

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİŞİMDE ONTOLOJİ KAVRAMI VE İSTATİSTİK
ONTOLOJİSİ

GÜLSEN ŞENGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2015

BİLİŞİMDE ONTOLOJİ KAVRAMI VE İSTATİSTİK ONTOLOJİSİ

THE CONCEPT OF ONTOLOGY IN INFORMATICS AND THE ONTOLOGY OF STATISTICS

GÜLSEN ŞENGÜN

Başkent Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2015

“BİLİŞİMDE ONTOLOJİ KAVRAMI VE İSTATİSTİK ONTOLOJİSİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından, 09/02/2015 tarihinde, **İSTATİSTİK VE BİLGİSAYAR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Timur Karaçay

Üye (Danışman) : Doç. Dr. Mehtap Akçil Ok

Üye : Doç. Dr. Özlem Müge Aydın Testik

ONAY

..../02/2015

Prof. Dr. Emin AKATA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlamamda ihtiyacım olduğu her an değeri görüş ve katkılarıyla bana yol gösteren danışmanım Sayın Doç. Dr. Mehtap Akçil Ok'a, tezin son haline gelmesindeki katkılarından dolayı değeri jüri üyelerine, çalışmam boyunca manevi desteklerini esirgemeyen anneme ve babama, teze destek ve katkılarından dolayı Adnan Bardakcı, Utku Çubukçu ve Bahar Kavlak'a içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca eşim Bora Şengün'e, çalışmamda her zaman yanımda olarak beni desteklediğı, teze önemli katkılarda bulunduğı ve iyi bir çalışma ortamı oluşturabilmek için her türlü fedakarlığı, sabrı ve hoşgörüyü gösterdiği için sonsuz teşekkür ederim.

ÖZ

BİLİŞİMDE ONTOLOJİ KAVRAMI VE İSTATİSTİK ONTOLOJİSİ

Gülsen ŞENGÜN

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı

Günümüzde web sayfaları, kullanıcılarına yapısal olmayan, dinamik, dağınık ve hızla büyüyen bir veri yığını sunmaktadır. Bu yığın verilerin ne anlama geldiği ve birbirleri ile olan ilişkileri bilinmemektedir. Günümüzdeki web sayfaları bireylerin okuması için tasarlanmıştır. İçeriğindeki bilgilerin birbirleri ile olan anlamsal ilişkileri belirtilmemiş, sadece insanların kolaylıkla okuyabileceği şekilde düzenlenmiştir. Bu nedenle web sayfalarının içeriğini sadece insanlar anlamlandırabilmektedir. Bilgisayar programlarının web sayfalarını okuyup işlemesi ve anlamlandırması mümkün değildir. Bunu sağlamak için yeni bir yaklaşım gerekmektedir.

Bu konuya ilk olarak Tim Berners Lee değinmiş ve anlamsal web kavramını öne sürerek çözüm önerisinde bulunmuştur. Anlamsal webde bilgiler bilgisayarların da anlayabileceği şekilde tanımlanmakta ve birbirleri ile olan anlamsal ilişkileri düzenli bir yapıda verilmektedir.

Ontolojiler, anlamsal webde bilginin anlamlı paylaşılabilmesi için kullanılmaktadırlar. Ontolojiler sayesinde sınıflandırmanın ötesinde kavramlar arasında anlamsal ve mantıksal bağlantılar kurabilmek mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, bilişimdeki ontoloji kavramının tanıtılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda kısaca web'in gelişiminden ve anlamsal web kavramından bahsedilmiş, daha sonra ontoloji kavramı açıklanmış ve istatistik ontolojisi oluşturulmuştur. Oluşturulan istatistik ontolojisi, kullanıcıların doğru istatistiksel testi seçmesine yardımcı olan bir web uygulamasında kullanılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Ontoloji, Anlamsal Web, OWL, İstatistik Ontolojisi

Danışman: Doç.Dr. Mehtap Akçıl Ok, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

ABSTRACT

THE CONCEPT OF ONTOLOGY IN INFORMATICS AND THE ONTOLOGY OF STATISTICS

Gülsen ŞENGÜN

Başkent University Institute of Science and Engineering
Department of Statistics and Computer Science

In recent years, web pages are offering non-structured, dynamic, rapidly growing and unclassified data to their visitors. This big stack of data, and the relations between them are not well identified and it is an unknown to the visitors even though main purpose is to be read by them. Instead of defining meaningful relations between presented data, they are arranged to let visitors easily read them. Hence, web sites can be read and interpreted by humans, but only humans. It is not possible for computer applications to do interpretation and reasoning, and there must be a new approach to let applications have this skill.

This subject is first announced by Tim Barners Lee where he suggested to use semantic web to overcome this obstacle. By applying semantic web exercises, data can be presented as structured to allow computers understand them.

Ontologies are used to share structured and easily understandable data in semantic web. By having ontology exercises, it will be possible to set reasonable and logical relations between definitions, on top of structural categorization.

In this study, introduction and explanation of the term “ontology” in information technologies is aimed. Hence, development of web technologies and semantic web are mentioned to explain what ontology is and how one can set statistical ontology. This statistical ontology is used in a web application which helps its users to select correct statistical test type according to their needs.

KEYWORDS: Ontology, Semantic Web, OWL, Ontology of Statistics

Supervisor: Assoc. Prof. Mehtap Akçıl Ok, Başkent University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
1 GİRİŞ	1
2 WEB'İN GELİŞİMİ	3
3 ANLAMSAL WEB.....	5
4 ONTOLOJİ	8
4.1 Ontoloji Dili: OWL (Web Ontology Language).....	9
4.1.1 OWL ontolojilerinin bileşenleri	10
4.1.2 OWL türleri	13
4.2 Nesneler Arasındaki ilişki özellikleri	15
4.3 Ontoloji Geliştirmeye Neden Gereksinim Duyulmaktadır?	18
4.4 Daha Önce Yapılmış Ontoloji Çalışmaları	19
4.5 Ontoloji Oluşturmak için Gerekli Kriterler	25
4.6 Ontoloji Geliştirme Adımları	26
4.7 Ontoloji Uyumsuzlukları	28
4.8 Ontoloji İşlemleri.....	31
5 UYGULAMA.....	33
5.1 İstatistik Ontolojisi	33
5.2 İstatistik Ontolojisi Web Uygulaması	40
5.2.1 Uygulamanın yapısı	44
5.2.2 Uygulamanın kullanımı	48
6 SONUÇ ve ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR LİSTESİ	60
EKLER LİSTESİ	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Yıllara Göre Web Sayfası Sayısı	1
Şekil 3.1 “Leon” Arama Sonuçları.....	5
Şekil 3.2 Web ve Anlamsal Web	6
Şekil 4.1 Ontoloji Türleri	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.2 Ontoloji Yapısı	12
Şekil 4.3 Ontoloji Örneği.....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.4 OWL Alt Dilleri	13
Şekil 4.5 Fonksiyonel Özellik.....	15
Şekil 4.6 Fonksiyonel Özellik Örneği.....	15
Şekil 4.7 Ters Fonksiyonel Özellik.....	16
Şekil 4.8 Ters Fonksiyonel Özellik Örneği.....	16
Şekil 4.9 Geçişli Özellik Örneği	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.10 Simetrik Özellik Örneği	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.12 Dönüştürülebilir Özellik Örneği.....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.12 Dönüştürülebilir Özellik Örneği	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.13 Dönüştürülemez Özellik Örneği	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.14 Şarap Ontolojisi	Error! Bookmark not defined.
Şekil 4.15 Suç Ontolojisi.....	21
Şekil 4.16 Yemek Ontolojisi.....	22
Şekil 4.17 SGK Ontolojisi	24
Şekil 4.18 Kamu Kurum Ontolojisi.....	25
Şekil 4.19 Ontoloji Uyumsuzlukları	28
Şekil 5.1 Protege 4.3. Ontoloji Arayüzü.....	35
Şekil 5.2 Oluşturulan Sınıflar	36
Şekil 5.3 Sınıfların Grafiksel Gösterimi.....	37
Şekil 5.4 Merkezi Dağılım Ölçüleri Sınıfı	38
Şekil 5.5 Mod Bireyi.....	38
Şekil 5.6 Bireyler için Tanımlanan Özellikler.....	39
Şekil 5.7 Parametrik Olmayan Karşılıklı İlişkisi	40

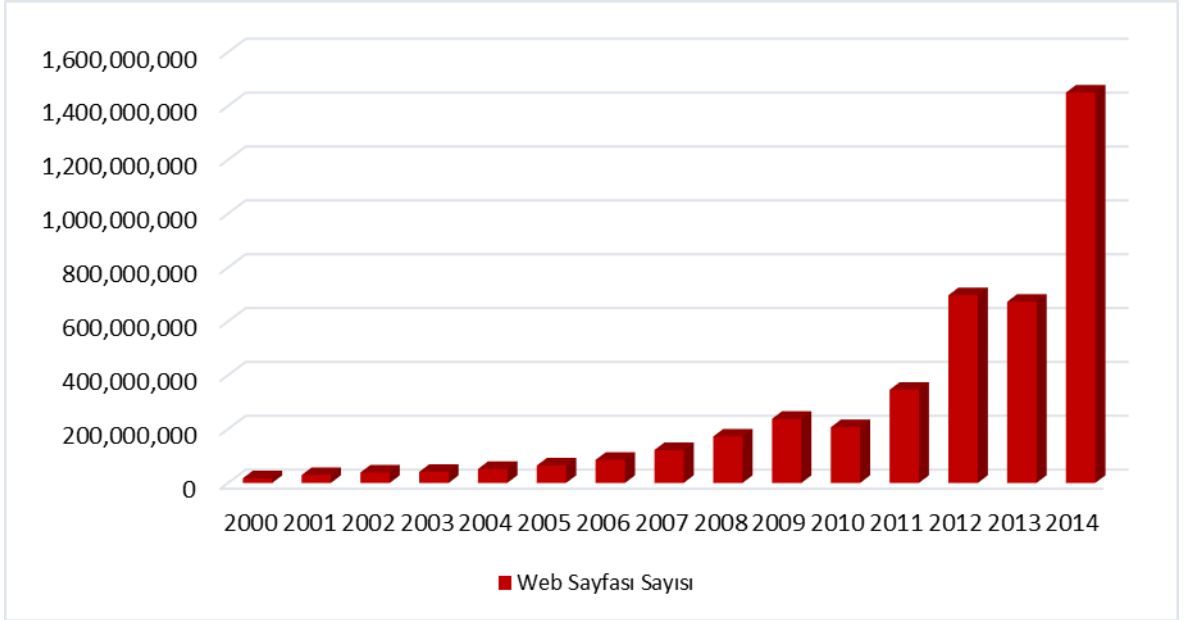
Şekil 5.8 Uygulamada Yer Alan Testler.....	43
Şekil 5.9 Uygulamanın Fiziksel Hiyerarşik Yapısı.....	44
Şekil 5.10 Hipotez Testleri Sınıf Yapısı	46
Şekil 5.11 Özellikler Listesi.....	47
Şekil 5.12 Yönetici Sınıflar.....	47
Şekil 5.13 Test Türü Seçimi.....	48
Şekil 5.14 İlişki Testi Sayfası	49
Şekil 5.15 Buton Açıklaması.....	50
Şekil 5.16 Ölçek Türü Seçimi	51
Şekil 5.17 Kendall Tau a İlişki Testi Örneği	52
Şekil 5.18 Ortalama Karşılaştırma Testi Sayfası	53
Şekil 5.19 Grup Seçimi.....	54
Şekil 5.20 Eşleştirilmiş t Testi Örneği	54
Şekil 5.21 Ontoloji Güncelleme Sayfası	55
Şekil 5.22 Birey Ekleme	56
Şekil 5.23 Açıklama Ekleme	56
Şekil 5.24 Özellik ve İlişki Ekleme	57

ÇİZELGELER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Web 1.0 ile Web 2.0 arasındaki farklar	3
Çizelge 2.2 Web 2.0 ile Web 3.0 arasındaki farklar	4

1 GİRİŞ

Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle beraber bilgisayar okuryazarlığı oranı da büyük ölçüde artmıştır. Bilgisayar okuryazarlığının artması ise, internet kullanımının artmasına neden olmuştur. 2014 yılının dördüncü çeyreğinde Türkiye'de internet kullanım oranı %46, dünyada internet kullanım oranı ise %42'dir [1]. İnternet kullanımındaki artışlar nedeni ile bilgi yoğun olarak internet ortamında üretilmekte ve üretilen bilgiye web sayfaları üzerinden erişilmektedir. Bu nedenle web sayfalarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. 2014 yılında web sayfası sayısı 1 milyarı aşmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Yıllara Göre Web Sayfası Sayısı

Günümüzde web sayfaları, kullanıcılarına yapısal olmayan, dinamik, dağınık ve hızla büyüyen bir veri yığını sunmaktadır. Bu yığın verilerin ne anlama geldiği ve birbirleri ile olan ilişkileri bilinmemektedir. Dolayısıyla bu bilgi yığını bilgi atığı haline almaktadır.

