

## TIBBİ BİLİŞİM STANDARTLARI VE ANLAMSAL WEB: AŞI ONTOLOJİSİ İÇİN DURUM ÇALIŞMASI

Emine Sezer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir, Türkiye

### Özet

Dağıtık ortamlarda bulunan yüksek düzeyde yapılandırılmış ve zengin anlamsallığı olan klinik bilgiyi elektronik sistemler üzerinden kullanabilmek ve paylaşabilmek, son yıllarda bilgi teknolojilerinin sağlık alanındaki çalışmalarının odak noktası olmuştur. Veri standartları, bilgiyi kayıt altına almak için üzerinde anlaşılmaya varılan, ortak ve tutarlı bir yoldur. Belirli bir standart ile modellenen veri, farklı sistemler arasında iletilbilir ve verinin sistemden sisteme, programdan programa ve kurumdan kuruma aynı anlama sahip olması sağlanabilmektedir. Standartlar ile tanımlanan sağlık bilgilerinin sadece veri içermektedir; bu nedenle de verinin işlenebilmesi için bilgi teknolojilerinden destek alınması gerekmektedir. Bu nokta ise, insanlar ve bilgisayar sistemleri arasında bilgi paylaşımı ve birlikte çalışabilirliği destekleyen anlamsal web teknolojileri ile sağlanabilmektedir. Bu çalışmada, sağlık bilgi sistemleri için tıbbi bilişim standartlarının gereksinimlerine ve bu gereksinimlerin anlamsal web teknolojileri ile desteklenebileceği önerilmektedir. Ayrıca, durum çalışması olarak da bağışıklık kazandırmak için yapılan sağlık uygulamalarından biri olan aşı için bir alan ontolojisi geliştirme adımlarına yer verilmektedir. Bir bilgi sisteminin bilgi tabanını tanımlamak üzere tıbbi bilişim standartlarını da kapsayacak şekilde geliştirilen Ulusal Aşı Ontolojisi (UAO), sağlık bilgi sistemleri için bir uygulama örneği sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tıbbi bilişim standartları, SNOMED-CT, ICD 10, USVS, anlamsal web, aşı ontolojisi.

## HEALTH INFORMATION STANDARDS AND SEMANTIC WEB: CASE STUDY FOR VACCINE ONTOLOGY

### Abstract

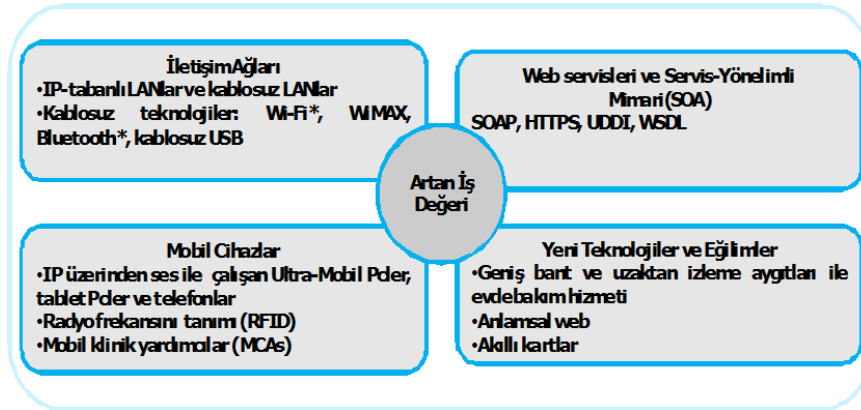
To be able to use and share the high level structured with rich semantics of clinical information within the electronic systems in a distributed environment has been the focus of studies in the field of health information technologies in recent years. Data standards are the common and consistent way, which is agreed on, to record the information. The data modeled according to a specific standard can be transmitted between different systems, and it is obtained that the data can have the same meaning from program to program, system to system and institution to institution. The health information that is described by the standards includes only the data; therefore it must be supported by the information technologies in order to process this data. This subject can be provided with the semantic web technologies that support information sharing and interoperability among the computer systems and its users. In this work, the needs of health information standards for medical information systems and how the semantic web technologies can support these requirements are proposed. In addition, a case study, that describes the development stages of the domain ontology for vaccine which is one of health applications for immunization, is given. The National Vaccine Ontology (UAO), which is developed for representing the knowledge base that includes health information standards, presents an application example for a health information system.

**Keywords:** Health information standards, SNOMED-CT, ICD 10, USVS, semantic web, vaccine ontology.

## 1. Giriş

Sağlık alanından yüksek nitelikte, verimli ve sürekliliği sağlanarak hizmet alma ve sunma gereksinimlerinin karşılanabilmesi, sağlık hizmetlerinin her yerde verilmesine bir başka deyiş ile coğrafik olarak dağınık olmasına ve giderek daha da özelleşen yapıda bulunmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda da sağlık bilgileri dağınık ve özel hale gelmiştir. Tüm dünyada sağlık sistemleri, bilgi sistemlerini hastaya ait bilgilerin sadece üretildiği bölümde değil, aynı zamanda kurumun diğer bölümlerinin yanı sıra başka kurumlar arasında da paylaşabilecek ve yeniden kullanabilecek şekilde değişmektedir.

Bilgi teknolojilerindeki köklü değişikliklerin etkileri sağlık bilgi sistemlerindeki eğilimleri de değiştirmektedir. Bir hastanın Elektronik Sağlık Kayıtlarının (ESK'lar) paylaşımını sağlayacak bir alt yapı oluşturma, günümüzde birçok ülkenin ulusal sağlık yol haritasındaki öncelikli adımıdır [1]. Intel Bilgi Teknolojileri bölümü tarafından hazırlanan bir çalışmada, sağlık alanında kazanımları arttırmak için birleştirilmesi gereken bilgi teknolojileri Şekil 1'de gösterildiği gibi dört geniş alanda tanımlanmaktadır [2].



Şekil 1. Sağlık alanı için bilgi teknolojileri.

Mobil aygıtlar ve iletişim ağları ile bireylerin sağlık kayıtlarına yüksek hız ve istenilen yerden erişimin sağlanması, sağlık alanında artan bir iş değeri olarak ön görülmektedir. Web hizmetleri ve hizmet yönelimli mimari ile kurumların uygulamalarından bağımsız sağlık kayıtlarına erişim ve bu kayıtlar üzerinden bağımsız olarak çalışabilmesi desteklenebileceği düşünülmektedir. Bir kurum, standartlar kullanılarak tanımlanmış bilgilerin paylaşımını sağlayan bir iletişim alt yapısı sağlayarak bunu gerçekleştirebilir. Aynı şekilde, standartlaşmış web hizmetleri de farklı uygulamalar arasında daha fazla bilgi paylaşımını ve işbirliğini sağlayabilmektedir. Bir hastayla ilgili bilgiler; eczacılar, doktorlar, sağlık kuruluşları, hastaneler arasında tipik olarak dağılmış durumdadır. Bu bilgilerin paylaşımı, sağlık uzmanlarına hastaya daha iyi tedavi uygulanmasını sağlayacak hasta geçmişi kapsamlı ve daha detaylı bir resmi sunmaktadır. Anlamsal Web teknolojileri ile sağlık verilerine üst veri eklemek, bir başka deyişle verinin anlamını sunmak, hem kullanıcılar hem de sağlık kurumları ve sağlık çalışanları için ilgili bilgiyi kolaylıkla bulma, paylaşma ve birlikte kullanabilme olanağı sağlayacaktır. Bu durum, bilginin yeni araştırma ve geliştirmelere bağlı olarak sürekli geliştiği sağlık alanı için oldukça önemlidir.

Dağıtık ortamlarda bulunan yüksek düzeyde yapılandırılmış ve zengin anlamsallığı olan klinik bilgiyi elektronik sistemler üzerinden kullanabilmek ve paylaşabilmek, son yıllarda bilgi teknolojilerinin sağlık alanındaki çalışmalarının odak noktası olmuştur. Veri standartları, bilgiyi kayıt altına almak için üzerinde anlaşılmalıya varılan, ortak ve tutarlı bir yoldur. Belirli bir standart ile modellenen veri, farklı sistemler arasında iletilebilir ve verinin sistemden sisteme, programdan programa ve kurumdan kuruma aynı anlama sahip olması sağlanabilmektedir [3]. Veri standartları bilgisayarların genellikle aynı anlamda ve yapıda veriyi göndermelerini ve almalarını sağlamaktadır. Yeni bir yapıya çevirmeye gerek kalmaksızın, aynı anlamı taşıyan verinin bir bilgi sisteminden başka bir bilgi sistemine aktarılabilmesi birlikte çalışabilirliği sağlamaktadır.

