve özellikler kümesi yardımıyla veri tanımlama, gösterimi ve yönetimi için verinin temel birimi olarak kullanılmaktadır.

Mevcut USVS veri seti ve veri elemanı tanımlama şablonu hazırlanırken ISO/IEC 11179¹-4 (Bilgi Teknolojisi-Veri Elemanlarının Özellikleri ve Standartizasyonu - Bölüm 4: Veri Tanımlarının Formülasyonuna Ait Kurallar ve Kılavuzlar) standardı göz önüne alınmıştır. Bu standart, veri seti ve veri elemanı tanımlarının oluşturulması için gerekli olan kuralları ve kılavuzları içermektedir (Jia v.d., 2009). ISO/IEC 11179-4 standardı veri ve üst verilerinin birlikte çalışabilirliğini sadece sözdizimsel olarak göz önünde tutmaktadır. Verilerin analizinde sözdizimsel yapının yanısıra anlamsal yapıların da kullanılması büyük önem taşımaktadır. Anlamsal Web’in gerçekleştirilmesinde anahtar teknoloji olarak kullanılan ontolojiler, verinin biçimsel gösteriminde birlikte çalışabilirliğin anlamsal seviyede sağlanmasını ve farklı uygulamalarda yeniden kullanılabilir, paylaşılabılır bir modelin oluşturulmasını hedeflemektedirler.

Ontoloji tabanlı üst veriler ve üst veriler arasındaki ilişkilerin gösterimi için üst veri modeli kullanılmaktadır. Ontolojilere dayalı olarak geliştirilen üst verinin modellenmesi için üst veri yönetimi işlevselliği tanımlanmaktadır. Ontolojilere dayalı yani bir anlamda ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde önemli olan üst veri gereksinimlerinin birlikte çalışabilirlik temeline dayalı olarak listelenmesidir. Bu çalışmada,

Anlamsal Web yapıları ile sağlık alanındaki bileşenler arasında etkileşimi destekleyen ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerinin modellenmesi sürecini karşılayan metodoloji tanıtılmaktadır. Önerilen ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerini modelleme metodolojisinin odağı, ülkemizde kullanılan USVS için ontoloji tabanlı üst veri modeli oluşturmayı hedefleyen bir yaklaşıma dayanmaktadır.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde ilgili çalışmalar hakkında bilgiler yer almaktadır. Üçüncü bölümünde çalışma için gerekli teknolojiler hakkında genel bilgiler verilmektedir. Bu bölüm içerisinde USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetiminin önemi açık bir şekilde vurgulanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ontoloji tabanlı üst verilerin birlikte çalışabilirliği dikkate alınarak üst veri yönetimi amacıyla üst veri gereksinimlerinin modellenmesi süreçleri temelinde ülkemizde kullanılan USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetimi ve ontoloji tabanlı üst veri modeli oluşturmayı hedefleyen bir metodoloji gerçekleştirilmiştir. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları hakkında değerlendirme yer almaktadır.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bilgiye erişimi ve diğer sistemler arasında etkin ve güvenilir bir biçimde bilgilerin paylaşımını kolaylaştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda üst veriler ve Anlamsal Web teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte etkin olarak ontolojiler de sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle web kolay bir şekilde hem insanlar tarafından okunabilecek hem de uygulamalar tarafından anlaşılabilir olacaktır.

Ontolojiler, farklı alanlarda çeşitli uygulamalar tarafından kullanılabilir. Son yıllarda sağlık verilerini analiz ederek uygulama anlamında yararlı ve anlamlı bilgilere ulaşmak için ontolojilerin yüklendiği ontoloji depoları geliştirilmiştir. 2008 yılında Noy v.d. çalışmasında, biotibbi ontoloji deposu olarak BioPortal uygulamasını oluşturmuştur (Noy v.d., 2008). BioPortal içerisindeki ontolojiler hakkında ayrıntıları göstermek için BioPortal üst veri ontolojisi² geliştirilmiştir. BioPortal üst veri ontolojisi, BioPortal içerisindeki

¹<http://metadata-stds.org/11179/>

²http://www.bioontology.org/wiki/index.php/BioPortal_Metadata

ontolojilere ait kapsadığı alan, yazar, sürüm numarası, geliştirme ve güncelleme tarihleri ile ilgili bilgileri içermektedir.

2009 yılında Palma v.d.'nin yaptığı çalışmada (Palma v.d., 2009), sağlık alanında ontolojiler hakkında üst veri bilgilerini modellemek için üst veri standardı olarak Ontoloji Üst Veri Sözlüğü (Ontology Metadata Vocabulary, OMV³) önerilmektedir. OMV ile bu çalışmada ortaya konulan ontolojiye ait üst veriler isim, URI, versiyon, kaynak yeri, ontoloji dili, geliştirilme ve güncelleme tarihi, sınıflar, özellikler, örnekler ve aksiyomların sayısı vb. bilgileri kapsamaktadır. Ayrıca ontoloji etiketleme işlemi için de üst veriler kullanılmaktadır. Anlamsal Web (Berners-Lee, 2001; Daconta v.d., 2003), iyi tanımlanmış verilerin ve aralarındaki ilişkilerin makineler tarafından anlaşılabilir olmasını sağlayan mevcut web'in bir uzantısıdır. Anlamsal Web ortamında üst veri uygulamalarını geliştirmek için bir çok yazılım çatıları bulunmaktadır. 2009 yılında Wang ve Kosar (Wang ve Kosar, 2009) çalışmalarında, web kaynaklarına ait ontoloji yönetimini ve üst veri çıkarımını sağlayan bir üst veri çatısı geliştirmişlerdir. Üst veri çatısının geliştirilmesinde bilgi mühendisliği ve kümeleme analizi teknikleri (örneği k-ortalamlar tekniği) kullanılarak üst verilerin tanımlanması ve sınıflandırılması amaçlanmaktadır (Zhang v.d., 2010).

Sağlık alanında bilgi sistemleri arasındaki birlikte çalışabilirlik ihtiyaçlarına uygun olarak üst veri yönetiminde genel olarak üst veri çıkarsama, yetkilendirme ve eşleme teknikleri kullanılmaktadır (Chong v.d., 2003) 2003 yılında yaptıkları çalışmada, anlamsal bir model sunmuşlardır. Üst veri yönetiminde bu model, farklı katmanlarda içsel ve dışsal olarak iki veri kümesi arasındaki eşlemelerin gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır.

Ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde genel işlevselliği sağlamak için ontoloji tabanlı üst veri modeli oluşturulmaktadır. Ontoloji tabanlı üst veri modeli, kavramlar hakkında anlamsal bilgileri ve ilişkileri içermektedir. 2009 yılında (Jia v.d., 2009) yaptıkları çalışmada, belirli bir alana ait kavramları, bu kavramların özniteliklerini, hiyerarşik ilişkileri, ilişki kümelerini, ontoloji örneklerini, fonksiyonları

ve kurallar kümesini kullanarak örnek bir ontoloji tabanlı üst veri modeli oluşturulmuştur.

Ontoloji tabanlı üst veri modelini oluşturmayı hedefleyen bir metodolojiye dayalı olarak üst veri gereksinimlerini tanımlamak gerekmektedir. Ancak literatürde anlamsal seviyede olmayan veri kaynakları için üst veri gereksinimlerinin modellenmesine yönelik literatürde gerçekleştirilmiş çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan biri olarak Tannenbaum (2001) tarafından üst veri gereksinimlerinin modellenmesi için dokuz adımdan oluşan bir metodoloji önerilmiştir: Üst veri kullanıcılarını belirleme, kullanıcılar tarafından üst veri gereksinimlerini listeleme, üst veri kaynaklarını tanımlama, üst veri mimarisinin planlanması, üst veri sınıflandırma, bir üst veri modeli oluşturma, üst veri gösterimi ve erişimi, üst veri işleminin sağlanması ve üst veri olmayan gereksinimlerin tanımlanması (Tannenbaum, 2001). Literatürde gerçekleştirilmiş diğer bir çalışmada ise Chen ve arkadaşları tarafından üst veri yönetim sistemleri için işlevsel gereksinimlere ilişkin üst veri kümesinin oluşturulması hedeflenmiştir (Chen v.d., 2003). Sistem tasarımcıları için üst veri kümesi; üst veri yönetim sistemleri çözümlerini ve test etme adımlarını içermektedir. Üst veri yönetimi sistemleri için gereksinimler altı adıma bölünmüştür. Bunlar; üst verinin tanımlanması ve güncellenmesi, üst verinin elde edilmesi, üst verinin gösterimi, üst veriler arasında birlikte çalışabilirliğin sağlanması, üst veri yönetimi ve üst veri ile ilgili işlevsel işlemlerin gerçekleştirimidir.

Yukarıda örneklenen çalışmalarda üst veri yönetiminin sözdizimsel ve anlamsal seviyede gerçekleştirilmesi için çeşitli üst veri modellerinin, üst veri ontolojisinin, tekniklerin ve teknolojilerin kullanılması ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın dördüncü bölümünde, bilgi gösterimi ve karar destek süreçlerinde USVS'ne olan erişimi ve diğer sistemler arasında etkin ve güvenilir bir biçimde bilgi paylaşımını kolaylaştırmak için ontoloji tabanlı üst veri yönetimi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen ontoloji tabanlı üst veri yönetimi, üst veri yönetimi ihtiyaçlarını karşılayan üst veri gereksinimlerini modelleme metodolojisi temelindedir.

³ <http://ontoware.org/projects/omv>

3. ONTOLOJİ TABANLI ÜST VERİ YÖNETİMİ

3.1. Ontoloji Tabanlı Üst Veri Yönetimi

Son yıllarda birçok ülkede sağlık alanının boyutu da, önemi de giderek artmaktadır. Bu ülkeler tarafından sağlık bilgi kaynakların tanımlanmasını, açıklanmasını, yerinin belirtilmesini ya da yönetimini kolaylaştırmak amacıyla üst veriler kullanılmaktadır. Üst veriye ilişkin farklı tanımlamalar yapılmış olsa da, literatürde en çok karşılaşılan tanımı “veri hakkında veri” şeklindedir (NISO, 2001). Üst veri, sağlık alanındaki belgelerin yaratılma tarihinden, teşhis sonuçlarına kadar uzanan bir veri aralığındaki öznelilikleri tanımladığı gibi sağlık kayıtlarını gönderen bilgileri veya gönderme zamanı bilgilerini de tanımlayabilmektedir.

Üst veriler, web ortamında sağlık alanı ile ilgili bilginin bulunmasını ve erişimini kolaylaştırarak kaynak keşfine yönelik önemli işlevleri de desteklemektedir. Üst veri yönetimi, yeni üst veri oluşturma, düzeltme, depolama ve elde etme işlemlerini kapsamaktadır. Bu açıdan bakıldığında üst veri yönetimi ile sağlık bilgi kaynakları hakkında yapısal bilgilerin elde edilmesi; terminoloji terimleri ile bilgi kaynakları arasındaki eşlemlere dayalı olarak terminoloji birlikteliğinin sağlanmasını amaçlamaktadır.

Web ortamında sağlık bilgi kaynaklarına daha etkin erişimlerin sağlanması için; üst veri üzerinde çalışarak bilgiyi sorgulama sırasında çıkarsama yapılabilmesi ve çıkarsamaların hem insanlar hem de uygulamalar tarafından okunabilir, anlaşılabilir olması gerekmektedir. Bu amaçla, web ortamında iyi tanımlanmış ve bağlantılandırılmış olan verilerin ve üst verilerin web ortamında kolay bir şekilde bilgisayarca okunabilir ve bilgisayarca anlaşılabilir olması için ontolojilerin kullanımı önerilmektedir.

3.2. Ontolojiler

Hem üst verilerin anlamsal yapısını tutabilme hem de üst verilerin bütünleştirilmesi ve birleştirilmesi için gerekli yapının sağlanmasında ontolojilerin kullanımı oldukça önemlidir. Ontolojiler, “paylaşımlı kavramsallaştırmanın biçimsel ve açık belirtimi” şeklinde ifade

edilmektedir. “Kavramsallaştırma”, belirli bir tasarım aşamasında soyut model oluşturmaktır. Bu soyut model genellikle özel bir konu alanı ile sınıflandırılmıştır. “Açık bir belirtim” ise, soyut modeldeki kavramların ve ilişkilerin net tanımlarının yapıldığı anlamına gelmektedir. “Biçimsel” ifadesi, anlamsal tanımı makinelerin işleyebileceği biçimsel dille temsil edilmesini sağlamaktadır. “Paylaşılan” kelimesi, ontolojilerin farklı uygulamalar ve topluluklar arasında yeniden kullanımını amaçladıklarını ve desteklediklerini ifade etmektedir (Uschold ve Gruninger, 2004).