Bugünkü web sayfaları insanların okuması için tasarlanmıştır. İçeriğindeki bilgilerin birbirleri ile olan anlamsal ilişkileri belirtilmemiş, sadece insanların kolaylıkla okuyabileceği şekilde düzenlenmiştir. Bu nedenle web sayfalarının içeriğini sadece insanlar anlamlandırabilmektedir. Bilgisayar programlarının web sayfalarını

okuyup işlemesi ve anlamlandırması mümkün değildir. Bunu sağlamak için yeni bir yaklaşım gerekmektedir.

Bu konuya ilk olarak Tim Berners Lee değinmiş ve anlamsal web (semantic web) kavramını öne sürerek çözüm önerisinde bulunmuştur. Anlamsal web, bugünkü web'den farklı bir sistem değildir, web sayfalarının içeriklerini bilgisayarlarında anlamasını sağlayan bugünkü web'in bir uzantısıdır. Anlamsal web de bilgiler bilgisayarların da anlayabileceği şekilde tanımlanmakta ve birbirleri ile olan anlamsal ilişkileri düzenli bir yapıda verilmektedir [2].

Ontolojiler, anlamsal web'de bilginin anlamlı paylaşılabilmesi için kullanılmaktadırlar. Ontolojiler sayesinde sınıflandırmanın ötesinde kavramlar arasında anlamsal ve mantıksal bağlantılar kurabilmek mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, bilişimdeki ontoloji kavramının tanıtılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda kısaca web'in gelişiminden ve anlamsal web kavramından bahsedilmiş, daha sonra ontoloji kavramı açıklanmış ve istatistik ontolojisi oluşturulmuştur. Oluşturulan istatistik ontolojisi, kullanıcıların doğru istatistiksel testi seçmesine yardımcı olan bir web uygulamasında kullanılmıştır.

2 WEB'İN GELİŞİMİ

Web dünyasının ilk versiyonu, web 1.0, kullanıcı ile etkileşime izin vermeyen sadece bilgi aramak ve okumak için kullanılan statik ve tek yönlü bir yapıya sahipti [3]. Web 1.0'da büyük sayılarda kullanıcılara karşılık çok az sayıda web sayfası vardı. Bu nedenle kullanıcılar direk kaynağa giderek bilgi alıyorlardı [4]. Zamanla kullanıcı sayısının artmasıyla beraber, web sayfaları sayısı yetersiz gelmeye ve aranılan içeriğe ulaşamamaya başlandı. Bununla beraber kullanıcıların mevcut içerikleri değiştirme ve kendi içeriklerini oluşturma isteği web 2.0'ı ortaya çıkarmıştır. Web 1.0 ile web 2.0 arasındaki farklar Çizelge 2.1'de gösterilmiştir [3].

Çizelge 2.1 Web 1.0 ile Web 2.0 arasındaki farklar

WEB 1.0	WEB 2.0
Okuma	Okuma/Yazma
Kişi yada Şirket Odaklı	Topluluk Odaklı
İstemci-Sunucu	Sunucu-Sunucu
HTML, Portallar	XML,RSS
Sınıflandırma	Etiketleme
Yayınlama	Paylaşma
Halka Arz	Ticaret
Web Formları	Web Uygulamaları
Konuşma	Söyleşi

Web 2.0'da insan etkileşimi başladı ve web sayfaları dinamik bir yapı kazandı. Kullanıcılar web 1.0 da olduğu gibi sadece içerikleri okumakla kalmayıp, kendi içeriklerini oluşturmaya başladılar. Web günlükleri, video paylaşım siteleri, sosyal siteler, eBay ve Gmail gibi web servisleri, wiki sözlükleri gibi teknolojiler web 2.0 ile ortaya çıkmıştır. Web'deki bu gelişmeler ile birlikte çok yoğun bir bilgi birikimi oluşmuştur. Bu bilgi yoğunluğu, internet kullanıcılarının aradıklarını bulmalarını zorlaştırmaktadır. Buna çözüm olarak da anlamsal web olarak da adlandırılan, web 3.0 ortaya çıkmıştır. Web 2.0 ile web 3.0 arasındaki farklar Çizelge 2.2'de gösterilmiştir [3]. Web'in mucidi Tim Berners-Lee [5] anlamsal web kavramını şu şekilde anlatmıştır:

”Bütün verileri (içerikler, linkler, insanlar ve bilgisayarlar arasındaki etkileşimler) analiz edebilme yeteneğine sahip bir web rüyam var. Henüz ortaya çıkmamış olan bir “anlamsal web” bunu olanaklı kılacaktır. Ancak bu gerçekleştiğinde, günlük ticaret, bürokrasi ve günlük yaşantımız birbirleriyle konuşan makineler tarafından yürütülecektir. İnsanlar tarafından çağlar boyunca söylenen “zeki sistemler” sonunda gerçekleşecektir.”

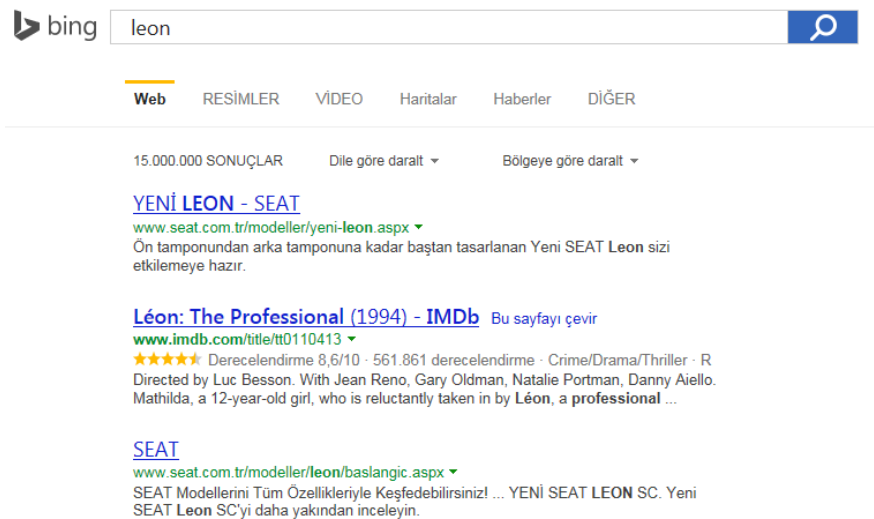
Çizelge 2.2 Web 2.0 ile Web 3.0 arasındaki farklar

WEB 2.0	WEB 3.0
Topluluk Odaklı	Birey Odaklı
İçerik Paylaşımı	Dinamik İçerikleri Birleştirme
Bloglar	Hayat Akışları
AJAX	RDF
Etiketleme	Kullanıcı Bağlantısı

3 ANLAMSAAL WEB

Web sayfaları merkezi bir otoriteye bağılı olmayıp, birçok kişinin ürünü olmasından dolayı dağınık bir yapıdadır. Bu nedenle dağınık bir halde bulunan web sayfalarındaki bilgilerin makinalar tarafından anlaşılabilmesi mümkün değildir. Farklı kişiler tarafından tasarlanan web sayfalarında eş anlamlı ve eş sesli kelimeler, yapılan aramalarda zorluklara sebep olmaktadır.

Örneğin, internet üzerinden bir USB Bellek araması yapılmak istendiğinde sadece "USB Bellek" etiketi ile belirtilen ürünlerin bulunduğu sayfalar kullanıcının karşısına gelir. Fakat bazı sayfalarda bu ürünün adı "Taşınabilir Bellek" ya da "Flash Bellek" olarak geçebilir. Bu durumda kullanıcı eksik araştırma yapmış olur. Bir başka durumda ise bir kullanıcı internet üzerinden "Leon" adlı film hakkında bilgi edinmek isteyebilir. Fakat "Leon" kelimesi hem İngilizcede "aslan" anlamına geldiği için hem de bir araba modeli olduğu için kullanıcının karşısına, işine yaramayacak olan bu bilgiler de gelecektir (Şekil 3.1). Bu durumda da kullanıcılar aramak istediklerini çoğu zaman bulamadan ya da gereğinden fazla zaman harcayarak bulabilmektedirler. Anlamsal web, bilgisayarların da anlayabileceği bir web ortamı geliştirerek, bu gibi zorlukları aşip, bilgisayarların da web sayfalarının içeriklerini anlayabileceği bir içerik sağlayacaktır. Bu sayede yapılan aramalar da daha ilgili sonuçlar verebilecektir.



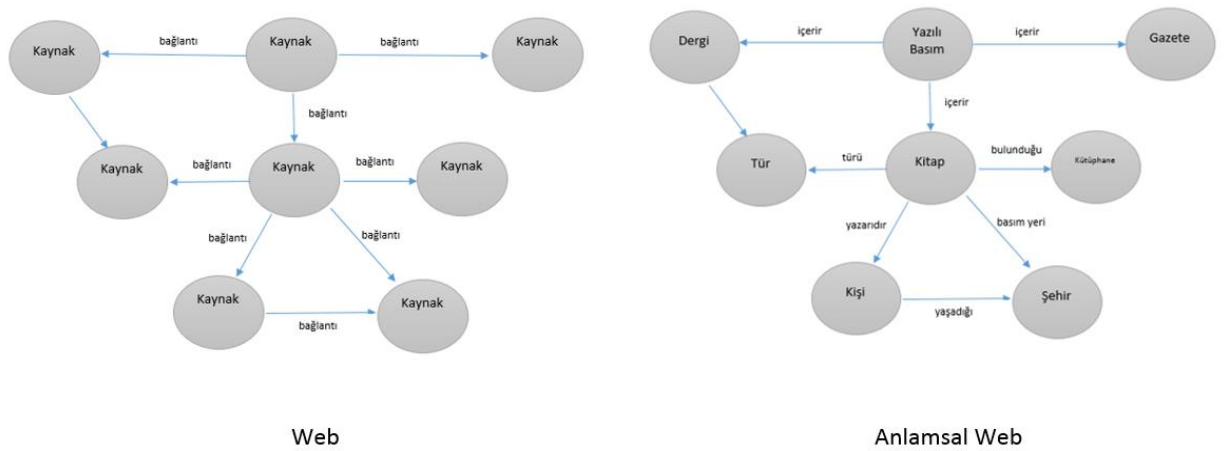
Şekil 3.1 "Leon" Arama Sonuçları

Web sayfaları dinamikdir, yani büyük bir hızla değişmektedir. Bir yandan yeni sayfalar eklenirken, bir yandan da var olan sayfaların içerikleri değişmektedir. Bunun sonucunda da web sayfalarının sayısı artmakta ve veri yığını haline gelmektedir. Bu yığın verilerin ne anlama geldiği ve birbirleri ile olan ilişkileri bilinmemektedir. Dolayısıyla bu bilgi yığını bilgi atığı halini almaktadır. Anlamsal web'in çözüm bulacağı sorunlardan bir diğeri de budur.

Anlamsal web, sadece insanların değil yazılımların da anlayabileceği bir ortam geliştirerek, web sayfalarının yazılımlar için de anlamlı bir içeriğe sahip olmasını sağlayacaktır. Bu anlamda anlamsal web, küresel bir veritabanı gibi de düşünülebilir [2].

Web sayfaları bilgisayarlar tarafından sadece yapısal olarak ayrıştırılabilir. Çünkü web sayfalarındaki yapılandırma sadece bilginin ekranda nasıl gösterileceği ile ilgilidir. Yani bir bilgisayar, bir web sayfasında başlık, paragraf, içerik, tablo gibi alanları algılayabilir [6].

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, bugünkü web, kaynaklar ve bağlantılardan oluşmaktadır. Kaynaklar insanların okuması için tasarlanmış web dokümanlarıdır. Dokümanın içeriği hakkında bilgi ve diğer web dokümanlarıyla olan ilişkileri içermezler. Anlamsal web de kaynak ve bağlantılardan oluşur fakat anlamsal web de kaynak ve bağlantılar tiplere sahiptir. Böylece anlamsal web, yazılımların veriyi kolayca bulmasını, anlamasını ve yorumlamasını sağlar [7].



Şekil 3.2 Web ve Anlamsal Web

Anlamsal web farklı bir teknoloji değildir, günümüzdeki Web'in geliştirilmiş halidir. Günümüzde ki web sayfaları insanların okuyabilmesi için tasarlanan bilgi paylaşım ortamlarıdır. Bilgisayarlar bu sayfadaki bilgileri anlamlı bir şekilde işleyemezler. Anlamsal web geniş kapsamlı bir bilgi paylaşım ortamı yaratmayı ve bu bilgilerin hem insanlar hem makinalar tarafından anlaşılmasını hedeflemektedir. Bu açıdan anlamsal web için gerekli olan alt yapı, zaten varolan webde mevcuttur [2].

Anlamsal web'in getirmek istediği yeniliği anlamak açısından şu örneği incelemek oldukça yararlı olacaktır. Diyelim ki anemi (kansızlık) hastası olan bir kişi çayın kendisine zararlı olup olmadığını araştırıyor ve bir sayfadan çayın içinde bulunan tein maddesinin kandaki hemoglobin miktarını düşürerek anemiyi daha ileri boyuta taşıdığını öğreniyor. Bir başka sayfada ise kola ve kahvenin içinde tein maddesi olduğu bilgisi yer alıyor fakat anemiye kötü geldiğini yazmıyor. Burada araştıran kişinin sayfalarda bulduğu bilgileri ilişkilendirmesi ve çıkarım yapması gerekiyor. Aslında istenilen bilgiler web'de yer alıyor fakat ilişkilendirilmediği için bilgisayarların bu bilgileri bulması zor hatta bazen imkansız oluyor. Anlamsal web, internet üzerindeki kavramlar arasında ilişkiler kurarak, bu bilgilerin insan çabası gerektirmeden bulunmasını sağlıyor.