Geliştirilen standartlar incelendiğinde, taşıdıkları özelliklerin Anlamsal Web çalışmaları kapsamında ontoloji tanımlama dili olarak geliştirilen OWL ile sunulan özelliklere benzedikleri görülmektedir [4]. Tıbbi terminolojiler ve ileti bilgi modelleri için geliştirilen standartların ontolojiler ile tanımlanması, bilginin farklı sistemler arasında

iletilebilmesi ve bu bilginin sistemden sisteme, programdan programa ve kurumdan kuruma aynı anlamı taşıması sağlanabilmektedir. Bilginin sorgulanması, üzerinde çıkarsama yapılması da yine ontolojiler üzerinden anlamsal web teknolojileri ile gerçekleştirilebilmektedir. Sonuç olarak, ontolojiler üzerinden tanımlanmış sağlık bilgilerinin yeniden kullanımı, bu bilgiler üzerinde birlikte çalışabilirliğin sağlandığı sağlık bilgi sistemleri hem makineler hem de insanlara hizmet sunabilmektedir.

Bireylerin, bazı hastalıklara karşı bağışıklık kazanabilmesi veya bağışıklık düzeylerinin artırılabilmesi için kullanılan en etkin sağlık uygulaması aşıdır. UABS (Ulusal Aşı Bilgi Sistemi), ülkemizde yaşayan her bir birey için, doğumlarından başlamak üzere, yaşamları boyunca sürecek, aşı ve aşı uygulamalarına ilişkin bilgileri kayıt altına alacak, aynı zamanda aşı ve aşı uygulamalarına ilişkin hizmetleri sunacak ontoloji tabanlı bir bilgi sistemi olarak tasarlanmıştır [5, 6]. Ontoloji tabanlı bilgi sistemlerinde farklı yapıda oldukça fazla sayıdaki kullanıcının, sisteme erişim isteği UABS için de söz konusudur. UABS'nin kullanıcıları; T.C. Sağlık Bakanlığı, resmi ve özel sağlık kurumları, aşı sağlayan firmalar, eczane ve ecza depoları, aşı araştırma geliştirme laboratuvarları ve okullar gibi farklı kurum ve kuruluşların yanı sıra, özel ve resmi sağlık çalışanları ile bireylerden oluşmaktadır.

UABS'nde kullanılmak üzere geliştirilen Ulusal Aşı Ontolojisi (UAO), tıbbi bilişim sistemlerinin birlikte çalışılabilirlik ve bilgi paylaşımı göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. Temel olarak hedef, sistem için tıbbi bilişim standartları ile desteklenen bir bilgi tabanı oluşturulmasıdır. Bu çalışmada, tıbbi bilişim standartlarının, anlamsal web teknolojileri ile bilgi sistemlerinde kullanımına yönelik bir öneri sunulmaktadır. Ayrıca, bu önerinin UABS'de kullanım durumu da anlatılmaktadır. İkinci kısımda tıbbi bilişim standartları ve mevcut çalışmalar hakkında bilgi verilmekte ve durum çalışması olan UAO'da kullanılan standartlara kısaca değinilmektedir. Üçüncü bölümde anlamsal web teknolojilerine ve ontolojilerin tanımlarına kısaca değinilerek, ontoloji geliştirilmesinin nedenleri ortaya konulmaktadır. Tıbbi bilişim standartları da kullanılarak geliştirilen, aşı ve aşı uygulamaları alan ontolojisinin anlatıldığı durum çalışması dördüncü kısımda incelenmektedir. Son olarak da sonuçlar sunulmaktadır.

## 2. Tıbbi Bilişim Standartları

Sağlık alanı, çeşitli kurum ve kuruluşlar ile farklı görevleri olan kişilerin hizmet sunduğu, aynı zamanda da hizmet aldığı oldukça büyük ve karmaşık bir alandır. Sağlık hizmetlerinde elektronik sistemlerin, son yıllara kadar hastaların adres, sigorta, sağlık kuruluşuna giriş tarihi gibi sadece yönetsel etkinliklerde yer aldığı görülmektedir. Son yıllarda geliştirilen yeni bilgi sistemleri, sağlık kuruluşunun sadece belirli bir bölümüne hizmet sunmakta, kuruluşun ne kendi içindeki ne de diğer sağlık kuruluşları ile oluşturduğu bilgileri elektronik ortam üzerinden paylaşımı sağlanamamaktadır. Hasta ile ilgili bilgilerin defalarca sisteme girilmesi, aynı laboratuvar incelemelerinin farklı klinik birimler tarafından yeniden istenmesi maliyeti ve zaman kaybını arttırması açısından sıkça karşılaşılan bir sorundur.

Sağlık yazılım uygulamaları; klinik verinin toplanması, klinik bilgi tabanlarına bağlanması, bilginin sorgulanıp getirilmesinin yanı sıra veri kümeleme ve değişimi üzerine odaklanmaktadır. Veri genellikle farklı sağlık merkezlerinde, farklı zamanlarda ve farklı yollar ile kayıt altına alınmaktadır.

Standartlaştırılmış bilgi, çözümlene sürecine katkıda bulunmaktadır. Standartlaşmış terminoloji; sağlık çalışanlarına, hastalara, yöneticilere, yazılım geliştiricilere ve özel sağlık sigortaları gibi sağlık için ödeme yapan kurumlara fayda sağlamaktadır. Bir klinik terminoloji, sağlık bakım süreci (tıbbi geçmiş, hastalıklar, tedaviler, laboratuvar sonuçları gibi) ile ilgili daha kolay erişilebilir ve tam bilgiyi sağlayarak sağlık hizmeti sunanlara yardımcı olabilmektedir. Bunun sonucunda ise hastalar için kazanımlar artmaktadır. Sağlık sunucularının kayıtlarında yer alan belirli bir standarda göre kodlanmış bilgiye dayanarak hastayı tanımlaması, hastayı izlemesi ve hastanın tedavi sürecini yönetmesi klinik terminoloji ile sağlanabilmektedir.

Sağlık alanında günümüzde kullanılmakta olan 2100 kadar farklı standart bulunmaktadır [3]. Bu sayı özel gereksinimleri karşılamak için bile standartların oluşturulduğunun göstergesidir. Bu sayıyı sağlık kuruluşlarının, halk sağlık kurumlarının üzerinde mantıklı bir şekilde çalışabileceği sayıya düşürmek hem ulusal hem de uluslar arası platformlarda yapılan çalışmaların merkezindedir. Bu amaç için, sağlık alanındaki standartlar yapılan bir halk sağlığı veri tanımlama çalışmasında göre beş ana grupta toplanmaktadır [3]:

- Terim bilimi
- İletişme
- İş/Ödeme
- Veri içeriği

- Gizlilik ve güvenlik

SNOMED Clinical Terms® (SNOMED Klinik Terimler - SNOMED-CT®), klinik belgelendirme ve raporlama için klinik içerik ve anlatım sağlayan kapsamlı bir klinik terminolojidir [7]. Klinik veriyi kodlamak, bulup getirmek ve çözümlenmek için kullanılmaktadır. SNOMED-CT, Amerika Patolojistler Enstitüsü (College of American Pathologists - CAP) tarafından geliştirilmiş olan SNOMED Referans Terminolojisi (SNOMED Reference Terminology - SNOMED-RT) ile İngiltere Ulusal Sağlık Hizmeti (National Health Service - NHS) tarafından geliştirilmiş olan Klinik Terimler Sürüm 3 (Clinical Terms Version 3 - CTV3)'ün birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. SNOMED-CT, sonuç araştırmaları yönetmek, sağlık hizmetinin niteliğini ve ücretlendirilmesini değerlendirebilmek ve etkin tedavi yönergeleri tasarlamak için sağlık kuruluşlarının üzerinde etkin çözümlenmeler geliştirebilecekleri bir temel olarak hizmet vermektedir. Terminoloji, sağlık hizmetleri kapsamında klinik bilgiyi tam ve doğru olarak göstermek amacıyla; kavramlar, terimler ve ilişkilerden oluşmaktadır. İçerik kapsamı sıradüzensel bir yapıya sahiptir.