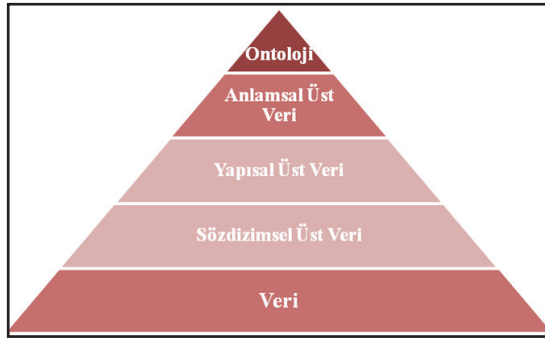
Anlamsal Web’in temel bileşeni olan ontolojiler temelinde üst veriler kullanılarak bilgilerin otomatik olarak işlenebilmesi sağlanmaktadır. Böylelikle Anlamsal Web ortamında ontolojilere ait zengin ve esnek bir üst veri bilgisine sahip olmak içerik seviyesinde bilgiye erişim ve veri kaynağı keşfi açısından faydalı olmaktadır. Ontolojilerdeki sınıflar, sınıflara ait örnekler, kavramlar arasındaki ilişkiler gibi nitelikler üst verilerin temsili için kullanılmaktadır. Ontolojilere ait üst veriler kullanılarak gerçekleştirilen sorgulama metodu, geleneksel bilgi çıkarımına göre daha iyi geri çağırım (recall) ve duyarlılık (precision) oranı elde edilmesini sağlamaktadır (Yang ve Huang, 2010).

Anlamsal Web ortamında ontoloji tabanlı üst veri yönetimini sağlamak için üst veri gereksinimlerini modelleme süreçleri sunulmalıdır. Bu çalışmada önerilen ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde üst veri gereksinimlerini modellemek için ontoloji tabanlı bir metodolojinin kullanım amacı aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ontoloji, birlikte çalışabilirliği gerçekleştirmek için veri, bilgi ve süreçlerin bütünleştirilmesini sağlayan anahtar teknolojidir.
- Ontoloji, herhangi bir alanda gerekli paylaşımı tanımlamak için ortak sözlük kümelerini veya terminolojiyi belirlemektedir. Böylelikle üst veri ortamı için standart bir gösterim sunmaktadır.
- Ontoloji, ontoloji tanımlama dili kullanılarak oluşturulmuş kavramsal bir model sağlamaktadır.

3. 3. Ontoloji Tabanlı Üst Veri Yönetimi

Sağlık bilgi sistemlerinin birlikte çalışabilirlik ihtiyaçlarına uygun olarak içerik seviyesinde bilgiye biçimsel anlamsallık kazandıran ontoloji tabanlı üst verilerin kullanılması ve yönetimi önemlidir. Ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde üst veri bilgisinin çeşitli görünüşleri, üst verinin farklı tiplerinin oluşturulmasında belirleyici olmaktadır. Üst veri tipleri ile ontoloji arasındaki katmanlı ilişkiler, Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Veri ve ontoloji ilişkileri (Sheth, 2003).

Çeşitli alanlarda, özellikle sağlık alanında verinin önemi arttıkça verinin miktarı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Ayrıca veri kaynaklarının çok çeşitli olması nedeniyle Şekil 1’deki veri katmanları, yapı içerisinde en büyük alana sahiptir. Katmanlı yapıda yukarıya doğru, istenilen anlamsallığı sağlama açısından bilginin anlamı daha iyi tanımlanmaktadır. Ontoloji kullanımı, kavramlar arasındaki ilişkiler temelinde anlamsal olarak zengin içerikler üzerinde üst veri yönetimini kolaylaştırmaktadır.

Şekil 1’de görüldüğü gibi ara katmanlarda üst veri tipleri yer almaktadır. Sözdizimsel üst veri, içerik hakkında bağlamsal olmayan bilgiyi tanımlamaktadır. Örneğin, USVS’nin herbir MSVS veya veri elemanı hakkında sürüm no, idari durumu, oluşturma ve sürüm tarihi gibi bilgileri temsil etmektedir. Bir üst katman olarak yapısal üst veri, nesnelerin fiziksel veya mantıksal yapısını göstermek için kullanılabilir. Örneğin, USVS şema bilgileri; hasta ile ilişkili nesnelerin birarada nasıl sunulabileceğini ya da birleştirilebileceğini göstermektedir. Diğer üst veri tipi olarak anlamsal üst veri, ontoloji kavramları kullanılarak veriler arasında bağlantı kurmalarını sağlamaktadır (Nummiahho v.d., 2010). Örneğin, “diabetes mellitus” hastalığına ait içerik ile ilişkili anlamsal üst veri, “diabetes

mellitus” ile ilgili testler, test sonuç birimleri veya ilgili örnek kodlama değer tanımları olabilir.

Anlamsal üst verinin temelinde ontoloji kullanımı bulunmaktadır. Ontolojiler kullanılarak üst verilere ait “paylaşılan ve genel bir anlamının” oluşturulması ve anlamsal ilişkilerin ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Ontolojinin örnek dosyaları ve ontolojinin sınıfları, anlamsal üst veriler olarak kullanılabilir. Böylelikle ontolojiler, üst veri bilgisini de kendi içinde barındırabilir. Bu nedenle bu çalışmada anlamsal üst veri tanımlaması için ontoloji tabanlı üst veri kavramı kullanılmaktadır.