Anlamsal web bir yapay zeka değildir fakat genellikle yapay zeka ile karşılaştırılmaktadır. Çünkü her ikisi de makinalar tarafından anlaşılabilir belgelerdir fakat her iki kavram da birbirinden farklıdır. Anlamsal web makinaların insanların dilini anlaması yerine, veriyi makinaların anlayabileceği hale getirmektedir [8].

Anlamsal web'in sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi için, bilgisayarlar yapısal olarak organize edilmiş verilere ve otomatik yargılama için kullanılacak anlam çıkarma kural kümelerine erişebilmelidir. Bu kümeleri de ontolojiler oluşturmaktadır. Ontolojiler sayesinde sınıflandırmanın ötesinde kavramlar arasında anlamsal ve mantıksal bağlantılar kurabilmek mümkün olacaktır.

4 ONTOLOJİ

Ontoloji kavramı felsefe biliminden gelmektedir. Sözlük anlamı “varlık bilimi”dir. Alandaki bilgileri paylaşma ihtiyacı hisseden araştırmacılar için hem makineler hem de insanlar tarafından kullanılabilen, genel kelime hazinesi tanımlar.

Ontolojinin bilgisayar bilimindeki en çok kabul gören tanımı 1993’de Gruber tarafından yapılmıştır: “Ontoloji, kavramsallaştırmanın açıkça belirtilmesidir”. Kavramsallaştırma, belli bir alanda, o alana ait soyut bir model oluşturma anlamına gelir. Oluşturulacak olan model, hedeflenen alanla ilgili tüm bilgileri, açıkça tanımlamalıdır. Ontoloji, incelenen alandaki tüm kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri tanımlayan modeldir. Bir bakıma ontoloji o alanın evrensel kümesi olarak düşünülebilir [9].

Ontoloji, belli bir alandaki bilginin paylaşımı için ortak bir sözlük tanımlar. Bu sözlük sadece kavramların tanımlarını değil, özelliklerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini de içermektedir. Ontolojiler [10];

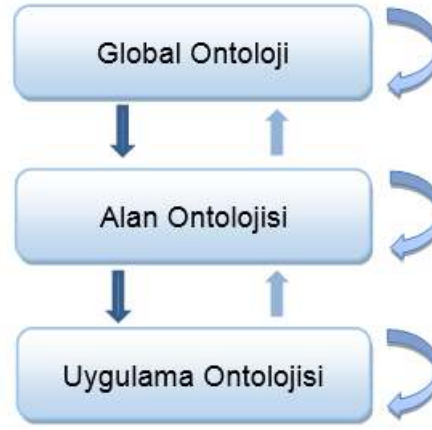
- bilginin anlamsal gösterimini sağlamaktadır, böylece bilgiler makinalar tarafından da anlaşılabilir.
- bilgi edinme ve bilginin yönetimi için kavramlar dizini oluşturmaktadır. Bu sayede makina ve insanlar arasındaki iletişimi sağlamış olur.
- tekrar kullanılabilir, böylelikle diğer ontolojileri oluşturmak için temel sağlamaktadırlar.
- paylaşılabilir, bu sayede benzer sistemleri yapmada emek ve zaman tasarrufu sağlamaktadırlar.

Literatürde farklı ontoloji tipleri (temsil (representational) ontolojileri ve görev (task) ontolojileri gibi) bulunmaktadır. Ancak genel olarak üç tip ontolojiden bahsedilmektedir [11]:

Global Ontoloji: Belirli bir alan ya da problemten bağımsız olan ve çok genel kavramları açıklayan ontolojilerdir. Genel ve alan bağımsız bilgiyi kapsamaktadır. Farklı alanlardaki çok sayıda kullanıcı tarafından paylaşılmaktadır. Global ontoloji, genel kullanım için temel kavramların tanımlarını ve anlamlarını içeren bir sözlüğe benzetilebilir.

Alan Ontolojisi: Özellikle belirli bir alana ait bilgiyi kapsamaktadır. Alan ontolojileri, bir alandaki terimleri içermektedir ve o alanda ki bilgi sahibi kişiler tarafından paylaşılmaktadır. Alan ontolojisi, özellikle belli bir bilim yada teknolojinin bir alanı ile ilgili sözlüğe benzetilebilir.

Uygulama Ontolojisi: Belli bir uygulama için gerekli olan alan ve görev bilgisini kapsamaktadır. Bir kitapta yer alan kavramları içeren terimler sözlüğü uygulama ontolojisine benzetilebilir [12].



Şekil 4.1 Ontoloji Türleri

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi tüm ontoloji tipleri birbiriyle ilişkilidir. Global ontolojiden uygulama ontolojisine yada uygulama ontolojisinden global ontolojiye geçiş yapılabilir. Ayrıca aynı tipteki ontolojiler arasında da geçiş yapılabilir. Yani bir alan ontolojisi başka bir alan ontolojisi ile birleşebilir.

4.1 Ontoloji Dili: OWL (Web Ontology Language)

Ontolojiler OWL uzantılı dosyalarda tutulmaktadır. OWL, Web Ontoloji Dili'nin (Web Ontology Language) baş harflerinden oluşmaktadır. Kolay okunması için WOL yerine OWL olarak kısaltılmıştır. OWL, bilgiyi sadece insanlara sunmak yerine bilginin içeriğinin makinalar tarafından da anlaşılıp, işlenebilmesi için tasarlanmıştır. OWL sözlüklerdeki terimlerin anlamlarını ve bu terimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini açıkça sunmak için kullanılmaktadır. Terimlerin ve terimler arası ilişkilerin bu sunumuna ontoloji denmektedir.

OWL dili, makinalar tarafından diğer işaretleme dillerine (XML, RDF ve RDF-S gibi) göre daha kolay yorumlanabilirler. OWL, anlam ve ilişkileri açıklama da diğer

işaretleme dillerinden daha fazla olanak sağlar. Dolayısıyla bu durum OWL'ın, makine tarafından yorumlanabilir bir web içeriği sunma konusunda diğer dillerin çok ötesinde olduğunun göstergesidir. RDF'de de bir takım basit anlamsal ilişkiler tanımlanabilmektedir fakat karmaşık sistemler için daha zengin bir anlamsal yapı gerekmektedir. Örneğin kadın ve erkek sınıflarının ayrık kümeler olduğunu bir kişinin sadece kadın yada erkek sınıfına dahil olabileceğini RDF'de belirleyemeyiz. Bu tarz anlamsal durumlar için OWL'a ihtiyaç vardır. OWL bir dil olarak adlandırılmasına rağmen, tek başına bağımsız bir dil olarak düşünülemez. OWL söz dizimini XML'den, kavramsal modelini RDF'den almıştır.

OWL ile XML, XML Şema, RDF ve RDF Şema'yı karşılaştıracak olursak;

- XML, yapılandırılmış dokümanlar için yüzeysel bir sözdizimi sağlar fakat anlamsal kısıtlar sağlayamaz.
- XML Şema, XML dokümanlarının yapısını kısıtlamaya yarayan bir dildir. Ayrıca veri tiplerinin tanımlanmasını sağlar.
- RDF, nesneleri ve nesneler arasındaki ilişkileri tanımlayan basit bir anlamsal yapı sağlar. Bu yapı XML sözdizimi ile gösterilir.
- RDF Şema, RDF kaynaklarının özelliklerini ve sınıflarını belli bir anlamsal hiyerarşide tanımlamamızı sağlayan bir dildir.
- OWL, özellikleri ve sınıfları tanımlayabileceğimiz daha geniş bir kelime hazinesi sağlamaktadır. Diğerlerinin ötesinde sınıflar arası ilişkileri, bir kümedeki eleman sayısını, eşitliği ve ilişkilerin özelliklerini sağlar [13].

4.1.1 OWL ontolojilerinin bileşenleri

OWL birey (individual), özellik (data property), ilişki (object property) ve sınıf (class) bileşenlerinden meydana gelmektedir [14].

Sınıf: Sınıfa bağlı nesneleri tanımlamak üzere, bir veya birden fazla ortak niteliği paylaşan nesneler kategorisidir.

Alt Sınıf: Bağlı olduğu üst sınıfın özelleşmiş halidir. Alt ve üst sınıf birbirlerine isA ilişkisi ile bağlıdır. Örneğin Belediye sınıfı üst sınıf, İl belediyesi sınıfı da alt sınıf olsun. Burada iki sınıf arasındaki isA ilişkisi Türkçe'de "İl belediyesi bir

belediyedir.” şeklinde okunmalıdır. Alt ve üst sınıf arasında kalıtsallık söz konusudur.

- Alt sınıfın tüm bireyleri, aynı zamanda üst sınıfının da bireyleridir.
- Alt sınıf, kendisi için tanımlanmış tüm ilişkilerle birlikte üst sınıfı için tanımlanmış ilişkileri de içerir.

Bir alt sınıf, birden fazla üst sınıfa bağlı olabilir. Bağlı olduğu tüm üst sınıfların ilişkilerini ve özelliklerini kalıtsal olarak taşır.

Üst Sınıf: Bir veya birden fazla alt sınıfın genelleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla Üst Sınıf, alt sınıflarının tüm bireylerini kapsar ve bunun yanında herhangi bir alt sınıfına ait olmayan ek bireyleri de kapsar.

Birey: Ait olduğu sınıfın tüm özelliklerini taşıyan nesneler olarak tanımlanmaktadır.

İlişki: İki birey arasında ki bağlantının özelliklerini taşıyan yapıdır. İlişkilerin, kaynak sınıfları ve hedef sınıfları tanımlanmak zorundadır. Hangi sınıfın kaynak, hangi sınıfın hedef olarak seçileceği isteğe bağlı olarak tanımlanabilir.

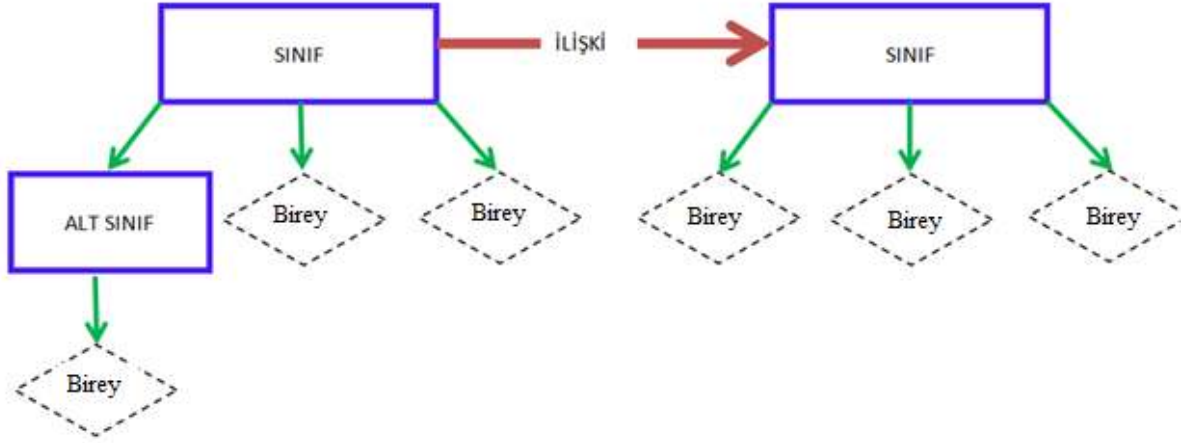
Kaynak: Kendisi için ilişki tanımlanan bir sınıftır. Her ilişki, birey içermese bile mutlaka bir kaynak ve hedef sınıflarına sahip olmalıdır.

Hedef: Kaynak ilişkinin başladığı hedef ise ilişkinin sonlanacağı sınıfı ifade eder. Her ilişki, birey içermese bile mutlaka bir kaynak ve hedef sınıflarına sahip olmalıdır.

Bir ilişki, dilbilgisinde fiil ile benzerlik gösterirken, Hedef Sınıfı dilbilgisinde nesne ile, Kaynak Sınıfı ise özne ile benzerlik göstermektedir. Hangi sınıfın kaynak, hangi sınıfın hedef olarak seçildiği, aynı dilbilgisinde etken ve edilgen çatının seçilmesinde olduğu gibi isteğe bağlıdır.

Özellik: Bir bireye ait olan ve onun benzerlerinden ayrılmasını sağlayan niteliklerdir. Özelliklerin değişmez nitelikte olması gerekir. Örneğin, kişi sınıfının bireylerinin özelliği doğum yılı, doğum yeri, cinsiyeti gibi nitelikler olabilir.

Genel bir ontoloji yapısı Şekil 4.2'deki gibidir. Sınıf (class), alt sınıf (sub class), Birey (individual), ilişki (object property) ve özelliklerden (data property) oluşur.