SNOMED-CT terminolojisi için bir kavram; hiç bir zaman değişmeyen, tek bir sayısal tanımlayıcı tarafından tanımlanan klinik bir anlamdır [8]. Kavramlar yine tek ve insanlar tarafından okunabilir olan Tam Belirtim Adı (Fully Specified Name - FSN) ile gösterilmektedir. Kavramlar, biçimsel olarak diğer kavramlar ile aralarında var olan ilişkiler üzerinden tanımlanmaktadır. Bu mantıksal tanımlar, bir bilgisayarın işleyebileceği ve üzerinde sorgulama yapabileceği açık anlamları vermektedir [8]. Bu yapıyla da anlamsal web'de beklediğimiz verinin anlamı sunularak bilgi oluşturulmasını desteklemektedir.

Kavramlar, kliniksel ayrıntılarına göre farklı düzeylerde gösterilmektedir. Çok genel olabildikleri gibi, giderek artan daha özel detaylar ile de gösterimleri söz konusu olabilmektedir. Bu durum, artan taneciklilik olarak isimlendirilmektedir. Tanecikliliğin farklı düzeyleri, klinik veriyi uygun detay düzeyinde kodlayabilmeyi sağlamaktadır. SNOMED-CT kavramlarının, ConceptID olarak adlandırılan tek (unique) bir sayısal tanımlayıcıları bulunmaktadır. Bu tanımlayıcıların herhangi bir sıradüzensel veya örtülü bir anlamı bulunmamaktadır. Ayrıca, kavramın doğal yapısı ile ilgili olarak da herhangi bir bilgi taşımamaktadırlar:

*Örnek:*

*Şarbon spor aşısı olan "anthrax spore vaccine" kavramının ConceptID'si 333521006'dır.*

ICD (The International Classification of Diseases - Uluslararası Hastalık Sınıflandırması); epidemiyoloji, sağlık yönetimi ve klinik amaçlar için standart bir tanı aracıdır. Nüfus gruplarının genel sağlık durumlarının çözümlenmelerini içeren ICD, hastalıkların ve diğer sağlık sorunlarının görülme sıklığını ve yaygınlığını izlemek için dünya çapında kullanılmaktadır.

ICD, ölüm belgeleri ve sağlık kayıtları dahil olmak üzere, bir çok farklı sağlık ve nüfus kayıtlarının üzerinden hastalıkları ve diğer sağlık sorunlarını sınıflandırmaktadır. Bu kayıtlar; klinik, epidemiyolojik ve nitelik amaçlı depolama ve teşhis bilgilerinin alınmasını sağlamanın yanı sıra, bu kayıtları da DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü - WHO) Üye Devletler tarafından ulusal ölüm ve kalıcı engellerin istatistiklerinin derlenmesi için temel oluşturmaktadır. Böylelikle, ülkeler tarafından geri ödeme ve kaynak tahsisine karar vermek için de kullanılmaktadır.[9]

Kodlama sisteminin başlangıcı 1850'li yıllara dayanmaktadır. Hazırlanan ilk liste, Uluslararası Ölüm Sebepleri Listesi olarak 1893 yılında duyurulmuştur. DSÖ, 1948 yılında bu listenin devam ettirilmesi sorumluluğunu üzerine almış ve 6. liste güncellemesiyle birlikte ICD kodlarının temelleri atılmıştır. 1990 yılı Mayıs ayında 43. Dünya Sağlık Kongresi'nde onaylanan ICD 10 kodları ICD 10, 1979-98 yılları arasında kullanılan ICD 9 sınıflandırmasının yerini almıştır. On birinci sürümü geliştirilmeye başlanan listenin 2015'e kadar tamamlanması beklenmektedir [10]. Bu çalışmada anlatılan UAO için ICD 10 ve SNOMED-CT standartlarının kullanım şekline, izleyen Durum Çalışması bölümünde yer verilmektedir.

USVS (Ulusal Sağlık Veri Seti) [11], sağlık alanındaki bütün paydaşların aynı kavramdan aynı içeriği anlamlarını sağlayacak bir terminoloji birliği oluşturmak amacıyla geliştirilmiştir. Veri sözlüğü, sağlık kurumlarından verilerin belirlenmiş standartlar doğrultusunda toplanmasını, çözümünü ve değerlendirilmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda, sahadan sağlık verisi toplama konusunda verimi artıracak, tekrarlanan ve hatalı verileri azaltacak ve toplanan verinin amacına daha uygun bir şekilde kullanılmasına imkân tanıyacaktır.

USVS, Türkiye'deki sağlık kurumlarında kullanılmakta olan bilgi sistemlerinin referans olarak kullanacağı bir sözlük çalışmasıdır. Sözlük, farklı kategorilerde veri kümelerinin olduğu sıradüzensel terim ve nesnel toplulukları ve bu terimler arası ilişkilerden oluşmaktadır. Bununla birlikte USVS, bir veri sözlüğü niteliği taşımayan; ancak yine ülke çapında referans olarak kullanılacak olan kodlama ve sınıflandırma sistemlerinin temel tanımlarını da barındırmakta ve bu kodların kullanıldığı veri alanlarını adreslendirmektedir.

MSVS (Minimum Sağlık Veri Seti) [12], Sağlık Bakanlığı'nın sahadan toplayacağı minimum içeriğe sahip veri gruplarını ifade etmektedir. MSVS ile; şimdiye kadar kâğıt ortamda toplanan veriler, gelişen haberleşme ve bilişim teknolojisi altyapısını kullanarak daha hızlı ve doğru bir şekilde, doğrudan verinin üretildiği bilgi sisteminden Sağlık Bakanlığı'na elektronik ortamda iletilebilecektir. Hastane Bilgi Sistemleri, veri kümeleri içerisinde yer alan veri elemanlarına göre veri tabanlarını güncelleyecek ve Sağlık Bakanlığı veri tabanı ile haberleşebilecek bir yapıya ulaşacaktır.

Sağlık alanında kurumlar arası birlikte çalışabilirlik ve bilgi paylaşımı için tıbbi bilişim standartları üzerinde yapılan birçok çalışmaya rağmen; bu standartlar ile tanımlanan sağlık bilgilerinin sağlık alanında çalışmayan kişiler tarafından diğer bir deyişle sağlık alanından hizmet alanlar tarafından anlaşılmadığı görülmektedir. Ayrıca, standartlar ile tanımlanan sağlık bilgilerinin sadece veri içerdiği; bu verinin işlenebilmesi için bilgi teknolojilerinden destek alınması gerekmektedir. Bu nokta ise, insanlar ve bilgisayar sistemleri arasında bilgi paylaşımı ve birlikte çalışabilirliği destekleyen anlamsal web teknolojileri ile sağlanabilmektedir.

### 3. Anlamsal Web ve Ontoloji

Bilgi sistemleri, bilgisayarların hızla gelişmesi ile endüstride hızla kullanılmaya başlanmış ve internetin hızla yayılması sonucunda da web üzerinden kullanımın desteklenmesi sağlanmıştır. Her ne kadar bu sistemler bilgi paylaşmak ve işlemek için geliştirilmiş olsalar da, kullanılan bilgi veri seviyesinde kalmıştır. Ayrıca veri sadece sistemin insan kullanıcıları tarafından anlaşılabilir, sistemler arası paylaşım ise gerçekleşmemiştir. Bilgi sistemlerinde ise hedef, bilginin etkin bir şekilde kullanılmasıdır; bunun için de bilginin paylaşılması gerekmektedir.

Verinin anlamını sunarak bilgiyi modellemeyi ve bilgiyi web üzerinden paylaşmayı hedefleyen Anlamsal Web'in tanımı, 1980'li yıllardaki web'in temellerini atan Tim Berners Lee tarafından, "Bilginin, bilgisayarlar ve insanların birlikte çalışabilmelerini sağlayacak biçimde iyi tanımlanmış anlamının bulunduğu günümüzdeki webin genişletilmesi" [13] olarak verilmektedir.