4. ULUSAL SAĞLIK VERİ SÖZLÜĞÜ İÇİN ONTOLOJİ TABANLI ÜST VERİ GEREKSİNİMLERİNİ MODELLEME METODOLOJİSİ

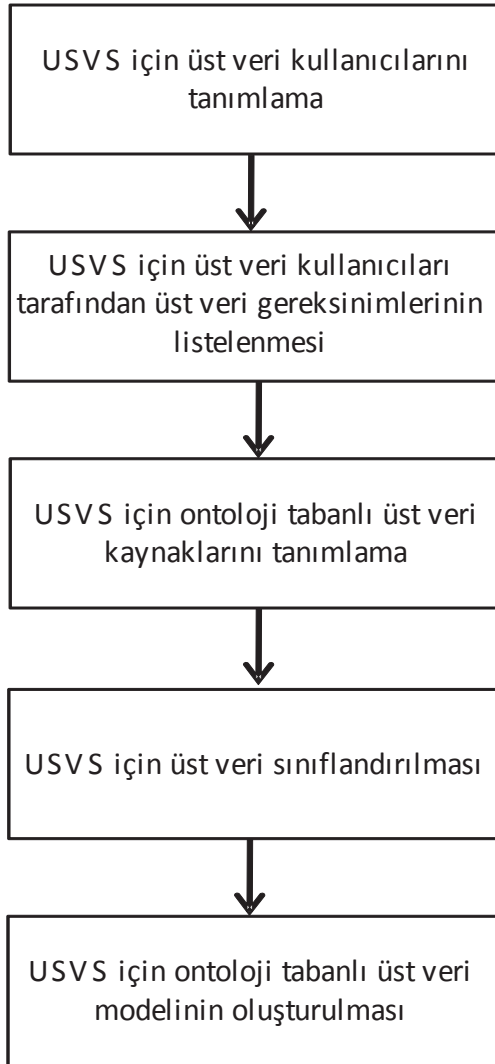
Sağlık alanında, üst veri uygulamalarındaki en büyük eksiklerden birisi de iyi planlamanın yetersizliğidir. Birkaç aşamadan oluşan planlama işlemi, gereksinimlerin toplanılması ile başlamaktadır. Gereksinimler, hemen hemen bütün üst veri uygulamaları için kullanılabilir. Üst veri uygulamaları, üst veri tanımlama biçiminin standartlaştırılmasını ve birlikte çalışabilirlik kapsamında üst verilerin kullanımını kolaylaştırmaktadır.

Tannenbaum (2001); Chen v.d., (2003) tarafından yapılan çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada gerçekleştirilen ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerini modelleme metodolojisinin temel amacı; Anlamsal Web ortamında anlamsal süreç temelli olarak üst veri yönetiminin gerçekleştirilmesidir. Böylelikle ontoloji tabanlı üst veri modelinin oluşturulması için üst veri gereksinimlerini modelleme süreçlerinin anlamsal seviyeye taşınması hedeflenmektedir. Ontoloji tabanlı üst veri modeli, ontoloji temelli üst veriler ve üst veriler arasındaki ilişkileri içermektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde kullanılan sağlık bilgi sistemlerinin yönetiminde kullanılan standartlar için ontoloji tabanlı üst veri modeli oluşturmada yukarıda belirtilen yaklaşımlardan Tannenbaum (2001) tarafından önerilen modelin belirli adımları değerlendirilerek Anlamsal Web ortamında beş aşamadan oluşan genel bir

metodoloji önerilmektedir. Şekil 2’de üst veri gereksinimleri modelleme adımlarının belirli bir sıralı halinin gösterimi yer almaktadır.

USVS’nin ontoloji tabanlı üst veri yönetiminin oluşturulması sürecinde seçilen prototip uygulama çalışması olarak “diabetes mellitus” hastalığı ile ilgili olarak USVS’de yer alan diyabet MSVS gönderim şemasının içindeki MSVS’ler üzerine odaklanılmıştır. Gönderim şemaları (Kose v.d., 2008), bildirim yapılırken hangi veri setinin hangi veri set(ler)i ile birlikte gönderileceğini göstermek ve sistemin işleyişini daha anlaşılır hale getirmek amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki alt bölümlerde, Şekil 2’de gösterilen ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerinin modellenmesi adımları detaylı olarak anlatılmıştır.



Şekil 2. Ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerinin modellenmesi.

4. 1. USVS İçin Üst Veri Kullanıcılarını Tanımlama

Sağlık bilgi sistemleri alanında birlikte çalışabilirlik sadece bilgisayarlar arasında değil kullanıcılar arasındaki işbirliğini ve bilgi paylaşımını da desteklemeye yöneliktir. Ülkemizde sağlık bilgi sistemleri alanında erişim hakkı tanımlanmış bilgi sistemlerinin geliştirilmesi, uygulanması ve kullanımda rol alan yetkili kişiler ve kurumlar bulunmaktadır. Bu bölüm içerisinde güvenlik konusunun bütün potansiyel üst veri kullanıcıları ve/veya üst veri sağlayıcıları için önemi belirtilmektedir.

USVS sisteminde bir üst veri kullanıcısına (hasta, doktor, yönetici, ontoloji geliştirici, v.b) ait; kimlik belgesinde yer alan bilgiler, kişinin fiziksel özellikleri, kişinin rahatsızlığı konusunda bildirdiği şikayetler, kişinin muayene esnasında hastalığı, hastalık süreçleri ve hastalığı ile ilgili bilgiler mevcuttur. Bununla birlikte, sistem bilgilerine ulaşmak için kullanıcı adı ve şifresinden oluşan bir kullanıcı profili oluşturulmaktadır. Kullanıcılara ait bu bilgiler FOAF⁴ (Friend of a Friend) ontolojisinde tutulmaktadır.

FOAF ontolojisi kişileri, kişilere ait etkinlikleri ve diğer kişiler ile olan bağlantılarını tanımlamaktadır. FOAF ontolojisi bir RDF (Resource Description Framework) uygulamasıdır. RDF, açık dünya yaklaşımı temelindedir. Açık dünya bir yaklaşımda herhangi bir şey hakkında doğru, yanlış ya da bilinmiyor şeklinde sonuca varılabilir. Örneğin, bir hasta kullanıcısına ait test sonuçlarının olmaması durumu, o kullanıcının test sonuçlarının bilinmediği şeklinde yorumlanabilir.

Şekil 3’de görüldüğü gibi kullanıcı arayüzünden gelen istekler, kullanıcılar arasında iletişimin sağlandığı kullanıcı profilinde kullanıcı adı ve şifresine göre işlenmektedir. Böylelikle kullanıcılar için sistemlere, uygulamalara ve verilere erişim sağlamasına olanak tanımlamak için erişim denetimi kullanılmaktadır. Üst veri kullanıcıları arasında sağlık verisinin paylaşılması için üst veri kullanıcılarının farklı seviyelerdeki erişim yetkileri veri bazında tanımlı olmak zorundadır.