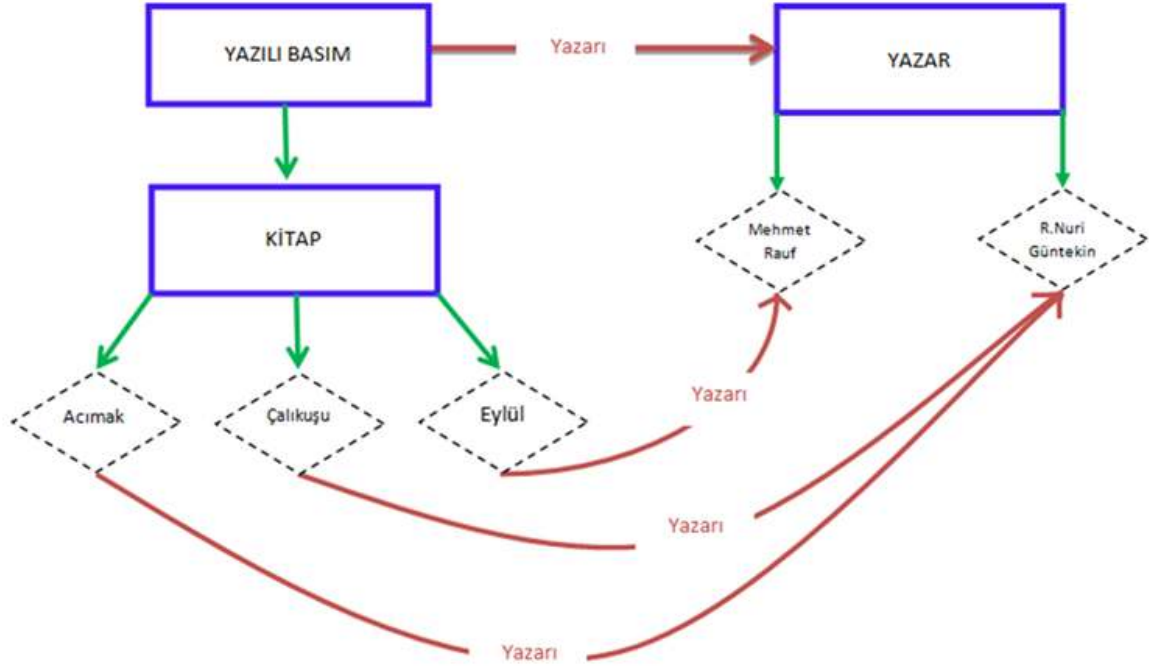


Şekil 4.2 Ontoloji Yapısı

Ontolojik yapıda her birey ait olduğu sınıf ile tanımlanmaktadır. Şekil 4.3'teki ontoloji örneğine bakılarak “Eylül bir kitaptır” tanımlaması yapılabilir. Aynı şekilde aşağıdaki tanımlamalar yapılabilir;

- Acımak bir kitaptır.
- Çalığışu bir kitaptır.
- Kitap bir yazılı basımdır.
- Eylül bir yazılı basımdır.
- Mehmet Rauf bir yazardır.
- Mehmet Rauf Eylül'ün yazarıdır.
- Eylül yazarı Mehmet Rauf olan bir kitaptır.

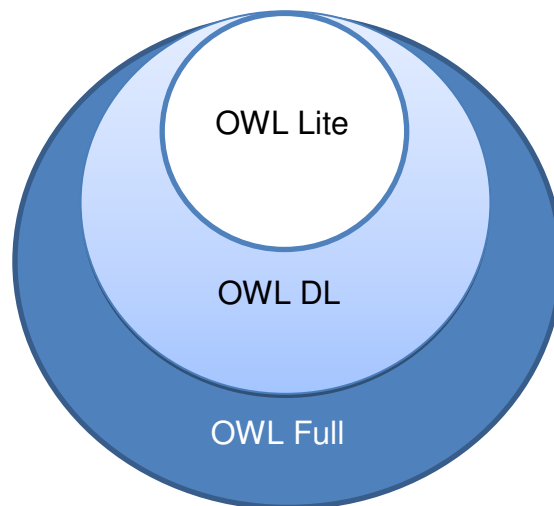
Ontolojilerde bireylere özellik (data property) tanımlanabilir. Örneğin şekil 4.3'teki örnekte kitap sınıfının bireylerine yazım yılı, basım yılı ya da basım evi gibi özellikler tanımlanabilir. O zaman “Çalığışu 1922 yılında yazılmıştır” gibi bilgiler de elde edilebilir.



Şekil 4.3 Ontoloji Örneği

4.1.2 OWL türleri

OWL kullanıcılarına 3 farklı alt dil sağlamaktadır: OWL Lite, OWL DL ve OWL Full [15]. Bu alt dillerin her biri, kendinden daha basit olanının uzantısıdır. Şekil4.4'te de görüldüğü gibi OWL Lite, OWL DL'in; OWL DL ise OWL Full'un alt dilidir [16].



Şekil 4.4 OWL Alt Dilleri

OWL Lite: Sınıflandırma hiyerarşisine ve basit kısıtlamalara ihtiyaç duyan kullanıcılara yöneliktir. Sözdizimsel olarak en basit alt dildir [17]. OWL Lite, OWL Full'un sıklıkla kullanılan özelliklerini içerir ve kullanımını kısıtlar. Örneğin OWL Lite'da iki kümenin ayrık kümeler olduğu belirtilememektedir. OWL Lite kardinalite kısıtlarını desteklemektedir fakat sadece 0 ve 1 değerlerine izin verir. OWL DL, OWL Lite'ın üst kümesidir ve ona göre daha karmaşıktır. OWL Lite'ın tercih edilmesinde ki temel sebep daha az karmaşık olması ve araç desteği sağlamasıdır. Ayrıca OWL Lite diğer taksonomi (sınıflandırma) ve sözlüklerden geçişi desteklemektedir, yani diğer sınıflandırma dokümanlarının OWL Lite'a dönüştürülmesi kolaydır [18].

OWL DL: Maksimum anlamlılığı isteyen yani çıkarım yapmak isteyen kullanıcılara yöneliktir. OWL Full'un alt kümesidir. OWL DL, tüm OWL Full yapılarını içerir fakat bazı sınırlamalarla kullanılır. Örneğin bir sınıf birden fazla sınıfın alt sınıfı olabilir fakat bir sınıf asla diğer bir sınıfın bireyi olamaz. OWL DL çıkarsama desteği sağlamaktadır. Tüm sonuçlar hesaplanabilirdir ve tüm hesaplamalar sonlu bir zamanda bitmektedir [18]. OWL DL'de özellikler nesne özelliği (yani ilişkiler) ve veri özelliği olarak ikiye ayrılmaktadır. Nesne özellikleri yani ilişkiler kümede ki bireyleri bağlar; veri özellikleri ise verilere ait olan özellikleri tanımlar [19].

OWL Full: OWL'ın tanımlanabilirliğini ve RDF'in esnekliği ile sözdizimsel özgürlüğünü bir arada kullanmak isteyen kullanıcılara yöneliktir. OWL Full bir alt dil değildir. OWL dilinin tüm yapılarını içermektedir, yani OWL dilinin tamamı OWL Full olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca OWL Full'da sınıfların bireyler gibi işlenmesine olanak sağlamaktadır. Yani bir sınıf adı aynı zamanda birey adı olarak kullanılabilir. OWL Full tanımlama yapmanın, çıkarsama yapmadan önemli olduğu durumlarda kullanılmaktadır. OWL Full da bazı durumlarda çıkarsama yapmak mümkün olmamaktadır [20].

Bu alt diller arasında aşağıdaki ilişkiler bulunmaktadır. Fakat bu ilişkilerin tersi geçerli değildir [15];

- Her OWL Lite ontolojisi aynı zamanda bir OWL DL ontolojisidir.
- Her OWL DL ontolojisi aynı zamanda bir OWL Full ontolojisidir.
- Her geçerli OWL Lite sonucu, geçerli bir OWL DL sonucudur.
- Her geçerli OWL DL sonucu, geçerli bir OWL Full sonucudur.

Alt dilin seçilmesi sırasında aşağıdaki kriterler göz önüne alınmaktadır [17];

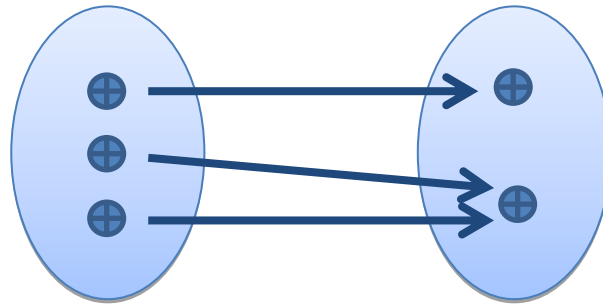
- OWL Lite ve OWL DL arasındaki seçim OWL Lite'in basit yapısının yeterli olup olmadığına bağlıdır.
- OWL DL ve OWL Full arasındaki seçim çıkarım yapmanın mı yoksa anlamlı ve güçlü modelleme yapmanın mı önemli olup olmadığına bağlıdır.

4.2 Nesneler Arasındaki ilişki özellikleri

Nesneler arasındaki ilişkilerin özel tanımlayıcıları vardır. Bu tanımlayıcılar ilişkiler hakkında ek bilgi sağlar ve çıkarım yapmayı kolaylaştırır.

Fonksiyonel Özellik: Fonksiyonel özellikte Kaynak sınıftaki her bir birey hedef sınıftaki bir birey ile eşleşmektedir. Kaynak sınıftaki iki birey Hedef sınıftaki ile eşleşebilir, fakat kaynak sınıftaki bir birey hedef sınıftaki iki birey ile eşleşemez (

Şekil 4.5).



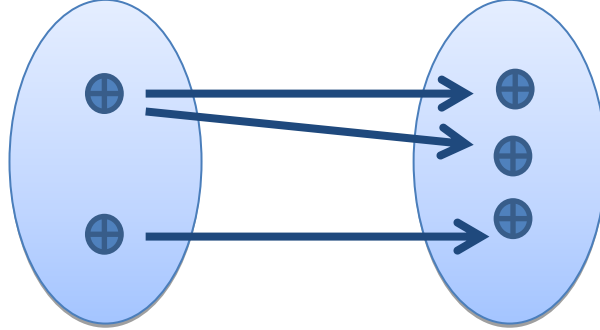
Şekil 4.5 Fonksiyonel Özellik

Örneğin Şekil 4.6'daki gibi bir "öğrenci" sınıfı ile "okul" sınıfı arasındaki "okur" ilişkisi fonksiyonel özelliğe sahiptir. Çünkü bir öğrenci sadece bir okula gidebilir, fakat bir okula birden fazla öğrenci gidebilir.



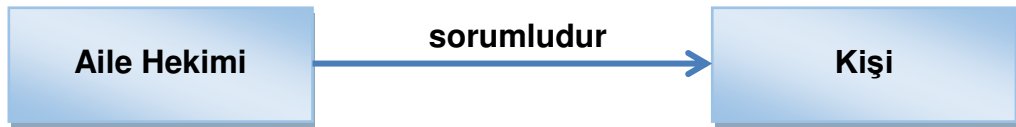
Şekil 4.6 Fonksiyonel Özellik Örneği

Ters Fonksiyonel Özellik: Ters fonksiyonel özellik, fonksiyonel özelliğin tersidir. Kaynak sınıftaki her bir birey hedef sınıftaki sadece tek bir birey ile eşleşebilmektedir (Şekil 4.7) [21].



Şekil 4.7 Ters Fonksiyonel Özellik

Örneğin Şekil 4.8’deki gibi Aile Hekimi ve Kişi sınıfları arasındaki “sorumludur” ilişkisi ters fonksiyonel özelliğe sahiptir. Bir aile hekimi birden fazla kişiden sorumlu olabilir fakat bir kişiye birden fazla aile hekimi atanamaz.



Şekil 4.8 Ters Fonksiyonel Özellik Örneği

Geçişli Özellik: Bir ilişkinin geçişli olduğu durumda, birey a ile birey b ilişkili ise ve birey b ile de birey c ilişkili ise birey a’nın da birey c ile ilişkili olduğu çıkarımı yapılabilir [22].



Şekil 4.9 Geçişli Özellik Örneği

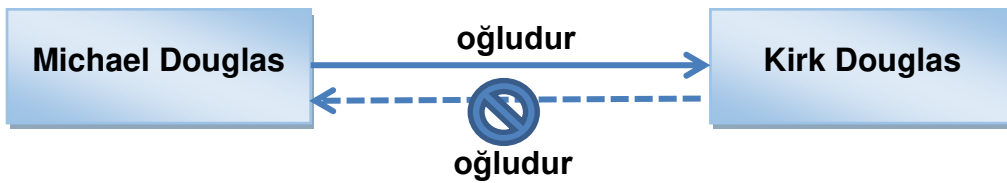
Örneğin **Error! Reference source not found.**'daki “bulunur” ilişkisi geçişli özelliğe sahiptir. Buna göre Aya Tekla Müzesi Silifke'de bulunur, Silike ise Mersin'de bulunur. Buradan Aya Tekla Müzesi'nin Mersin'de olduğu çıkarımı yapılmaktadır.

Simetrik Özellik: Bir ilişkinin simetrik özelliğe sahip olduğu durumda, birey a ve b arasında tanımlanan ilişki, b ve a arasında da geçerli olmaktadır. Örneğin kardeşidir ilişkisi simetrik bir ilişkidir. **Error! Reference source not found.**'daki ilişkide Ethan Coen, Joel Coen'in kardeşi olarak tanımlanmıştır, buna göre Joel Coen de Ethan Coen'in kardeşidir [23].