Anlamsal Web çalışmalarının odaklandığı temel konulardan biri, alana özgü ontolojilerin geliştirilmesi ve bunların bilgi sistemlerinde kullanılmasıdır. Felsefede metafiziğin en önemli dalı olarak görülen ve "varlık bilimi" olarak tanımlanan ontoloji; varlıklar ile varlıkların türleri ve bunlar arasındaki ilişkiler üzerinde çalışmaktadır. Bilgi teknolojilerinde ise ontoloji yeni bir anlam kazanmıştır. Kavramsallaştırmanın açık belirtimi olan ontoloji [14], kavramların tanımları ile bu kavramların birlikte etki alanı üzerinde bir yapı oluşturmak için birbirleri ile nasıl ilişkili olduklarını ve terimler arasındaki olası yorumları kısıtlayarak belirtmektedir [15]. Ontolojiler, insanlar arasındaki iletişime yardımcı olmak, bilgisayar sistemleri arasında birlikte çalışabilirliği sağlamak ve yazılım sistemlerinin süreç ve niteliğini arttırmak için kullanılmaktadır [16]. Ayrıca ontolojiler, bilgisayar sistemlerinin bilgiyi insanların anladığı şekilde yorumlayabilmesini hedeflemektedir.

Sağlık bilgi sistemlerinin, dağıtık ortamlarda bulunan, yüksek düzeyde yapılandırılmış ve zengin anlamsallığı olan klinik bilgi üzerinde çalışabilir olmaları gerekmektedir. Bu gereksinimin karşılanabilmesi için, sağlık alanı tıbbi terimler ve ileti bilgi modelleri için standartlar geliştirmektedir. Tıbbi terminolojiler ve ileti bilgi modelleri için geliştirilen standartların ontolojiler ile tanımlanması, bilginin farklı sistemler arasında iletilebilmesi ve bu bilginin sistemden sisteme, programdan programa ve kurumdan kuruma aynı anlamı taşıması sağlanabilmektedir. Bilginin sorgulanması, üzerinde çıkarsama yapılması da yine ontolojiler üzerinden Anlamsal Web teknolojileri ile gerçekleştirilebilir. Sonuç olarak, ontolojiler üzerinden tanımlanmış sağlık bilgilerinin yeniden kullanımı, bu bilgiler üzerinde birlikte çalışabilirliğin sağlandığı sağlık bilgi sistemlerinin hem makinelere hem de insanlara hizmet sunabilecektir. Anlamsal web teknolojilerinin sunduğu desteği sağlık bilgi sistemleri için kullanacak ontoloji tabanlı bir bilgi sistemi örneği olan UABS için, etki alanı olan aşı ve aşı uygulamaları için bir ontoloji geliştirilmiştir. Ulusal Aşı Ontolojisi olarak adlandırılan bu ontolojinin geliştirilme adımları izleyen bölümde verilmektedir.

#### 4. Durum Çalışması - Ulusal Aşı Ontolojisi

Sağlık alanındaki önemli uygulamalardan biri olan aşı, sonuçları ölüm veya kalıcı sakatlıklar olabilecek bazı hastalıklara karşı bireyin bağışıklık kazanabilmesi ya da bağışıklık düzeyinin artırılması için kullanılan en etkin yöntemlerden biridir [17]. Sağlık alanının tamamında olduğu gibi, yüksek kalitede, verimli ve sürekliliği sağlanarak hizmet alma ve sunma gereksinimlerinin karşılanabilmesi, aşı ile ilgili hizmetlerin her yerde verilmesine bir başka deyiş ile coğrafik olarak dağıtık olmasına ve giderek daha da özelleşen bir yapıda bulunmasına neden olmuştur. Bu dağıtık yapıda, bireylerin aşı ve aşı uygulamalarına ilişkin bilgilerinin kayıt altına alınabildiği ve sorgulanabildiği herhangi bir elektronik sistem bulunmamaktadır. Dünyada ve ülkemizde aşı ve aşı uygulamalarına ilişkin kapsamlı bir durum değerlendirmesine [17] çalışmasında yer verilmektedir. Bu çalışmada aşı ile ilgili sorunlara ontoloji tabanlı bir bilgi sistemi ile sunulabilecek çözüm ortaya konulmuş; ancak, sağlık uygulamalarında hastanın mahremiyetinin korunması ilkesine dayanarak, sağlık bilgisine erişimin nasıl denetleneceği ile ilgili bir çözüm ise [18] çalışmasında ortaya konulmuştur.

UABS için aşı ontolojisinin geliştirilme sürecinde [19] çalışmasında önerilen ontoloji geliştirme metodolojisi izlenmiştir. Metodolojiyi geliştiriciler, ontoloji geliştirmek için tek ya da en doğru bir yöntem olmadığını özellikle vurgulamaktadırlar. Metodolojide her ne kadar nesneye dayalı tasarım [20, 21] fikirlerinden örnek alınmış olsa da, ontoloji geliştirilmesinde nesneye dayalı programlamadaki sınıflar ve ilişkilerden farklı olduğu belirtilmektedir. Nesneye dayalı programlama sınıflar ve sınıfların yöntemleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yazılım geliştirici, tasarım sırasında bir sınıfın işlemsel özelliklerine dayanan kararlar vermektedir. Ontoloji tasarımında ise bir sınıfın, ontolojide sınıf yerine genellikle kavram ifadesi kullanılmaktadır, yapısal özelliklerine dayanan kararlar verilmektedir. Sonuç olarak, bir ontolojide tanımlanan sınıf yapısı ve bu sınıfın diğer sınıflar ile arasındaki ilişkiler, aynı ortam için geliştirilmiş nesneye dayalı bir programdaki yapısından farklı olmaktadır.

Ontoloji, belirli bir alandaki kavramların (sınıflar ya da kavramlar), kavramların niteliklerini ve gösterimlerini tanımlayan her kavramın özelliklerini (roller ya da özellikler) ve bu özellikler üzerindeki kısıtların (rol kısıtları ya da görünüm) açık bir gösterimi olarak tanımlanmaktadır [19]. Bilgi tabanı ise ontolojideki sınıfların örneklerinin yaratılması ile oluşturulmaktadır.

Bu metodoloji de özellikle vurgulanan üç temel kural bulunmaktadır:

- Bir alanı modellemek için sadece tek bir tane doğru yol yoktur. Bu da farklı uygun seçeneklerin varlığı anlamına gelmektedir. En iyi çözüm, aklınızdaki uygulamaya ve öngördüğünüz uzantılara bağlı olarak değişmektedir.
- Ontoloji geliştirme, özyinelemeli bir süreç gerektirmektedir.
- Ontolojideki sınıflar, modellenen alandaki fiziksel ya da mantıksal kavramlara ve bu kavramlar arasındaki ilişkilere benzer olarak tanımlanmalıdır.

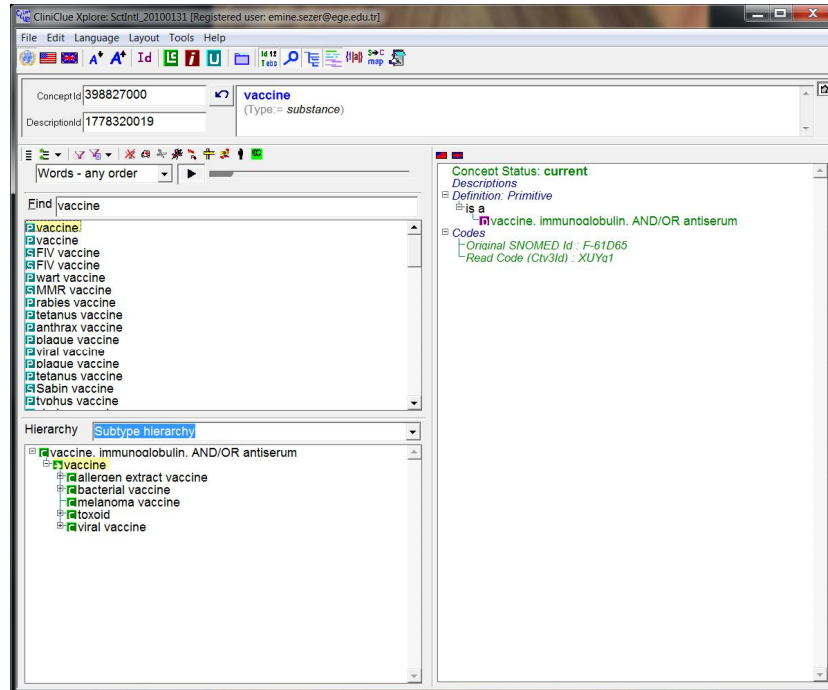
Bu kurallar göz önünde bulundurularak ontoloji geliştirmek için önerilen yedi adım bu çalışmada aşağıdaki şekilde uygulanmıştır:

1. **Ontolojinin alanını ve kapsamını belirleme:** Geliştirilen UAO'nun, ülkemizde yapılan aşı ve aşılama uygulamalarına ilişkin tüm hizmetleri vermek için kullanılacak bir sistemin bilgi tabanını oluşturacağı göz önünde bulundurulmuştur. Aynı zamanda, bu sistemin hem sağlık uzmanları hem de sağlık terimlerine yabancı olan kişilerce kullanılacağı da dikkate alınmıştır. Burada bilgi paylaşımı ön plana çıkartılırken, birlikte çalışılabilir ve yeniden kullanılabilir elektronik sağlık kayıtları oluşturmak da göz önünde bulunduran diğer önemli noktalardır.
2. **Tanımlanmış olan ontolojilerin yeniden kullanılması:** Dünyada ve ülkemizde aşı alanına ilişkin yapılan ontoloji, terminoloji ve standart çalışmaları araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda, standart olarak SNOMED-CT ve ICD 10, ontoloji olarak VO uluslararası yapılan çalışmalar olarak detaylı bir şekilde incelenmiştir VO (Vaccine Ontology), hem insanlar hem de hayvanlar üzerinde kullanılan bütün aşılardan oluşan geliştirilmiş bir ontolojidir [22, 23]. VO sadece aşı ile ilgili öbek (lot), son kullanım tarihi, etken madde gibi öznelikleri içermektedir. Sağlık alanında yapılan terminolojik standartlaşma çalışmalarının herhangi birini desteklememektedir. UABS ile hedeflenen sağlık kayıtları arasında da birlikte çalışılabilirlik olduğu için,

sağlık alanında yapılan çalışmalarının göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bu nedenle UABS'de kullanılacak olan aşı ontolojisinin dünyada yaygın olarak kullanılmakta olan SNOMED-CT tıbbi standardı temel alınarak geliştirilmiştir. Ayrıca, hastalık teşhis ve tanı kodları için ülkemizde de bir standart olarak kullanılan ICD 10 kodlarının aşıya ilişkin olanları, geliştirilen ontolojide yer almaktadır. Ülkemizde son yıllardaki sağlıkta e-dönüşüm çalışmaları kapsamında oluşturulan Aşı MSVS ve USVS de incelenmiştir. Bu terminoloji ve standartların ontoloji içerisinde kullanım şekli sonraki adımlarda daha detaylı olarak yer almaktadır.

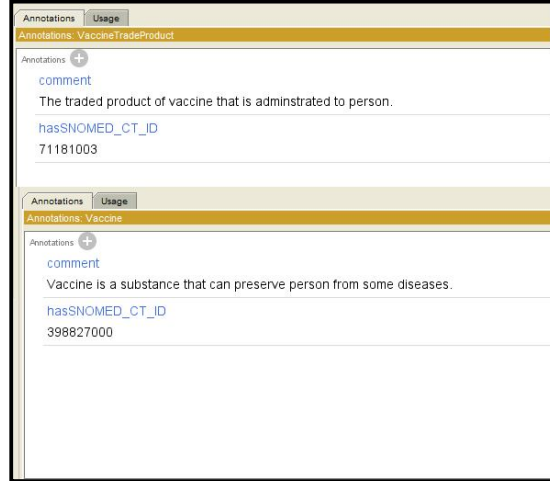
3. **Ontolojideki önemli terimlerin listelenmesi:** Ontolojide tanımlanmak istenen terimlerin, kullanıcıların listelenmesi bir sonraki adımlar olan sınıf ve sınıf hiyerarşilerinin ve sınıflar arası ilişkilerin belirlenmesinde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu adımda ikinci adımda belirlenmiş olan ontolojilere ve standartlara sık sık başvuru yapılarak, gerekli terimler çıkartılmıştır. Çıkartılan terimler ile aşı alanının mantıksal olarak içeriği oluşturulmuştur. Ayrıca bu adımda, UABS için hazırlanmış olan ve sistemin kullanıcılar ve kullanıcı durumları da göz önünde bulundurulmuştur. Aşı alanına ilişkin en önemli terimler ise Person, HealthPerson, Vaccine, Vaccination, VaccinationCalendar ve VaccineTradeProduct olarak belirlenmiştir.
4. **Sınıfların ve sınıf hiyerarşisinin belirlenmesi:** Üçüncü adımda belirlenen terimlerden yola çıkarak aşı ontolojisinin sınıfları (kavramları) ve alt sınıfları belirlenmeye başlamıştır. Hiyerarşinin belirlenmesinde farklı yöntemler bulunmaktadır: aşağıdan-yukarıya (bottom-up), yukarıdan-aşağıya (top-down) ve birleşim (combination) (aşağıdan-yukarıya ve yukarıdan-aşağının birlikte kullanımı). Aşı ontolojisinde sınıfların tanımlanmaya başlaması ve hiyerarşinin oluşturulmasında bu yöntemler kullanılmamıştır. Aşı, aşılama ve sistemin kullanıcılarını gösterecek sınıflardan başlanarak sınıfların ve hiyerarşinin tanımlanmasına başlanmıştır.

Sınıfların belirlenmesi ile bu sınıflara ait öncelikle, eğer varsa SNOMED-CT conceptID'leri ontolojiye eklenmiştir. Örneğin, UAO'da temel sınıflardan birisi olan Vaccine için SNOMED-CT'de Şekil 2'deki kavramlar bulunmaktadır.



Şekil 2. SNOMED-CT'de aşıya ilişkin kavramlar.

Şekil 2'deki ekran görüntüsündeki ilk kavram, UAO'daki Vaccine ile gösterilen kavram ile aynı anlamı taşımaktadır. İkincisi ise UAO'da VaccineTradeProduct ile gösterilen kavram ile aynı anlamı taşımaktadır. UAO'da her eklenen kavram (sınıf), özellik ve nitelik hatta örnekler için SNOMED-CT'de aynı anlama gelen terim aranmıştır. Bulunan terimlerin SNOMED-CT conceptID'leri UAO'da "Annotations"da hasSNOMED\_CT\_ID isimli yeni bir özellik olarak eklenmiştir. Vaccine ve VaccineTradeProduct için bu tanımlamalar Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Kavramlar için hasSNOMED\_CT\_ID özelliği

hasSNOMED\_CT\_ID'nin bir ilişki ya da nitelik olarak tanımlanmama nedeni, kavramların örneklerinin de SNOMED-CT terminolojisinde conceptID'leri olabilmesidir. Bu nedenle de sabit bir nitelik değeri verilememiştir. Örneğin, KKK (Kızamık-Kızamıkçık-Kabakulak) aşısı için Şekil 4'deki tanımlama kullanılmıştır.

ICD 10 kodları da SNOMED-CT terimlerine benzer bir şekilde UAO'da yer almaktadır. Ancak, ICD 10 terminolojisi; teşhis, tanı ve tedavi de kullanıldığı için SNOMED-CT'deki kadar terim eklenmemektedir. KKK aşısı için ICD 10 kodunun tanımlanmasına da Şekil 4'de yer verilmiştir.

```
<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/Vaccine_Ontology.owl#MeaslesMumpsRubella -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&ontologies;Vaccine_Ontology.owl#MeaslesMumpsRubella">
  <rdf:type rdf:resource="&ontologies;Vaccine_Ontology.owl#CombinationVaccine"/>
  <Vaccine_Ontology:hasSNOMED_CT_ID>1776367012</Vaccine_Ontology:hasSNOMED_CT_ID>
  <Vaccine_Ontology:has_ICD_10_Code>Z27.4</Vaccine_Ontology:has_ICD_10_Code>
  <Vaccine_Ontology:hasAntibioticResidual rdf:resource="&ontologies;Vaccine_Ontology.owl#Neomycin"/>
</owl:NamedIndividual>
```

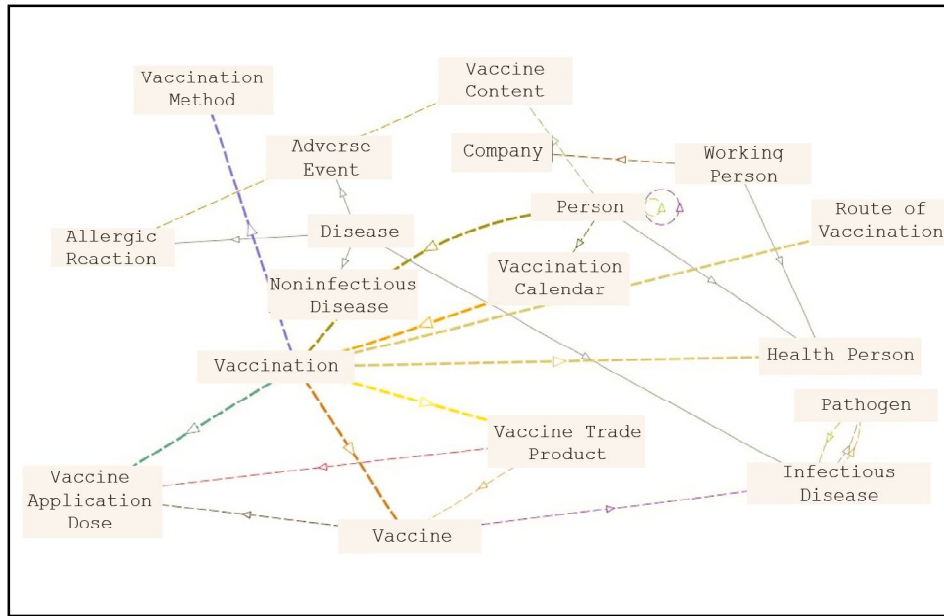
Şekil 4. KKK aşısı için ICD 10 kodunun ve SNOMED-CT conceptID'nin UAO'da gösterimi.