⁴ <http://www.foaf-project.org/>

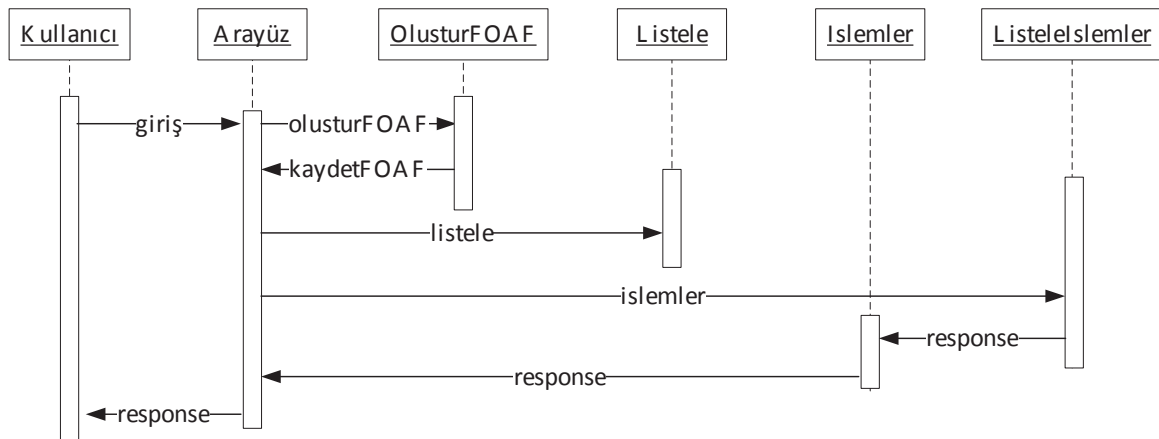
Kullanıcı profiline göre işlem seçenekleri yani kullanabilecekleri servislerin yer aldığı arayüzler bulunmaktadır. Bu çalışma için gösterimişlemleri (tüm veri elemanları ve tüm veri setlerinin görüntülenmesi), veri elemanı işlemleri ve veri seti işlemleri (ekleme, güncelleme ve silme), ontolojiler ve terminolojiler ile ilgili servisler kullanılmaktadır. Örneğin, mevcut USVS’de sağlık veri standartları geliştirme komisyon üyeleri arasında doktor rolü, hasta tedavisi ile ilgilenmektedir. USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde ise doktor rolüne sahip kullanıcı, hastaya ait sağlık bilgilerini ekleme, silme ve güncelleme hakkına sahiptir.

4. 2. USVS İçin Üst Veri Kullanıcıları Tarafından Üst Veri Gereksinimlerinin Listelenmesi

Tutarlı ve detaylı üst veri tanımlamaları, etkin bir bilgi erişim sistemi oluşturulmasını sağlamaktadır. Böylelikle USVS üst veri kullanıcılarının gereksinimlerine uygun verilerin değerlendirilmesine imkan verilerek erişim etkinliği arttırılmaktadır. USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetimi hedeflerini sağlayan ontolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle Anlamsal Web teknolojileri kullanılarak

USVS ontolojileri olarak MSVS, Veri Elemanı ve SKRS ontolojileri tanımlanmıştır. Bu çalışmanın 4.3 bölümü olan USVS için ontoloji tabanlı üst veri kaynaklarını tanımlamada, bu ontolojiler hakkında bilgiler verilmiştir. Bu ontolojiler temelinde üst veri gereksinimleri listelenmektedir. USVS sisteminde üst veri gereksinimleri için gerekli olan ekleme, güncelleme, silme ve arama işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Ontoloji geliştiricilerin kullanımına açık olarak veri elemanı için ekleme, güncelleme, silme ve arama servisleri kullanılarak VeriElemanı ontolojisinin veriElemanı sınıfına ait yeni bir veriElemanı örneği oluşturulmaktadır. Örneğin, kullanıcının üst veri bilgileri (üst veri türü, veri elemanı no, idari durumu, oluşturma tarihi, sürüm tarihi), tanımlayıcı ve niteleyici özellikler (tanımı, bağlamı ve ek değerlendirmeler) ve ilişkisel ve gösterimsel özelliklere (veri tipi, alan büyüklüğü, format, doğrulama kuralları, kullanım kılavuzu, toplama metodları, ilişkili veri elemanları, bulunduğu veri setleri ve veri kapsamı) ait veri tipi ve nesne özelliklerine ait kısımlar girilerek yeni Veri Elemanı ontoloji örneği yaratılmaktadır.



Şekil 3. Kullanıcı işlemleri akış diyagramı.

Ontoloji geliştiricilerin kullanımına açık olarak MSVS için ekleme, güncelleme, silme ve arama servisleri kullanılarak MSVS ontolojisinin veriSeti sınıfına ait yeni bir veriSeti örneği oluşturulmaktadır. MSVS örneklerinin oluşturulması, veri elemanı örneklerinin oluşturulması ile benzerlik göstermektedir. Çünkü tanımlama şablonunda kullanılan kurallar ve kılavuzlar aynıdır. Fakat bu kural ve kılavuzların kapsadığı özelliklerde farklılıklar

bulunmaktadır. Örneğin, kullanıcının üst veri bilgileri (sürüm no, idari durumu, oluşturma tarihi, sürüm tarihi), tanımlayıcı ve niteleyici özellikler (kapsamı, bağlamı, toplama metodları ve toplama zamanı ve periyodu), ilişkisel ve gösterimsel özellikler (kaynak organizasyon, kayıt otoritesi ve ulusal raporlama düzenlemesi) ve veri seti elemanlarına ait veri tipi ve nesne özelliklerine ait kısımlar girilerek yeni MSVS ontoloji örneği yaratılmıştır.

USVS üst veri kaynaklarının ortaya çıkacak yeni ihtiyaçlara göre güncellenmesi, ilk defa hazırlanması kadar önemlidir. Güncelleme servisi çağrımında güncelleme yapılacak ontoloji sınıfı da belirtilmektedir. Çağrılan servisin sonucu olarak seçilen ontoloji sınıfına ait bir örneğin özellik tanımlamaları listelenmektedir. Üzerinde değişiklik yapılabilecek olan özellikler ile ilgili metin alanları görüntülenerek istenen özelliklerin yeni değerleri girilerek gerekli güncelleme gereksinimi gerçekleştirilmektedir.

Diğer bir üst veri gereksinimi ise silme işlemidir. Ontoloji geliştiricisi tarafından silme servisi çağrımında silme işleminin gerçekleştirilmesi istenilen USVS üst veri kaynaklarında yer alan ontoloji sınıfına ait örneklerin isimleri belirtilmektedir. Belirtilen örnek/örnekler, üst veri kaynaklarına ait bir örnek/örnekler ise başarılı bir şekilde silme işlemi gerçekleştirilmektedir.

4. 3. USVS İçin Ontoloji Tabanlı Üst Veri Kaynaklarını Tanımlama

USVS'nin ontoloji tabanlı üst veri yönetiminin oluşturulması sürecinde ontoloji tabanlı üst veri kaynakları; seçilen prototip çalışması olarak "diabetes mellitus" hastalığı ile ilgili olarak USVS'de yer alan diyabet MSVS gönderim şemasının içindeki MSVS'ler, veri elemanları ve SKRS üzerine odaklanılmıştır.