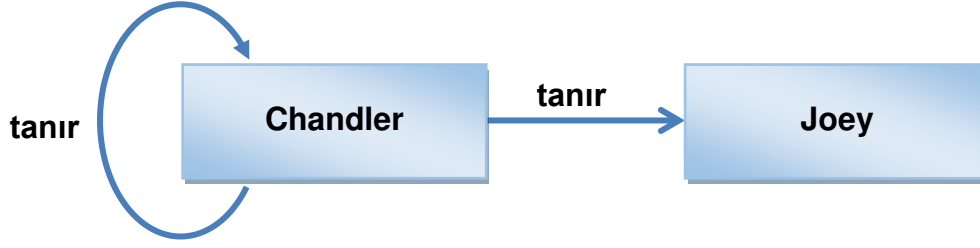
Şekil 4.10 Simetrik Özellik Örneği

Antisimetrik Özellik: Birey a ve b arasındaki bir ilişki asimetrik olarak tanımlandıysa, aynı ilişki kesinlikle birey b ve a arasında geçerli olamaz. Örneğin oğludur ilişkisi antisimetrik bir ilişkidir. Michael Douglas, Kirk Douglas'ın oğludur fakat bu ilişkinin tam tersi geçerli değildir (Şekil 4.11) [24].



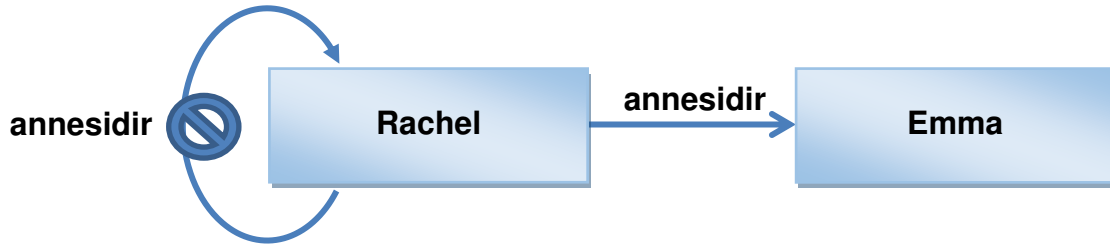
Şekil 4.11 Antisimetrik Özellik Örneği

Dönüşlü Özellik: Bir ilişki dönüşlü olarak tanımlandıysa bireyin kendisi içinde geçerlidir. Yani kaynak sınıftan hedef sınıfa tanımlanan bir ilişki dönüşlü ise bu ilişki kaynak sınıftaki her bir bireyin kendisi için de geçerlidir. Şekil 4.12'de ki tanır ilişkisi dönüşlü bir ilişkidir. Chandler, Joey'i tanır, ayrıca Chandler kendini de tanır [25].



Şekil 4.12 Dönüşlü Özellik Örneği

Dönüştüz Özellik: Bir ilişki dönüştüz olarak tanımlandıysa bireyin kendisi için geçerli değildir. Örneğin şekil 4.13’de ki annesidir ilişkisi dönüştüz bir ilişkidir. Rachel Emma’nın annesidir fakat Rachel kendinin annesi değildir [17].



Şekil 4.13 Dönüştüz Özellik Örneği

4.3 Ontoloji Geliştirmeye Neden Gereksinim Duyulmaktadır?

Ontolojilerin amacı bir alan bilgisini paylaşmak isteyen araştırmacılar için ortak bir sözlük tanımlamaktır. Bir alandaki temel kavramların tanımlarını ve onlara ait ilişkileri içermektedir ve makinalar tarafından yorumlanabilmektedir. Ontoloji geliştirmeye duyulan ihtiyacın nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [26]:

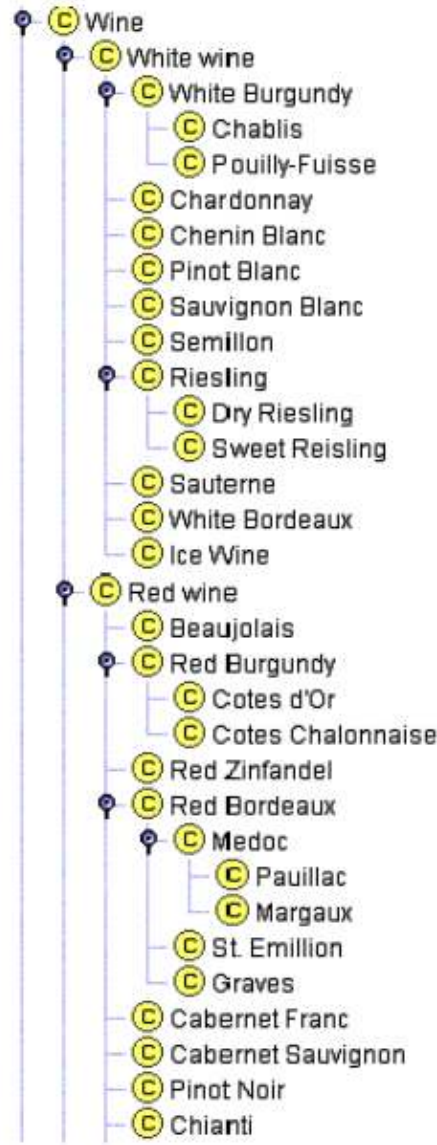
- Belli bir alandaki ortak kavramların tanımlanarak makinalar ve insanlar arasında anlaşılabilir bir şekilde paylaşabilmek, (örneğin aynı amaçla yapılan web sayfaları (sadece bebek ürünleri satan web sayfaları gibi) alanla ilgili ortak bir ontolojiyi paylaşırsa kullanıcılar sorgularına daha iyi, daha fazla ve daha doğru sonuçlar alabilirler)
- Alan bilgisinin tekrar kullanımını mümkün kılmak,
- Belli bir alan üzerindeki varsayımları daha açık hale getirmek,

- Alan bilgisini, işlemsel bilgiden ayırmak,
- Alan bilgisini analiz edebilmektir.

4.4 Daha Önce Yapılmış Ontoloji Çalışmaları

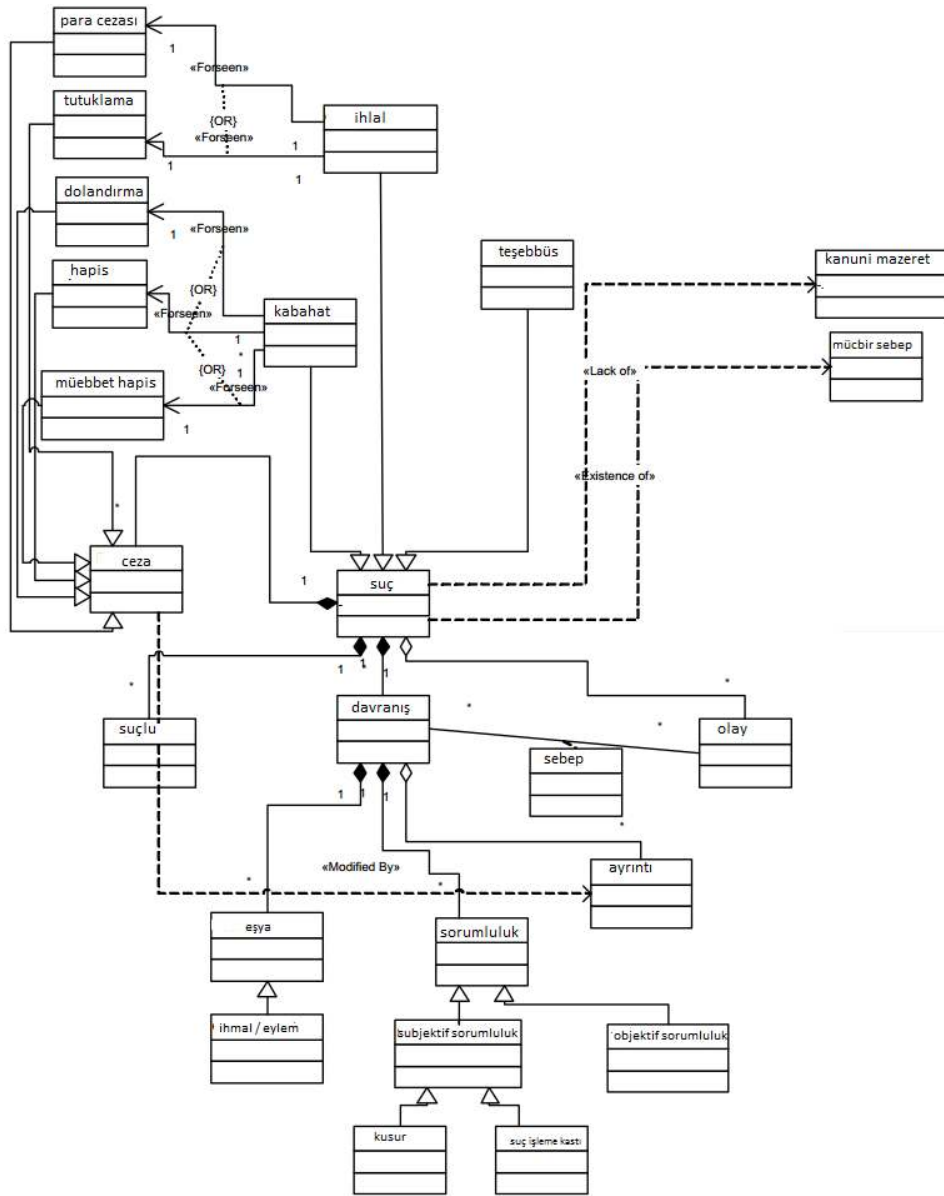
Bilişim alanındaki ontoloji kavramı 2000’li yılların başında ortaya çıkmış, son yıllarda da kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır.

2002 yılında Stanford Üniversitesinden Noy ve McGuinness şarap ontolojisini geliştirmişlerdir. (Şekil 4.14). Öztürk ve arkadaşları da bu çalışmadan esinlenerek Ontoloji Tabanlı Türk Şarap Portalı Tasarımı yapmışlardır. Portalın amacı, kullanıcılara kaliteli bir içerik sunabilmektir. Kullanıcıların ürünler hakkında daha ayrıntılı bilgi alabilmesi, bir ürün incelenirken ilgili ürünlerin kullanıcıya önerilmesi gibi kolaylıklar sunulacaktır. Bu ontolojide şaraplar alt sınıflara (beyaz şaraplar, kırmızı şaraplar, pembe şaraplar vb.) ayrılmış ve ontolojide yer alan şarapların hangi tür üzümden yapıldığı ve ne renk olduğu bilgileri girilmiştir. Ayrıca bu ontoloji, şarabı tanımlayan aroma, koku, içeriğindeki alkol miktarı, keskinliği, yaşı, çiçeksi, meyveli, baharatlı olup olmadığı gibi bilgileri de içermektedir.



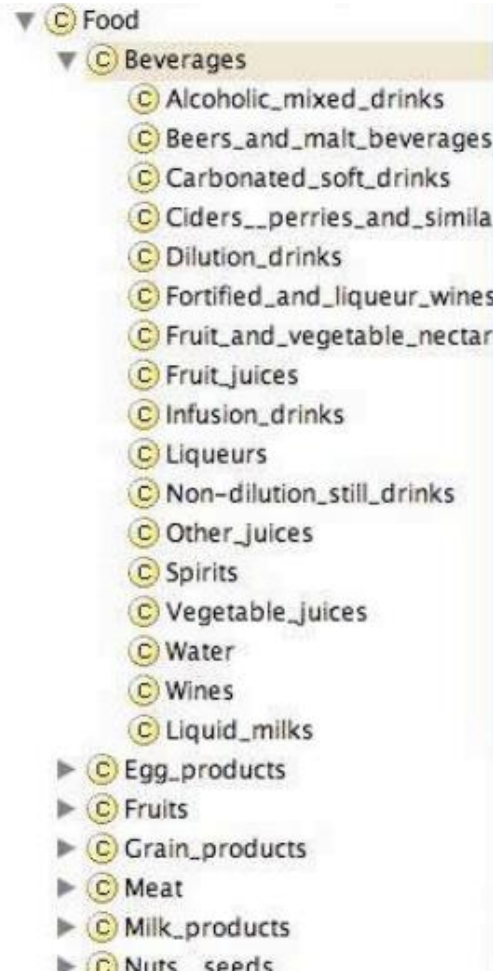
Şekil 4.14 Şarap Ontolojisi

İtalya'da, suç alanında, yargıcın işine yardımcı olmak için destekleyici araçlar (uygulamalar) geliştiren projeler mevcuttur. Bu projeler için alan ontolojisi oluşturulmamıştır. Bunun üzerine 2003 yılında Asaro ve arkadaşları İtalyan Suç Ontolojisini (Şekil 4.15) geliştirmişlerdir. Suç ontolojisinde suç türleri, ceza türleri, işlenen suçun sebebi, olay yeri gibi sınıflar oluşturulmuş ve bunların bireyleri girilmiştir [27].