5. **Sınıfların özelliklerinin ve niteliklerinin belirlenmesi:** Sınıfların diğer sınıflarla olan ilişkileri, sınıfların nitelikleri belirlenmiştir. Aslında bu adım dördüncü ve altıncı adımlarla özinelemeli bir şekilde sürekli devam etmiştir. Bazen sınıflar yaratılırken nitelikleri belirlenmiş bazen de diğer sınıflarla olan ilişkileri hemen tanımlanmıştır.
6. **Özellik ve nitelik kısıtlarının belirlenmesi:** Sınıfların niteliklerinin ve diğer sınıflar ile olan ilişkilerinin ve özelliklerinin kısıtları ontolojide tanımlanmıştır.
7. **Kavram örneklerinin yaratılması:** Sınıfların özellikleri ve nitelikleri tanımlanarak kavramlara ait örnekler ontolojide yer almaya başlamıştır. Bu adım, aşı ontolojisinde özellikle VaccineContent ve Pathogen



gibi kavramlar için gerçekleştirilebilmiştir. Ancak; Person, Health Person, Organization için tüm kavram ontolojileri girilmemiştir. VaccineTradeProduct ile ilgili de çok fazla örnek girilmemiş, bazı örneklerin girilmesi sistemin kullanım aşamasına bırakılmıştır.

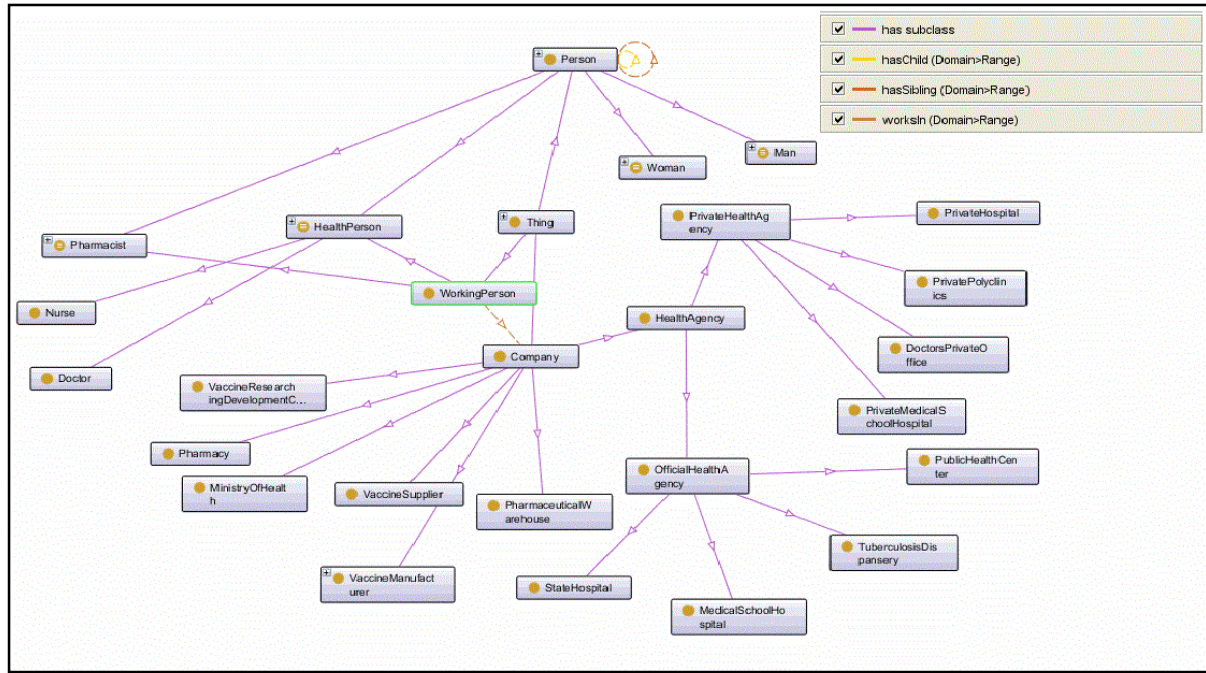
Geliştirilen Ulusal Aşı Ontolojisi (UAO), XMLSchema'yı ve RDF ve OWL ile geliştirilmiş bütün ontolojiler ile uyumluluğu destekleyen, OWL2 ontoloji dilinde Protégé 4.3 [24] ontoloji editörü kullanılarak geliştirilmiştir. UAO için tanımlanabilirlik derecesi ALCOIQ(D) DL olarak belirtilmektedir [25]. Ontoloji sistemde kullanılmaya başlanmadan önceki son sürüm itibarıyla 134 kavram, 50 nesne ve 16 veri özelliği bulunmaktadır. Sistemde tanımlanmış olan örnekler (instances), bir diğer adıyla nesnelere, sistem üzerinden doğrudan veritabanına eklenmektedir. Ontolojinin geliştirilme sürecinde sadece hastalık, hastalığa neden olan mikroorganizma, aşı adjuvanları gibi örnekler ontoloji içinde tanımlanmıştır. Şekil 5'de geliştirilen UAO'nun temel kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.



Şekil 5. Ulusal Aşı Ontolojisi (UAO) temel kavramları ve kavramlar arası temel ilişkiler.

UAO'nun kullanıldığı sistem olan UABS'nin başlıca hedefleri birlikte çalışabilirlik, bilgi paylaşımı ve tekrar kullanılabilirlik olması göz önünde bulundurularak; aşı alanı, aşılama sürecinde yer alan paydaşların ki bunlar kişiler ve kurumlar olabilmektedir, kullanımı açısından ele alınmıştır. Bu paydaşlar UAO'da Şekil 6'da gösterildiği gibi birer kavram olarak gösterilmiştir.