MSVS; sağlık kurumları ve kuruluşları arasında standart verilerin modellenmesi ile birlikte bu sağlık birimleri arasında doğru ve güvenilir verinin paylaşımı için kullanılmaktadır. USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde MSVS'ler hakkında üst veriler, MSVS'lerin içerdiği veri elemanlarının listesi, diğer ontolojiler (veri elemanı, kaynak organizasyonu, kayıt otoritesi ontolojisi, v.b) ile ilişkisel ve gösterimsel özellikler MSVS ontolojisini oluşturmaktadır. Veri elemanı; USVS'de yer alacak olan her bir kaydı temsil etmek için kullanılmaktadır. USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde veri elemanları hakkında üst veriler, diğer ontolojilerle ilişkisel ve gösterimsel özellikler, veri elemanının veri kapsamında terminoloji, kodlama ve sınıflandırma sistemleri ile bağlantıları, VeriElemanı ontolojisini oluşturmaktadır. MSVS ontolojisi, VeriElemanı ontoloji örneklerinin listesini kapsamaktadır. VeriElemanı ontolojisi; hasta yönetimi, teşhisler,

ilaç tedavisi alanlarının tanımına çözüm olarak oluşturulmuştur. Diğer bir veri kaynağı olan SKRS ise sağlık bilgi sistemi standartlarını ve kodlama sistemlerini bir araya getiren bir referans ve paylaşım sistemidir. SKRS uluslararası hastalık sınıflandırma sistemi, ilaç ve ilaç sınıfları kodlama sistemi, klinik ve sağlık kurumu kodları, aşı listesi gibi bilgileri içermektedir. Böylece muayeneden yeni doğan kaydına, reçeteden hastalık türlerine kadar binlerce veri kodlanarak sözlüğe yerleştirilmiş olmaktadır. USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde SKRS üzerinde bulunan kodlama ve sınıflandırma sistemleri temelinde SKRS ontolojisi oluşturulmuştur.

USVS hazırlanması aşamasında çeşitli alanlarda uzmanlıkları olan kişiler olarak Kaynak Organizasyon ve Kayıt Otoritesi sözlüğün hazırlanmasındaki katkıda bulunmuşlardır. Kaynak Organizasyonun görevi, kaynak doküman ve veri seti tanımlarının geliştirilmesinden sorumlu olan kurumların tanımlanmasında gerekli olan varlıkları tanımlamaktadır. Kayıt Otoritesinin görevi ise, standartları kayıt altına alan kurumların tanımlanması için gerekli olan varlıkları tanımlamaktadır.

MSVS ve VeriElemanı ontoloji örneklerinin kayıt altına alınmasından sorumlu olan otorite tanımlaması yapılacaksa, kayıtOto nesne özelliği kullanılmalıdır. Kaynak doküman ve veri seti tanımlarının geliştirilmesinden sorumlu olan organizasyon tanımlaması yapılacaksa, kaynakOrg nesne özelliği kullanılmalıdır. Nesne özellikleri, sınıflara ait nesnelerin birbirleri ile olan ilişkilerini tanımlamak için kullanılmaktadır.

Yukarıda sözü edilen ontolojiler, yeniden kullanılabilirliği sağlama noktasında başka ontolojiler tarafından da tanımlanabilir ya da genişletilebilir. Bu nedenle uzanım mekanizması olarak owl:imports etiketleri kullanılır. owl:imports etiketi, sisteme dahil edilecek başka bir kaynağı içermektedir. Tanımlanan ontolojilere birden fazla kaynak dahil edilebilmektedir. Böylece veri kaynaklarının veri bütünlüğü ve tutarlılığı sağlanmaktadır. USVS için ontoloji tabanlı üst veri yönetimi için oluşturulan ontolojideki varlıklar arası ilişkileri tanımlayan ortak yapı, alandaki verinin anlamı üzerinde sorgulama imkanı ve çıkarsama ile bilgi elde edilmesini sunmaktadır. Tablo 1'de

USVS ontolojilerine ait varlıklar arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 1. Ontoloji varlıkları arasındaki ilişkiler.

İlişkiler	Tanımları
SKRS:skrsKod	Bu özellik, veri elemanı değeri ile SKRS sınıfları arasındaki ilişkileri göstermektedir.
MSVS: iliskiliVeriElemanı	MSVS ontolojisinin veriseti sınıfı örnekleri ile VeriElemanı ontolojisinin veriElemanı sınıfı örnekleri arasındaki ilişkileri göstermektedir.
veriElemanı: iliskiliVeriElemanı	VeriElemanı ontolojisinin veriElemanı sınıfı örnekleri arasındaki ilişkileri göstermektedir.
veriElemanı: bulunduguVeriSeti	VeriElemanı ontolojisinin veriElemanı sınıfı örnekleri ile MSVS ontolojisinin veriSeti sınıfı örnekleri arasındaki ilişkileri gösterir.
veriElemanı: kayıtOto	VeriElemanı ontolojisinin veriElemanı sınıfı örneklerinin kayıt altına alınmasında sorumlu olan kayıt otoritesi arasındaki ilişkileri gösterir.
veriElemanı: kaynakOrg	VeriElemanı ontolojisinin veriElemanı sınıfı örnek tanımlarının geliştirilmesinde sorumlu olan kaynak organizasyonu arasındaki ilişkileri gösterir.

4.4. USVS İçin Üst Veri Sınıflandırılması

Üst veri yönetiminde üst veri tanımlaması ve birlikte çalışabilirliği kolaylaştırmak için üst veri, çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. USVS için ontoloji tabanlı üst veri modelinin kullanılabilirliğini artırmak için üst veri elemanları üç sınıfa ayrıştırılmıştır (Palma v.d., 2009):

- Gerekli (required): Burada üst veri işlemleri zorunludur. Eksik veri elemanı veya MSVS ontolojilerin olması yetersiz

üst veri tanımlamalarına sebep olmaktadır. Bu nedenle USVS ontolojilerine ait üst veri tanımları gereklidir. Önerilen prototip çalışmasının gereksinimlerini yerine getirmek için gerekli olan üst veri, genişletilebilir üst veridir.