Şekil 4.15 Suç Ontolojisi

2005 yılında Cantais ve arkadaşları beslenme ve sağlık bakımı açısından gıda ontolojisini (Şekil 4.16) oluşturmuşlardır. Ayrıca diyabet hastalarının gıda seçimlerine yardımcı olmayı hedeflemektedirler. Oluşturulan ontolojide gıdalar alt sınıflarına (içecekler, meyveler, yumurtalı ürünler vb.) ayrılmış ve her gıdanın besin değerleri girilmiştir. Oluşturdukları bu ontoloji, Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen ve bir e-sağlık projesi olan PIPS (Personalised Information Platform for Health and Life Services) projesinin paydaşları için bilgi paylaşımı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [28].



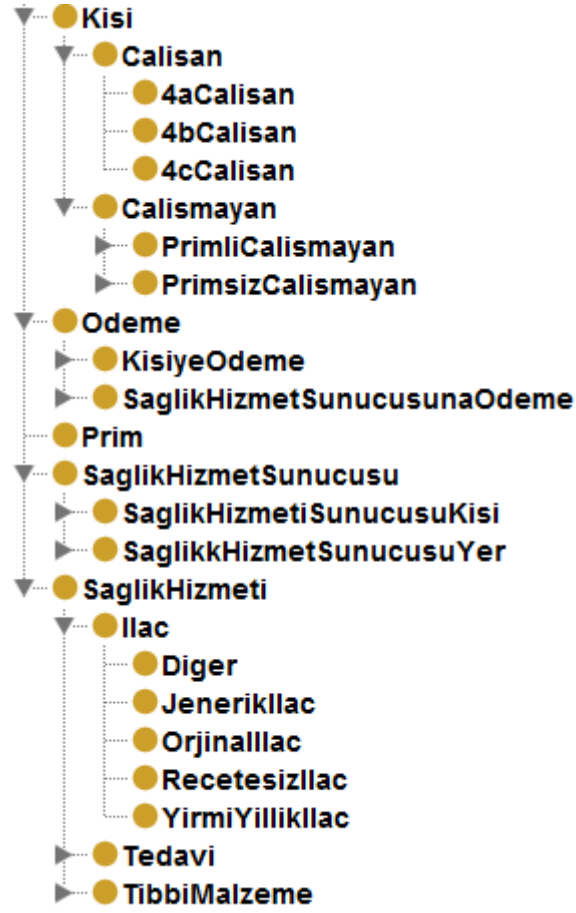
Şekil 4.16 Yemek Ontolojisi

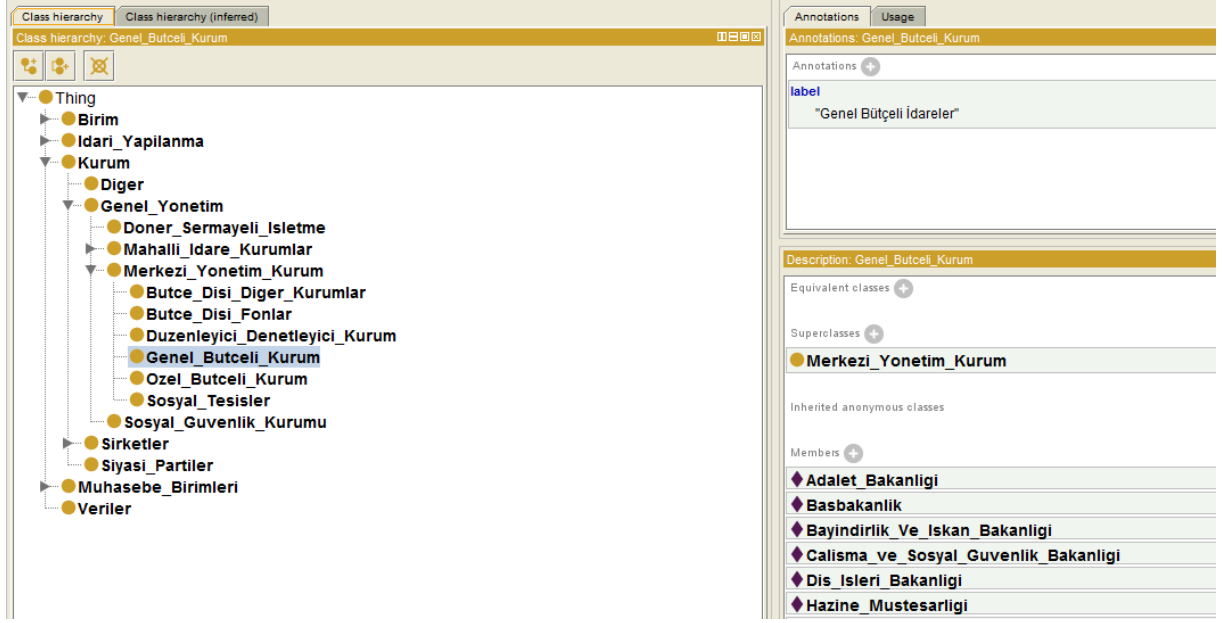
2008 yılında Ulu ve Diri Yazılım mühendisliği yönetim süreci ontolojisini geliştirmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmanın amacı, yazılım mühendisliği standartlarının söz varlıklarının incelenmesi ve yazılım mühendisliği taksonomisinin geliştirilmesi, bu taksonomi ile birlikte elde edilen ilişkiler ve üst-veriye dayanarak kavramsal ontoloji modelinin çıkarılmasıdır [29].

Bouayad-Agha ve arkadaşları 2011 yılında İspanya Birinci Futbol Liginin ontolojisini geliştirmişlerdir. Bu ontoloji iki katmanlı olarak geliştirilmiştir. Birinci katman olan temel ontoloji katmanı 24 sınıf ve 4041 bireyden oluşmaktadır. En üst düzey sınıfları Müsabaka, Maç, Devre, Kişi, Sonuç, Sezon, Takım, Takım Kompozisyon ilişkisi ve Başlıktır. İkinci katman olan ve temel ontolojinin üstüne geliştirilen katman ise 23 sınıf ve 63623 bireyden oluşmaktadır. En üst düzey

sınıfları Eylemsel Hata, Kart, Korner, Faul, Serbest Vuruş, Gol, Gol Vuruşu, Araya Girme, Ofsayt, Pas, Stop, Taç, Şut ve Oyuncu Değişikliğidir [30].

2014 yılında bir TÜBİTAK Ar-Ge Projesi kapsamında SGK Ontolojisi (Şekil 4.17), Kamu Kurumları Ontolojisi (Şekil 4.18), Muhasebe Hesapları Ontolojisi ve Veri Kaynakları Ontolojisi geliştirilmiştir. SGK Ontolojisinde, sağlık hizmetleri ve bu hizmetlerin verildiği kişiler sınıflara ayrılarak tanımlanmıştır. Kamu kurumları ontolojisi, kurumları, bu kurumlara ait birimleri, muhasebe birimlerini ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içermektedir. Bu ontoloji sayesinde hangi kurumun hangi bütçeye ait olduğu ve bir kurumun hangi muhasebe birimi ile çalıştığı bilgilerine ulaşılabilmektedir. Bu ontoloji kullanılarak kamu kurumlarını kapsayan bir arama uygulaması hazırlanmıştır. Ayrıca bu ontoloji sayesinde bir denetim programında denetlenecek olan kurumun verileri ayrıştırılmaktadır. Muhasebe hesapları ontolojisi, muhasebe alanında bulunan tüm hesapları içermektedir. Kebir kodlar (üç haneli ana hesap kodu) ontolojideki ilgili sınıfa birer birey olarak eklenmiştir. Bu ontolojide hesapların karakterleri de tutulmaktadır. Bu sayede bir yazılımda bilanço, mizan tablosu, gelir tablosu gibi mali tabloların oluşturulması sağlanmaktadır. Veri kaynakları ontolojisinde bir analiz yazılımında kullanılacak olan veriler (tablolar) ve bu verilerin alanları tanımlanmıştır. Bu ontoloji yazılım ile entegre edilerek kullanıcının veriyi yazılıma çekmesi esnasında kolaylık sağlanmıştır. Ayrıca yine bu ontoloji kullanılarak analiz yapacak olan kişilerin hatalı işlem yapması önlenmektedir (Örneğin karakter bir alanda sayısal bir işlem yapmak gibi).





Şekil 4.18 Kamu Kurum Ontolojisi

Gültepe ve Memiş, 2014 yılında, dersi planlama, uygulama ve değerlendirme aracı olarak kullanılan kavram haritalarının ontoloji tabanlı olarak oluşturulmasını sağlamak amacıyla kuvvet konusunun ontolojisini oluşturmuşlardır [31].

4.5 Ontoloji Oluşturmak için Gerekli Kriterler

Ontolojiler tasarlanırken bir takım kriterler göz önüne alınmalıdır.

Açıklık: Bir ontoloji tanımlanan terimlerin anlamlarını etkin ve doğru bir şekilde aktarmalıdır. Tanımlar objektif olmalı, ontolojiyi oluşturan kişinin yorumlarını yada kişisel tanımlamalarını içermemelidir. Genel olarak kabul görmüş olan tanımlar yer almalıdır. Tanımlamalar yapılırken mümkün olduğunca eksiksiz, tam cümleler kurulmalı, kısa cümlelerden kaçınılmalıdır [32; 33].

Tutarlılık: Bir ontoloji tutarlı olmalıdır. Bir başka ifadeyle, yapılan tanımlarla, tutarlı çıkarsamalar yapabilmelidir. Tanımların doğruluğu kanıtlanmamış olsa bile en azından mantıklı ve tutarlı olmalıdır.

Genişletilebilirlik: Bir ontoloji yol gösterici olarak tasarlanmalıdır. Böylece paylaşıldığı kişiler tarafından genişletilebilir. Alanla ilgili kavramsal temel sunulmalıdır ve bu sunu herhangi bir kişi tarafından genişletilebilmelidir. Diğer bir

deyişle herhangi bir kişi var olan bir ontolojiyi temel alarak ona yeni kavramlar ekleyebilmelidir [34].

Yansızlık: Kavramsallaştırma kodlamaya bağlı kalmadan, bilgi seviyesine göre belirlenmelidir. Yani kodlama yansız olmalıdır, ontoloji tasalanırken kavramların nasıl temsil edileceğine karar verilmesi kodlama kolaylığına göre olmamalıdır [35].

Ontoloji Bağımsızlık: Bir ontolojinin diğer ontolojilere bağımlılığı en az düzeyde olmalıdır. Çok fazla bağımlılığı olan ontolojilerde genelde birden fazla alana ait bilgi ve tanımlamalar bulunmaktadır bu nedenle bu ontolojilerde genişletilebilirlik kısıtlanır. Yani bir ontolojinin ne kadar çok ontolojik bağımlılığı varsa o ontolojiyi genişletmek, o kadar zor olmaktadır [36; 37].

4.6 Ontoloji Geliştirme Adımları

Ontoloji geliştirme işlemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

Adım1: Ontoloji alan ve kapsamının belirlenmesi

Ontoloji geliştirmenin ilk adımı; geliştirilecek ontolojinin alan ve kapsamının belirlenmesidir. Bunu belirleyebilmek için şu sorulara yanıt verilmelidir:

- Geliştirilecek ontoloji hangi alanı kapsayacak?
- Ontoloji ne amaçla kullanılacak?
- Ontolojideki bilgi ne tür sorulara cevap verecek?
- Ontolojiyi kim kullanacak ve yönetecek?

Geliştirilecek ontolojinin bu sorulara yanıt vermesi önemlidir. Özellikle ontolojinin ne amaçla kullanılacağı iyi tespit edilmelidir. Örneğin geliştirilecek bir kitap ontolojisi, bir kitabevi tarafından kullanılacak ise “kitabın creti” özelliği önem taşımaktadır. Fakat kütüphane tarafından kullanılacak ise “kitabın creti” özelliğinin bir anlamı yoktur, onun yerine “kitabın yer numarası” özelliği önem taşımaktadır.

Adım2: Yeniden kullanılabilir ontolojilerin aranması

Seçilen alanda daha önceden geliştirilmiş ontolojiler varsa bunlar incelenmelidir. Eğer mümkünse bu ontolojiler yeniden kullanılmalıdır. Bu sayede tüm kavramların

ve ilişkilerin yeniden tanımlanarak yol açacağı zaman ve iş gücü kaybı önlenmiş olur.

Adım3: Ontolojideki önemli kavramların belirlenmesi

Seçilen alanda yer alan tüm kavramların belirlenmesi gerekmektedir. Bu adımda belirlenen kavramlar ileriki adımlar da birey, özellik, ilişki, sınıf olarak nitelendirilecektir. Bu nedenle bu adımda akla gelen ya da bulunan tüm kavramların listelenmesi önemlidir.

Adım4: Sınıfların ve sınıf hiyerarşisinin tanımlanması

Sınıf hiyerarşisinin belirlenmesinde farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bunlar:

- Yukarıdan aşağıya (top-down) geliştirme süreci alandaki en genel kavramın tanımlanması ile başlayıp alt kavramların hiyerarşiye katılması ile devam etmektedir.
- Aşağıdan yukarıya (bottom-up) geliştirme süreci en belirli sınıfların tanımlanması ile başlayıp, bu sınıfların daha genel kavramlara gruplanması ile devam etmektedir.
- Kombinasyon (combination) geliştirme süreci yukarıdaki sürecin bir arada kullanılması ile oluşmaktadır.