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="&ontologies;
  UAO.owl#isAdministrationOf">
  <rdfs:domain rdf:resource="&ontologies;
    UAO.owl#Vaccination"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&ontologies;
    UAO.owl#VaccineTradeProduct"/>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="&ontologies;
      UAO.owl#isVaccinationOf"/>
    <rdf:Description rdf:about="&ontologies;
      UAO.owl#hasTradeProduct"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
</owl:ObjectProperty>
```



Şekil 6. UAO'da sistem paydaşlarının gösterimi ve kavramları arası ilişkiler.

isAdministrationOf ile nesne özelliğinin özellik zincir (property chain) tanımı ise aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

isVaccinationOf o hasTradeProduct → isAdministrationOf

Bu tanım ile "Vaccine A, Vaccination B'nin aşılması ve Vaccine A, VaccineTradeProduct C adında bir ticari aşıya sahip ise, Vaccination B, VaccineTradeProduct C'nin uygulanmasıdır" çıkarılması yapılabilir.

Vaccine ve VaccineTradeProduct kavramları UAO'daki anlamsal olarak diğer iki önemli kavramlardır. Vaccine, belirli bir hastalığa karşı bağışıklığı arttırmak için uygulanan genel aşılar. BCGVaccine, MeaslesVaccine, HepBVaccine sırasıyla BCG aşısını, kızamık aşısını ve Hepatit B aşısını gösteren Vaccine kavramının örneklerinden bazılarıdır. VaccineTradeProduct kavramı ise sağlık piyasasında satışa sunulmuş ticari aşıları göstermek için tanımlanmıştır. Örneğin HepavaxGene, Havriz ve Prevenar sırasıyla Hepatit B, Hepatit A ve pnemokok aşılarının ticari aşılarıdır.

UAO'da aşılar ve ticari aşıları tanımlamak için iki ayrı kavramın kullanılma nedeni, sistemin bilgi tabanını güçlendirirken, bakım maliyetini azaltmaktadır. Sağlık alanının tamamında olduğu gibi aşı alanında da sürekli araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar var olan bulaşıcı hastalıklar için yeni aşıların üretilmesi olabileceği gibi; aids, son yıllarda özellikle gündeme gelen domuz gribi ya da kanser hastalıkları gibi henüz herhangi bir aşı piyasaya sürülmemiş hastalıklar için de yapılabilmektedir. Ayrıca, her aşı için farklı ticari aşılar da piyasaya sürülmektedir. Bu nedenlerle, Vaccine ve VaccineTradeProduct kavramları birbirinden ayrı olarak yaratılmıştır. Bu iki kavram ise birbirlerine hasTradeProduct ve isTradedProductOf nesne özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu iki özellik aynı zamanda birbirlerinin tersi olarak ontolojide aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

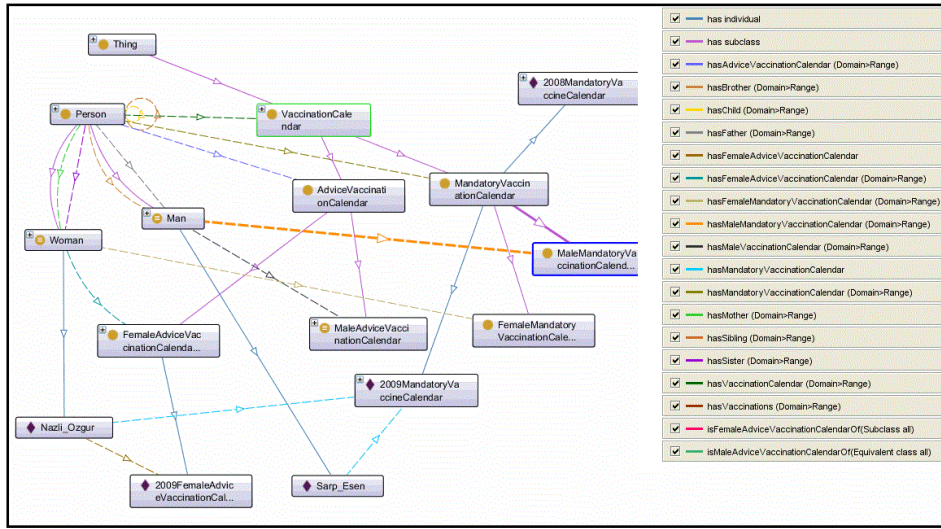
```
<owl:ObjectProperty
  rdf:about="&ontologies;UAO.owl#hasTradeProduct">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;AsymmetricProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&ontologies;
    UAO.owl#Vaccine"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&ontologies;
    UAO.owl#VaccineTradeProduct"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="&ontologies;
```

```

    UAO.owl#isTradedProductOf"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

UABS ile verilecek hizmetlerden biri de Türkiye’de bireylerin doğumları ile başlayan aşı uygulamalarının zamanlarını hatırlatmaktır. Bunun için Genişletilmiş Bağışıklama Programı’nda [26] yer alan aşı takvimi temel alınmaktadır. UABS’ye yeni bir bireyin girişi yapıldığında, bu kişiye alınan bilgiler arasında kişinin doğum tarihi de bulunmaktadır. Bireye uygulanacak aşı takvimi ise sistem tarafından aşı takvimlerinden, bu takvimlerin yürürlüğe girme ve yürürlükten çıkma tarihleri ile kişinin cinsiyetine bakılarak hazırlanmış olan kurallar çerçevesinde belirlenmektedir. Örneğin bir kişinin doğum tarihi bir aşı takviminin yürürlüğe girme tarihine eşit veya büyük ve yürürlükten çıkma tarihinden de küçük ise, bu kişi o aşı takvimine sahip olmalıdır. Ayrıca, kişinin cinsiyeti de aşı takviminin belirlenmesinde etkilidir. Serviks kanserine karşı koruyucu olan HPV aşısı sadece bayanlara uygulanmaktadır. Bu aşı da GBP’da yer almamakta da, sadece bu aşının bayanlara uygulanması tavsiye edilmektedir. Günümüzde uygulanmakta olan GBP’ye göre cinsiyeti ne olursa olsun, yeni doğana uygulanan aşı takvimi, ontoloji de MandatoryVaccinationCalendar kavramının 2009MandatoryVaccinationCalendar isimli bir örneği olarak tanımlanmaktadır. Zorunlu aşı takviminde bulunmayan ama cinsiyeti ne olursa olsun her yeni doğana uygulanması tavsiye edilen aşılarda AdviceVaccinationCalendar kavramının 2009AdviceVaccinationCalendar isimli örneği ile tanımlanmaktadır. HPV aşısının bulunduğu, sadece bayanlara uygulanması tavsiye edilen aşı takvimi ise AdviceVaccinationCalendar kavramının alt kavramı olan FemaleAdviceVaccinationCalendar kavramının 2009FemaleAdviceVaccinationCalendar isimli örneğidir. FemaleAdviceVaccinationCalendar kavramı için “sadece bayanlara uygulanabilir” ilişkisi ile erkek bir bireyin 2009FemaleAdviceVaccinationCalendar isimli aşı takvimine sahip olmaması, bu kişinin 2009AdviceVaccinationCalendar isimli aşı takvimine sahip olmasının sağlanmakta ve bu kuralların denetimi UABS tarafından yapılmaktadır. Bu durum Şekil 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. Aşı takviminin ontolojide gösterilmesi

## 5. Sonuçlar

Ontolojiler, otomatik muhakeme yapabilmeyi sağlamak amacıyla, mantıksal olarak ilgili tanımlar ile tanımlanmış, terimlerin ve bu terimler arasındaki ilişkilerin üzerinde uzlaşmış denetimli sözlüklerdir. Sağlık alanında ontoloji kullanımları bakıldığında çalışmaların odaklandığı noktanın alanı tanımlamak olduğu görülmektedir [27].

BioPortal; OWL, RDF(S), OBO (Open Biological and Biomedical Ontologies), Protégé çerçeveleri ve Rich Release Format ile geliştirilmiş biyomedikal ontolojileri de terminolojilerin oluşturduğu bir kütüphaneye erişim sunan bir Web portalıdır [28]. Günümüzde BioPortal'a kayıtlı 368 adet ontoloji ve terminoloji bulunmaktadır. Bunlardan biri de aşı ve aşı uygulamaları için He ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan VO (Vaccine Ontology) ontolojisidir.

VO, sadece insanlara yönelik değil aynı zamanda hayvanlara da uygulanan aşılarda tanımlamaya yönelik geliştirilmiştir. VO üzerine yapılan çalışmaların, yine terminolojik çalışmalar olduğu görülmektedir. VO'nun

herhangi bir uygulamada kullanıldığına ilişkin bilgiye rastlanılmamıştır. Ayrıca, VO'nun herhangi bir tıbbi bilişim standardına dayandığı ya da bir standardı desteklediği konusunda herhangi bir bilgiye de rastlanılmamıştır.

Çizelge 1'de, geliştirilen UAO ile VO karşılaştırılmaktadır. VO'nun sınıf sayısının UAO'dan oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu VO'nun hem hayvanlar için geliştirilen hem de insanlar için geliştirilen aşılarda tanımlamaya çalışmasından kaynaklanmaktadır. VO'da "human vaccine" terimlerine dayanan bir arama yapıldığında, dört yüz on üç sınıfta bu sonuç döndürülmektedir. Bu sınıflardan üç yüz onu UAO'da örnek düzeyinde tanımlanmaktadır. Ayrıca, VO'da aşıya ilişkin her şey bir kavram olarak verilmiştir. Örneğin; *Mycobacterium tuberculosis*, VO ontolojisinde bir kavram olarak tanımlanırken, UAO'da *BacterialPathogen* kavramının bir örneği olarak tanımlanmıştır. Aşıya ilişkin her şeyin kavram olarak tanımlanması, bu ontolojinin bir sistemde kullanıldığı takdirde bakım ve zaman maliyetini arttırıcı bir etken olarak karşımıza çıkacaktır. Yazılım sistemlerinde sistemin veritabanına yeni veriler eklenebilirken, yeni bir tablo ya da tabloya ait bir sütun eklemek sistemin bakımını güçleştirici bir etkidir. Aynı şekilde bir sistem bilgi tabanında ontoloji kullanıyorsa, sürekli yeni kavramlar eklenmesi arzu edilen bir durum olmayacaktır. Bilgi tabanındaki kavramların olabildiğince sabit kalması, bunu yerine bilgi tabanına bilgilerin bu kavramlara ait örnekler olarak eklenmesi göz önünde bulundurulması gereken, oldukça önemli bir noktadır. Örneğin, VO'ya yeni bir ticari aşının eklenmesi kavram düzeyinde yapılacakken, geliştirilmiş olan UAO'ya bu bilgi örnek düzeyinde yapılacaktır.