- Seçimli (optional): Seçimli üst veri elemanlarının tanımı, zorunlu değildir. Böylelikle ontolojilerin yeniden kullanımı artmaktadır. Seçimli üst veri elemanları, sağlık verisinin daha geniş tanımlanmasına izin vermektedir.
- Genişletilebilir (extensional): Özel üst veri elemanlarıdır. Genişletilmiş üst veri modellerinde ayrıntılı şekilde gösterilmektedir.

4.5. USVS İçin Ontoloji Tabanlı Üst Veri Modelinin Oluşturulması

Ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde veri kaynaklarına hızlı ve kolay bir biçimde erişim sağlamak için ontoloji tabanlı bir üst veri modeline gereksinim duyulmaktadır. Ontoloji tabanlı üst veri modeli, ontoloji sınıfları altında yaratılan örneklerini ve ontoloji nesneleri arasındaki ilişkileri biçimsel olarak modellemektedir (Yoldas ve Nagypál, 2006). Ontoloji tabanlı üst veri modeli; ontolojilere ait üst veriler üzerinde erişim, çıkarım ve analiz işlemlerine izin vermektedir. Ontoloji örneklerine ait özellik değerlerinin istenilen değişimlerine göre ontoloji tabanlı üst veri modelinde veri veya üst veri bilgilerinin değiştirilmesi gerçekleştirilmektedir.

Sağlık alanında Elektronik Hasta Kaydı (Electronic Health Record, EHR) standartlarını ve paylaşılabiliğini sağlamak için HL7⁵ standardı mevcuttur. HL7 standardı, veri ve bilgi düzeyinde veri paylaşımı ve birlikte çalışabilirliği sağlamaktadır. HL7 Ayrıntılı Klinik Modeller (Detail Clinical Models, DCMs), bir üst veri modelidir. Bir üst veri modeli oluşturulurken bilgi tanımlamalarının nasıl yapıldığını gösteren veri modelleme işlemine benzer işlemler gerçekleştirilmektedir.

HL7 DCM'lerin amacı, sağlık kuruluşları ve kullanıcıları tarafından anlamsal verilerin ve terminolojik kaynakların kullanımını ve paylaşımını sağlamaktır. Tao v.d., (2011) yılında

⁵ <http://www.hl7.org>

çalışmalarında oluşturdıkları üst veri modeli, Anlamsal Web ortamında HL7 DCM'lere benzer şekildedir. HL7 DCMs değişkenleri ile OWL tabanlı ontoloji sınıflarının eşleşmesi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen eşleme, OWL tabanlı etiketleme özellikleri ve ontoloji nesne özelliklerinin kullanılması temelindedir (Tao v.d., 2011).

Bu çalışmada önerilen ontoloji tabanlı üst veri modeli, ontoloji tabanlı üst veri kaynaklarının veri yapılarını tanımlamaktadır. Bununla birlikte uygulama alanında tanımlı olan veri yapılarının birbirleriyle etkileşimini sağlayan bir altyapı sağlamaktadır. USVS için ontoloji tabanlı üst veri modeli; kodlama sistemleri, kodlama system kavramları, değer setleri ve değer set kavramları için gerekli ve isteğe bağlı özellikler için geliştirilmiştir. OWL ontoloji gösterim dili kullanılarak üst veri modeli tanımlanmaktadır. Şekil 4'de USVS için ontoloji tabanlı üst veri modeli gösterilmektedir.

5. SONUÇLAR

Son zamanlarda sağlık bilgi sistemlerinin yönetiminde ontoloji kullanımı yaygınlaşmaktadır. Sağlık bilgi sistemlerinin birlikte çalışabilirlik ihtiyaçlarına uygun olarak içerik seviyesinde bilgiye biçimsel anlamsallık kazandırmak için ontolojiye ait üst verilerin kullanılması ve ontoloji tabanlı üst veri yönetimi önemlidir.

Ontoloji tabanlı üst veri, Anlamsal Web ortamındaki bilgi kaynaklarını tanımlamak için anlamsal olarak zengin ve tanımlayıcı bilgileri sağlamaktadır. Ayrıca veri kaynakları arasında anlamsal ilişkiler kullanılarak verilerden bilgilere ulaşılabilir. Bu çalışmada ontoloji tabanlı üst veri yönetimi ile USVS için ontoloji tabanlı üst veri kaynakları ve terminolojik veri kaynakları arasında anlamsal eşlemeler tanımlanmaktadır.

Ontoloji tabanlı üst veri yönetiminde üst veri özellikleri üst veri tiplerinin de belirleyicisi olmaktadır. Üst veri tipleri, üst veri bilgisinin çeşitli görünümünü vermektedir. Üst veri tiplerinden anlamsal üst veri, Anlamsal Web'in temelini oluşturan yapılar kullanılarak ontolojilere ait zengin ve tanımlayıcı bilgileri içermektedir.

Bu çalışmada, sağlık bilgi sistemleri için ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerini modelleme aşamaları; üst verilerin ve gereksinimlerin çeşitliliği dikkate alınarak Tannenbaum'un 2001 yılındaki çalışmasında (Tannenbaum, 2001) tanımlanan üst veri gereksinimleri, Anlamsal Web ortamında anlamsal süreç temelli olarak üst verilerin işlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. USVS için ontoloji tabanlı üst veri gereksinimlerini modelleme metodolojisinin adımları değerlendirilerek uygulanmıştır.

Bu çalışma ana katkı olarak, ontoloji tabanlı üst veri yönetim sistemi için oluşturulan modelleme metodolojisi sayesinde, Anlamsal Web ortamında anlamsal süreç temelli bir biçimde USVS için üst veri yönetimini gerçekleştirmiştir. Gelecek çalışmalarda, farklı uygulama alanlarında (kütüphaneler, e-devlet, e-öğrenme, v.b) yukarıda yer alan üst veri gereksinim süreçleri analiz edilerek yeniden yapılandırılması sağlanabilecektir.