Sınıf hiyerarşisinin belirlenmesinde kullanılan bu metodlardan hiç biri diğerine göre üstün değildir. Hangi metodun seçileceği, ontolojiyi oluşturan kişinin tercihinine kalmıştır.

Adım5: Sınıflara ait özelliklerin tanımlanması

Bir sınıf tek başına adım 1'deki sorulara yanıt veremeyebilir. Bu nedenle soruların tamamını kapsayabilmesi için sınıfa ait özellikler de tanımlanmalıdır.

Adım6: Sınıflararası ilişkilerin tanımlanması

Bu adımda sınıflararası ilişkiler tanımlanır. İlişkiler tanımlanırken, kaynak ve hedef seçilerek ilişkinin nereden nereye gittiği belirlenir.

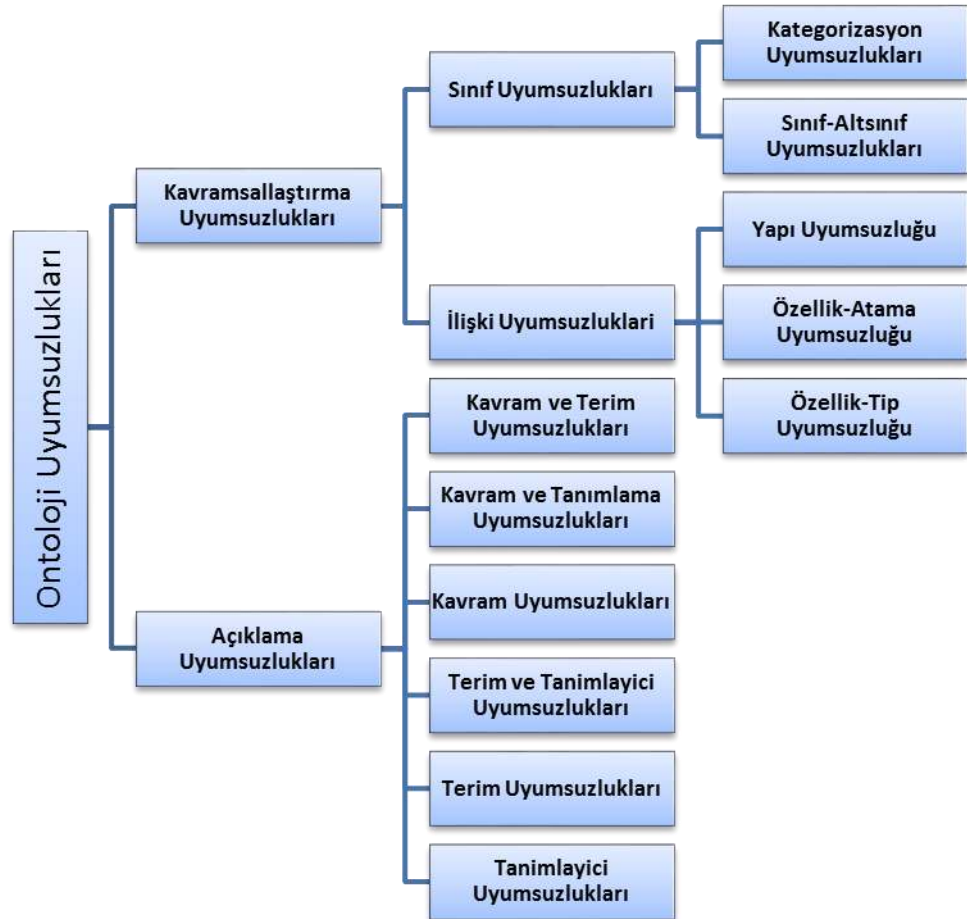
Adım 7: Bireylerin Yaratılması

Bu adımda sınıfların bireyleri yaratılır. Bir sınıfın bireyinin tanımlanması için aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir [26]:

- Sınıfın seçilmesi,
- Bu sınıfa ait örneğin yaratılması,
- Özelliklerinin tanımlanması.

4.7 Ontoloji Uyumsuzlukları

Ontolojiler arasında iki tip uyumsuzluk bulunmaktadır: Kavramsallaştırma ve açıklama uyumsuzlukları [38]. Bu iki tip uyumsuzlukta kendi içinde alt sınıflara ayrılmaktadır (Şekil 4.19) [39]:



Şekil 4.19 Ontoloji Uyumsuzlukları

1. Kavramsallaştırma Uyumsuzlukları: Kavramsallaştırma uyumsuzlukları kavramları oluşturma sürecinde ortaya çıkmaktadır. Kavramsallaştırma uyumsuzlukları sınıflarda ve ilişkilerde görülebilir.

Sınıf Uyumsuzlukları: Sınıf uyumsuzlukları sınıflar arasında uyumsuzluk olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu tip uyumsuzluklar sınıflarda ve onların alt sınıflarında görülmektedir.

Kategorizasyon Uyumsuzlukları: Aynı bilgiyi içeren iki kavramın farklı alt sınıflara ayrılması durumunda ortaya çıkan uyumsuzluklardır. Örneğin araba sınıfını bir ontoloji dizel ve benzinli olarak ayırırken bir başka ontoloji otomatik ve manuel olarak ayırdığında kategorizasyon uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Sınıf-Altsınıf Uyumsuzlukları: Bir ontolojide iki kavram bir sınıfın varlığını ifade ediyor fakat o sınıf somut olarak yer almıyorsa ve bir başka ontolojide bu kavram somut olarak yer alıyorsa bu durumda ortaya çıkan uyumsuzluk sınıf-alt sınıf uyumsuzluğudur. Örneğin bir ontolojide evli ve bekar olarak iki sınıf yer almakta, diğer ontolojide ise insan sınıfı yer almaktadır. Bahsedilen birinci ontolojide insan sınıfının varlığı soyut olarak olmasına rağmen somut bir sınıf olarak yer almamaktadır. Bu durumda bu iki ontoloji arasında sınıf-alt sınıf uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

İlişki Uyumsuzlukları: Kavramlar arasındaki ilişkilerde ortaya çıkan uyumsuzluklardır.

Yapı Uyumsuzluğu: İki ontolojide aynı sınıflar bulunduğunda fakat bu sınıflar arasında farklı ilişkiler tanımlandığında yapı uyumsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Örneğin iki ontolojide de ekmek ve un sınıfları olabilir; bu sınıflar arasında bir ontolojide "içerir" ilişkisi diğer ontolojide ise "malzemesidir" ilişkisi tanımlandığında yapı uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Özellik-Atama Uyumsuzluğu: İki farklı ontolojide aynı anlamı ifade eden bir özelliğin farklı sınıflara tanımlanması durumunda özellik-atama uyumsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Örneğin araç ve araba

sınıfları olan iki ontolojide, renk özelliğinin bir ontolojide araç sınıfına diğer ontolojide ise araba sınıfına atanması durumunda özellik-atama uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Özellik-Tip Uyumsuzluğu: İki ontolojide aynı sınıfı niteleyen bir özelliğin farklı şekilde ifade edildiği durumlarda ortaya çıkmaktadır. Örneğin kişilere ait boy uzunluğu özelliği bir ontolojide cm diğer ontolojide metre cinsinden ifade ediliyorsa özellik tip uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

2. Açıklama Uyumsuzlukları: Açıklama uyumsuzlukları kavramları tanımlama sırasında ortaya çıkmaktadır.

Kavram ve Terim Uyumsuzlukları: Farklı alanlardaki iki ontoloji aynı tanımı iki farklı kavram için yaptığında ortaya çıkmaktadır. Örneğin "yıkama yapan beyaz eşya" tanımı bir ontolojide çamaşır makinasını diğer ontolojide bulaşık makinasını ifade ediyorsa bu iki ontoloji arasında kavram-terim uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Kavram ve Tanımlama Uyumsuzlukları: İki farklı ontolojide aynı kavramın farklı anlamları ifade edildiği durumda ortaya çıkmaktadır. Örneğin fare kavramı bir ontolojide bir bilgisayar donanımı olarak yer alırken diğer bir ontolojide kemirgen hayvan olarak yer alıyorsa bu durumda kavram tanımlama uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Kavram Uyumsuzlukları: İki ontolojide aynı kavram için aynı tanımlama yapılmasına rağmen farklı kavramlar kastediliyorsa kavram uyumsuzluğu ortaya çıkar. Örneğin "siyah jaguar" kavramı her iki ontolojide de "siyah bir jaguar" olarak tanımlanıyorsa fakat bir ontolojide araç olan jaguar diğer ontolojide hayvan olan jaguar kastediliyorsa kavram uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Terim ve Tanımlayıcı Uyumsuzlukları: İki ontolojide yer alan ve farklı iki yazımı olan bir kavram farklı şekillerde tanımlanıyor ise terim ve tanımlayıcı uyumsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Örneğin bir ontolojide güz için yaz sonrası mevsim, bir başka ontolojide ise sonbahar için kış öncesi mevsim tanımlaması yapıldığında bu iki ontoloji arasında terim ve tanımlayıcı

uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Terim Uyumsuzlukları: İki ontolojide yer alan ve farklı iki yazımı olan bir kavram için aynı tanımlama yapılıyor ise terim uyumsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Örneğin "ders alan kimse" tanımı bir ontolojide öğrenci kavramını diğer ontolojide aynı anlama gelen "talebe" kavramını tanımlıyorsa bu iki ontoloji arasında terim uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur.

Tanımlayıcı Uyumsuzlukları: İki ontolojide aynı kavram farklı şekillerde tanımlandığı zaman tanımlayıcı uyumsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Örneğin öğrenci kavramı bir ontolojide "ders alan kimse" diğer ontolojide ise "okula gide kimse" olarak tanımlandığı zaman tanımlayıcı uyumsuzluğu ortaya çıkmış olur [40].

4.8 Ontoloji İşlemleri

Bir uygulamanın birden fazla ontolojiyi kullanması veya farklı ontolojiler kullanan sistemlerin bütünleştirilmesi ihtiyacı doğabilir, bu durumda ontolojilerin hepsi ile birlikte çalışabilmek için bazı ontoloji işlemleri yapılması gerekmektedir [41].

Ontoloji Birleştirme: Yeni bir ontolojiyi var olan ontolojilere bağlama işlemine ontoloji birleştirme (ontology merging) denir. Buradaki temel gereksinim yeni ontolojinin orjinal ontolojilerdeki tüm bilgileri içermesi gerektiğidir. Ancak bu gereksinim tamamıyla karşılanamayabilir çünkü orjinal ontolojiler birbirleriyle uyumlu olmayabilir. Bu durumda sonuçların tutarlı olması için orjinal ontolojide seçilen tüm bilgiler yeni ontolojiye aktarılmalıdır. Birleştirilmiş ontolojiye orjinal ontolojideki terimler arasında köprü görevi yapması için yeni kavram ve ilişkiler eklenebilir.

Ontoloji Eşleme: Ontoloji eşleme (ontology mapping), ifadelerin bir ontolojiden diğer bir ontolojiye nasıl bir yöntemle çevrileceğini ifade eder. Genellikle kavram ve ilişkilerin çevirisi anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle bir ontolojideki kavramın diğer ontolojideki bir kavramla eşleşmesi anlamına gelir. Ancak bu eşleme her zaman mümkün olmayabilir. Eşleme işlemi sırasında bazı bilgi kayıpları olabilir. Bu durum hoşgörülebilir ancak ontoloji eşlemede asla tutarsızlık olmamalıdır. Ontoloji eşleme bire-bir yada global olabilir. Bire-bir eşlemede tüm ontolojiler birbirleriyle

birleşir, global eşlemede ise tüm ontolojiler ortak ve paylaşılan bir ontolojide birleşir [42].

Ontoloji Hizalama: Ontoloji hizalama (ontology alignment), ontolojiler arasında her iki yönde de eşleştirme işlemidir. Bu işlemde hizalanacak ontolojiler ortak bir seviyeye getirilerek, birbirleriyle uyumlu ve tutarlı hale gelir. Aslında hizalama işlemi ontoloji eşleme ve ontoloji birleştirme için bir ön işlemdir [43].

5 UYGULAMA

Ontolojiler herhangi bir alanda standart olarak kullanılacak ortak ve paylaşılan sözcük kümelerini veya terminolojiyi belirlemektedir. Ontolojiler, Web Ontology Language (OWL) dili kullanılarak geliştirilir. Belirli sözdizim özelliklerine sahip olan OWL dilinin temelini XML ve RDF yapısı oluşturur. Ontolojiler el yordamıyla da geliştirilebilirler. Ancak ontoloji bireyleri ve bunlar arasındaki ilişkilerin elle takibi çok zordur. Ontolojilerin geliştirilmesini kolaylaştıran ve hata yapılma olasılığını azaltan çeşitli araçlar (Protege, OntoEdit, WebODE, Jena... vb) mevcuttur. Bu çalışmada aşağıda sayılan özelliklerinden dolayı Protege 4.3 ontoloji editörü kullanılmıştır;

- Açık kaynak kodlu ve ücretsiz olması,
- Güvenilir olması,
- Geniş bir kullanıcı kitlesine sahip olması,
- Dokümantasyon sayısının fazla olması,
- Sınıfların, ilişkilerin, özelliklerin ve bireylerin temsil edilmesine izin vermesi,
- Gelişmiş ve kullanıcı dostu bir kullanım arayüzüne sahip olması,
- Kullanım kolaylığı,
- Grafik editörüne sahip olması,
- Ontoloji geliştirme, sorgulama, çıkarım vb. işlemler için geliştirilmiş pek çok yardımcı anlamsal web araç ve teknolojiyle uyumlu çalışabilmesi.