**Çizelge 1.** UAO ile VO'nun karşılaştırılması.

	UAO	VO
<b>Kavramlar</b>	134	4661
<b>Nesne Özellikleri</b>	52	137
<b>Veri Özellikleri</b>	19	55
<b>Örnekler</b>	272	70
<b>Uluslararası Standartlar</b>	SNOMED-CT ICD 10	-
<b>Ulusal standartlar</b>	USVS	-
<b>Uygulanan Sistem</b>	UABS	-

UAO'da her ne kadar örnek sayısı ile kavram sayısı toplandığında VO'daki kavram sayısına erişilemese de, UAO'daki bu sayılar, ontolojinin veritabanına yüklenmeden önce geliştirilme sürecine ait verilerdir. Birçok örnek ontolojinin veritabanına eklenmesi ile bilgi tabanını genişletecektir.

VO'nun kendine özgü bir ontoloji olduğu, fakat UAO'nun hem SNOMED-CT standardına ait terimleri hem de ICD 10 standardına ait aşı ve aşı uygulamalarına ilişkin terimleri içerdiği görülmektedir. Standartları içerisinde kullanan UAO'nun bu standartları kendi içinde bulduran ya da doğrudan bu standartları kullanan bilgi sistemleri ile birlikte çalışabilirliği gerekli arayüzlerin yazılması ile sağlanacağı beklenmektedir.

VO ontolojisi, çok fazla kavram içermesine rağmen henüz bir yazılım sistemi içerisinde kullanılmamıştır. UAO ise aşı alanı için geliştirilen web tabanlı bir bilgi sistemi olan UABS'nin bilgi tabanı olarak kullanılmıştır. Bu açıdan bakıldığında, VO'yu terminolojik bir ontoloji, UAO'yu ise çalışan bir ontoloji olarak nitelendirmek mümkündür.

### Kaynaklar

- [1] Suominen, O., Hyvönen, E., Viljanen, K. and Hukka, E., "HealthFinland - a National Semantic Publishing Network and Portal for Health Information", Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, Volume 7 Issue 4, 287-297, 2009.
- [2] Intel Information Technology, "Converging technologies in healthcare IT", Computer Manufacturing Healthcare, <http://www.intel.com/it/pdf/converging-technologies-in-healthcare-it.pdf>, (Son Erişim: 30.12. 2009), 2007.
- [3] MN-PHIN Steering Committee, "Public Health Data Standards, Improving How Public Health Collects, Exchanges and Uses Data", <http://www.health.state.mn.us/e-health/mnphin/standardards.pdf>, (Son Erişim: 30.12.2010), 2006.
- [4] Lopez, D. M. and Blobel, B., "A development framework for semantically interoperable health information systems", I. J. Medical Informatics, 83-103 pp., 2009.
- [5] Ünalır, M. O., Ünalır E., Can Ö. ve Şengonca, H., "Ulusal Aşı Bilgi Sistemi: Ontoloji Tabanlı Sağlık Bilgi Sistemi", Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri Ve Mühendisliği Dergisi, Sayı 4, 2011.
- [6] Sezer, E., "Tıbbi Bilişim Standartları ve Anlamsal Web Teknolojileri Temelli Ulusal Aşı Bilgi Sistemi", Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [7] NHS, "SNOMED CT® The Language of Electronic Health Records", <http://www.connectingforhealth.nhs.uk/systemsandservices/data/uktc/training/snobrochure.pdf>, 2010.
- [8] IHTSDO, International Health Terminology Standards Development Organisation, "SNOMED-CT® User Guide", January 2009 International Release, [http://www.ihtsdo.org/fileadmin/user\\_upload/Docs\\_01/SNOMED\\_CT\\_Publications/SNOMED\\_CT\\_User\\_Guide\\_20080731.pdf](http://www.ihtsdo.org/fileadmin/user_upload/Docs_01/SNOMED_CT_Publications/SNOMED_CT_User_Guide_20080731.pdf), 2010.
- [9] WHO, World Health Organization, " International Classification of Diseases (ICD)", <http://www.who.int/classifications/icd/en/>.
- [10] Centers for Disease Control and Prevention, "International Classification of Diseases 10th Revision (ICD-10)", <http://www.cdc.gov/nchs/icd/icd10cm.htm>, 2001.
- [11] Ulusal Sağlık Veri Sözlüğü, USVS, <http://www.saglik.gov.tr/TR/belge/1-4095/ulusal-saglik-veri-sozlugu-usvs.html>
- [12] Minimum Sağlık Veri Setleri, MSVS, <http://www.saglik.gov.tr/TR/belge/1-4148/minimum-saglik-veri-setleri-msvs.html>
- [13] Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O., "The Semantic Web", Scientific American, vol.284, no:5, 34-43, 2001.
- [14] Gruber, T., "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing", Technical Report KSL93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, 1993.
- [15] Uschold, M., "Knowledge level modelling: Concepts and terminology", Knowledge Engineering Review, 13(1), 5-29, 1998.

- [16] Uschold, M., Jasper, R., "A framework for understanding and classifying ontology applications", Proceedings of the IJCA-I99 workshops on ontologies and problem-solving methods, Stockholm, Sweden, 1999.
- [17] Ünalır, E., Ünalır, M. O., Şengonca, H. ve Vardar, F., "Ulusal Aşı Bilgi Sistemi: Bir Durum Değerlendirmesi ve Yaklaşım Önerisi", Akademik Bilişim 2010, 2010.
- [18] Can, Ö, Sezer, E., Bursa, O. and Ünalır, M. O, "Personalized Vaccination Using Ontology Based Profiling", 7th International Conference, MSTR 2013, Thessaloniki, Greece, November 19-22, 2013. Proceedings Series: Communications in Computer and Information Science, Vol. 390, Garoufallou, Emmanouel; Greenberg, Jane (Eds.), 2013.
- [19] Noy, N. F. and McGuinness, D. L., "Ontology development 101: A guide to creating your first ontology", Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880, [http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf), 2001.
- [20] Booch, G., Rumbaugh, J. and Jacobson, I. "The Unified Modeling Language user guide", Addison-Wesley, 1997.
- [21] Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F. and Lorensen, W., "Object-oriented modeling and design", Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1991.
- [22] He, Y., Cowell, L., Diehl, A., Mobley, H.L., Peters, B., Ruttenberg, A., Scheuermann, R.H., Brinkman, R.R., Courtot, M. and Mungall, C., "VO: Vaccine Ontology", The 1st International Conference on Biomedical Ontology (ICBO 2009) Nature Precedings, Buffalo, NY, USA, 2009.
- [23] Lin, Y. and He, Y., "Ontology representation and analysis of vaccine formulation and administration and their effects on vaccine immune responses", Journal of Biomedical Semantics 3, (17), 2012.
- [24] Protégé, <http://protege.stanford.edu/products.php>, 2014.
- [25] OWL, "OWL Ontology Metrics", OWL at Manchester, <http://owl.cs.manchester.ac.uk/metrics/>, 2009.
- [26] T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, "Genişletilmiş Bağışıklama Programı (GBP) Genelgesi", Genelge 2009/17, 2009.
- [27] Smith, M. K., McGuinness, D., Volz, R. and Welty, C., "Web Ontology Language (OWL) Guide Version 1.0 Technical report", W3C World Wide Web Consortium, 2007.
- [28] Whetzel, P. L., Noy, N. F., Shah, N. H., Alexander, P. R., Nyulas, C., Tudorache, T., & Musen, M. A., "BioPortal: enhanced functionality via new Web services from the National Center for Biomedical Ontology to access and use ontologies in software applications", Nucleic Acids Research, 39(Web Server issue), W541–W545, 2011.