6. KAYNAKLAR

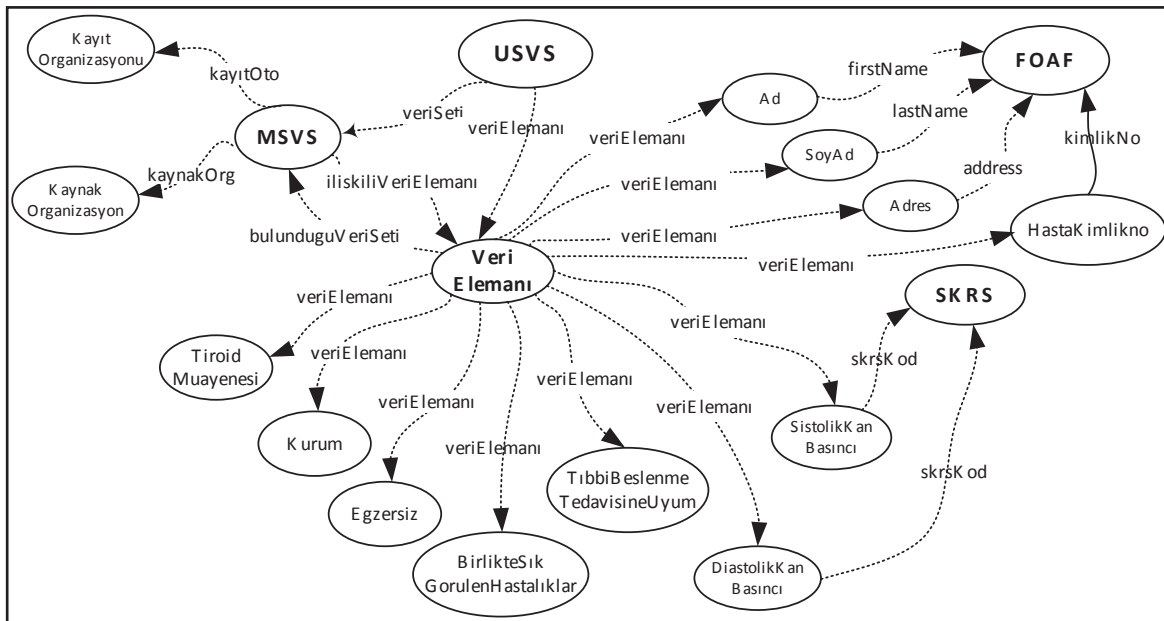
Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O., 2001. The Semantic Web, Scientific American, 284 (5), 34-43.

Chen, Y., Chen, S., Sum, H. and Lin, S.C. 2003. "Functional Requirements of Metadata System: From User Needs Perspective", DC-2003: International Conference on Dublin Core and Metadata Applications, Seattle, pp. 91-98.

Chong, Q., Marwadi, A., Supekar, K. and Lee, Y. 2003. "Ontology Based Metadata Management in Medical Domains", Journal of Requery and Practice in Information Technology, (35), 139-154.

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, Wiley Publisher, Indiana, ISBN: 0-471-43257-1, 2003.

Huff, M.S., Rocha, A.R., Solbrig, R.H., Barnes, W.M., Schrank, P.S. and Smith, M. 1998. "Linking a Medical Vocabulary to a Clinical Data Model using Abstract Syntax Notation 1", Methods Inf Med, 37 (4-5), 440-52.



Şekil 4. USVS için ontoloji tabanlı üst veri modeli.

Jia, Q., Guo, S.Z., Chen, H.Y. and Li, N. 2009. "Research on ontology-based metadata model", First International Workshop on Database Technology and Applications, China, pp. 363-366.

Kabak, Y., Dogac, A., Kose, I., Akpinar, N., Gurel, M., Arslan, Y., Ozer, H., Yurt, N., Ozcam, A., Kirici, S., Yuksel, M. and Sabur, E. 2008. "The Use of HL7 CDA in the National Health Information System (NHIS) of Turkey", 9th International HL7 Interoperability Conference, Crete, Greece, pp. 49-55.

Kose, I., Akpinar, N., Gurel, M., Arslan, Y., Ozer, H., Yurt, N., Kabak, Y. and Dogac, A. 2008. "Turkey's National Health Information System (NHIS)", in the Proceedings of the eChallenges Conference, Stockholm, pp. 170-177.

Meteor, 2010. Australian Government Australian Institute of Health and Welfare, <http://meteor.aihw.gov.au/content/index.phtml/itemId/181414>, (Erisim tarihi: 4 Temmuz 2010).

NISO, 2001. The National Information Standards Organization (NISO) Announces Dublin Core Metadata Element Set Approval, Formation of Committee to Revise Library Statistics Standart, *Information Today*, 18 (10): 46.

Noy, F.N., Shah, N., Dai, B., Dorf, M., Griffith, N., Jonquet, C., Montegut, M., Rubin, D., Youn, C. and Musen, A.M. 2008. "BioPortal: A Web Repository for Biomedical Ontologies and Data Resources", in Demo Session at 7th International Semantic Web Conference (Poster Demo), Karlsruhe, Germany.

Nummiah, A., Vainikainen, S. and Melin, M. 2010. "Utilizing Linked Open Data Sources for Automatic Generation of Semantic Metadata", Metadata and Semantics Research Conference 2010, pp. 78-83.

Palma, R., Hartmann, J. and Haase, P. 2009. "OMV ontology metadata vocabulary for the semantic web", Ontology Metadata Vocabulary Project Report v2.4.1.

Sheth, A. 2003. "Ontology Driven Information Systems in Action (Capturing and Applying Existing Knowledge to Semantic Applications)," Sharing the Knowledge International CIDOC CRM Symposium, Washington.

SVSGK, 2008. Sağlık Veri Standartları Geliştirme Komisyonu. USVS Sürüm 1.1, <http://www.sagliknet.saglik.gov.tr/USVSBrowser/All.jsp>.

- Tannenbaum, A. 2001. Metadata Solutions Using Metamodels, Repositories, XML and Enterprise Portals to Generate Information on Demand, Addison-Wesley, ISBN-13: 978-0201719765.
- Tao, C., Jiang, G., Wei, W.Q., Solbrig, H.R. and Chute, C.G. 2011. "Towards Semantic-Web Based Representation and Harmonization of Standard Meta-data Models for Clinical Studies", AMIA CRI 2011, pp. 59-63.
- Uschold, M. and Gruninger, M. 2004. Ontologies and semantics for seamless connectivity, SIGMOD Rec. (33), 58-64.
- Wang, X. and Kosar, T. 2009. "Design and Implementation of Metadata System in PetaShare", 21st International Conference on Scientific and Statistical Database Management, pp. 191-199.
- Yang, J. and Huang, C. 2010. "Research on ontology semantic retrieval for enterprise metadata", Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD) 2010, Seventh International Conference, pp. 2050-2053.
- Yoldas, U. and Nagypál, G. 2006. Ontology Supported Automatic Generation of High-Quality Semantic Metadata On the Move to Meaningful Internet Systems, CoopIS, DOA, GADA, and ODBASE, (4275), 791-806.
- Zhang, G., Jia, S. and Wang, Q. 2010. Construct Ontology-Based Enterprise Information Metadata Framework Journal of Software, 5 (3), 312-31.