Protege 4.3 ontoloji editörü, Stanford Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde geliştirilmiştir. Şu anda kayıtlı 244.817 kullanıcısı bulunmaktadır [44].

Uygulama kapsamında, öncelikle istatistik ontolojisi oluşturulmuş (EK 1) ve daha sonra bu ontoloji kullanılarak bir web uygulaması geliştirilmiştir (EK 2). Oluşturulan istatistik ontolojisinde, temel istatistiksel kavramlar ve bazı istatistiksel hipotez testleri yer almaktadır.

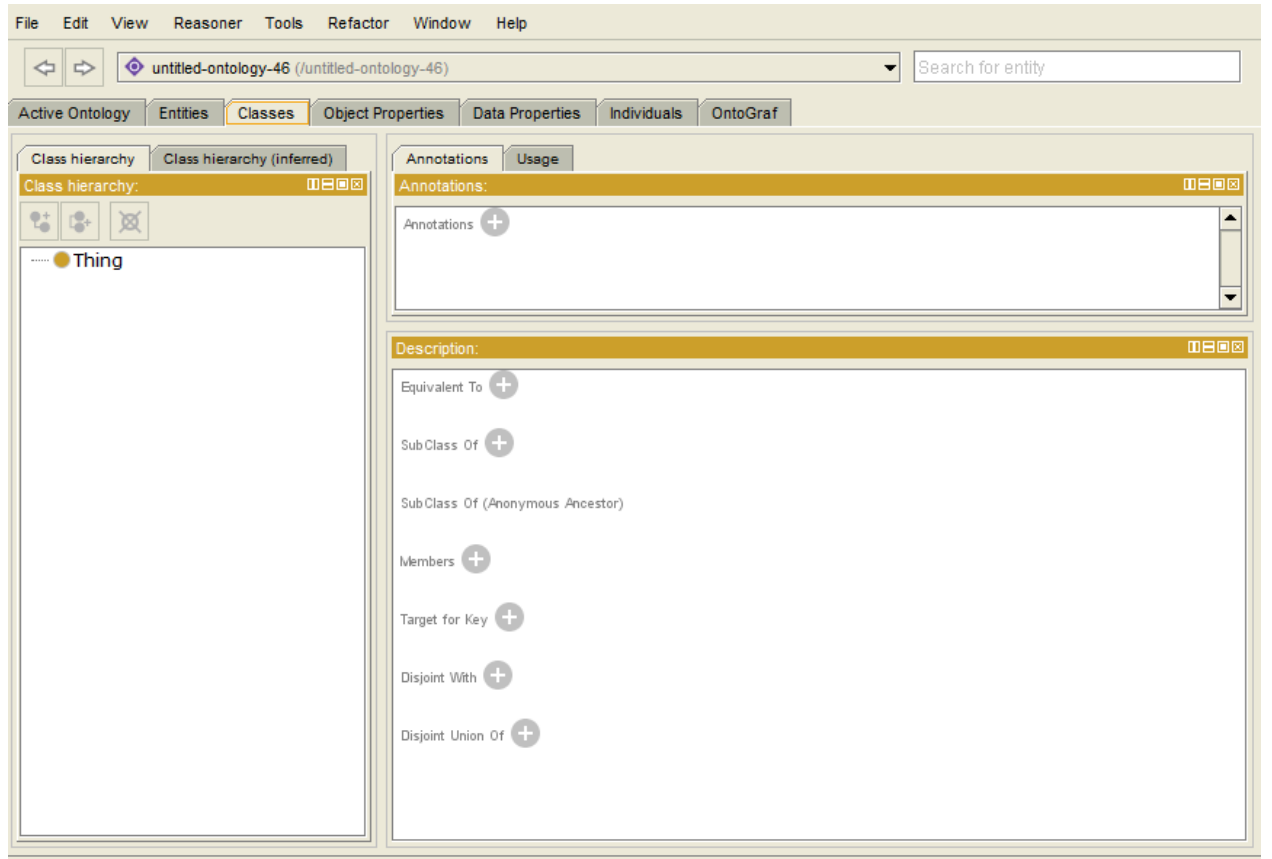
5.1 İstatistik Ontolojisi

Tez kapsamında oluşturulan ontoloji, istatistik alanındaki temel kavramları ve sıklıkla kullanılan hipotez testlerini içermektedir. Bu yönüyle bir alan ontolojisidir. Aynı zamanda bu ontoloji kullanılarak bir web uygulaması geliştirilmiştir, bu yönüyle de uygulama ontolojisi kapsamına girmektedir.

Ontoloji oluştururken yöntem olarak Noy ve McGuinness'in tavsiye ettiği adımlar izlenmiştir [26]:

- Geliştirilen ontolojinin alanı İstatistik olarak belirlenmiştir.
- Geliştirilen ontolojinin iki amacı bulunmaktadır. Birincisi istatistik alanında kullanılacak ortak ve paylaşılan bir sözlük tanımlamak, ikincisi kullanıcıların doğru istatistiksel testi seçmesine yardımcı olan bir web uygulamasına kaynaklık etmektir.
- İstatistik alanındaki önemli ve sıklıkla kullanılan kavramlar listelenmiş ve özellikleri belirlenmiştir. Örneğin Wilcoxon testi için grup sayısı 2 olarak belirlenmiş, parametrik olmayan bir istatistiksel test olarak nitelendirilmiş ve nicel değişkenlerde kullanılacağı belirtilmiştir.
- Sınıflar ve sınıf hiyerarşileri belirlenmiştir. Örneğin “Örnekleme Yöntemleri” Olasılığa Dayanan Yöntemler ve Olasılığa Dayanmayan Yöntemler olarak iki alt sınıfa ayrılmıştır.
- Ontolojinin sınıf hiyerarşileri tanımlanırken kombinasyon geliştirme süreci benimsenmiştir. Yani bazen genel kavramlardan alt kavramlara geçilmiş, bazen de spesifik sınıflar genel kavramlara gruplanmıştır.
- Sınıflara ait özellikler ve sınıflararası ilişkiler tanımlanmıştır.
- Bireyler ve özellikleri tanımlanmıştır.

Ontoloji geliştirme editörü olarak kullanılan Protege kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir (Şekil 5.1). Bu arayüzdeki sekmeler kullanılarak sınıf, ilişki, birey ve birey özellikleri tanımlanabilmektedir. Ayrıca arayüz, kullanıcının istekleri doğrultusunda değiştirilmesine izin vermektedir. Bu doğrultuda sekmeler ve pencereler eklenip, çıkartılabilir. Ontolojilerde en üst sınıf varsayılan olarak Türkçe’de “şey” anlamına gelen “thing”dir.



Şekil 5.1 Protege 4.3. Ontoloji Arayüzü

İstatistik ontolojisinde “İstatistiksel Kavramlar” ana sınıfının altında 4 alt sınıf ve bu alt sınıflarında toplamda 19 alt sınıfı aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

İstatistiksel Kavramlar

1. Betimleyici İstatistik

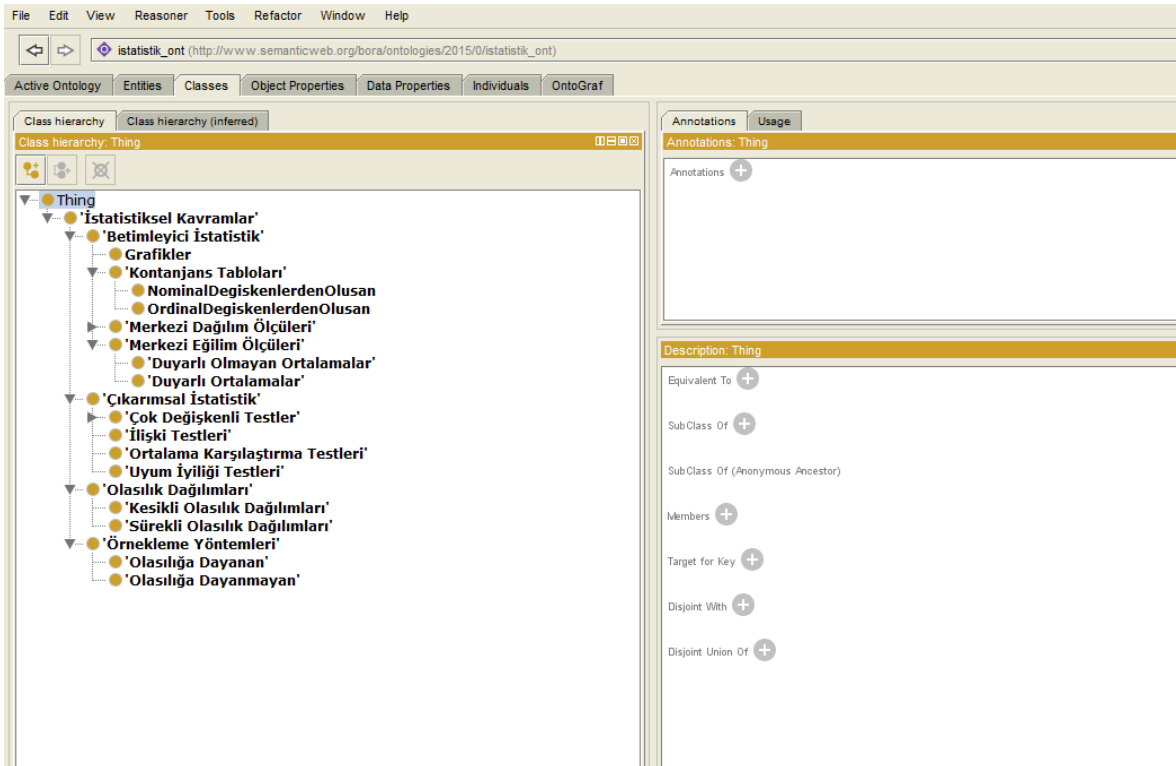
- Merkezi Eğilim Ölçüleri
 - Duyarlı ortalamalar
 - Duyarlı olmayan ortalamalar
- Grafikler
- Kontenjans Tabloları
 - Nominal Değişkenlerden Oluşan Kontenjans Tabloları
 - Ordinal Değişkenlerden Oluşan Kontenjans Tabloları
- Merkezi Dağılım Ölçüleri

2. Çıkarımsal İstatistik

- Ortalama Karşılaştırma Testleri

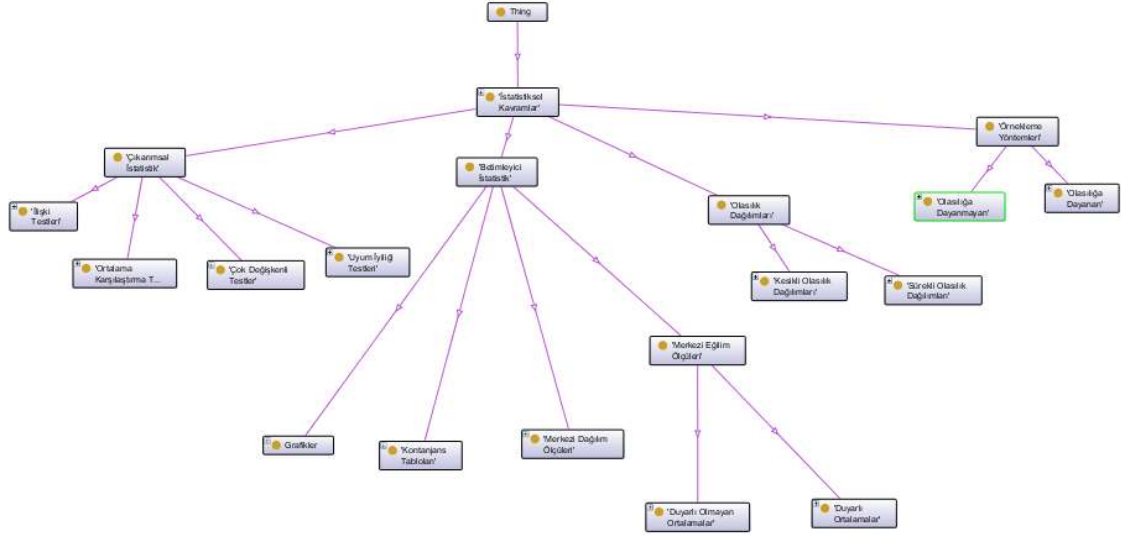
- İlişki Testleri
 - Çok değişkenli testler
 - Zaman Serileri
 - Birim kök testleri
 - Eşbütünleşme testleri
 - Uyum İyiliği Testleri
3. Olasılık Dağılımları
- Kesikli Olasılık Dağılımları
 - Sürekli Olasılık Dağılımları
4. Örneklem Yöntemleri
- Olasılığa Dayanan
 - Olasılığa Dayanmayan

Belirlenen tüm sınıflar Protege 4.3 ontoloji editörü yardımı ile oluşturulmuş ve ontoloji dosyasına eklenmiştir. Protege ile oluşturulan sınıflar Şekil 5.2’de gösterilmektedir.



Şekil 5.2 Oluşturulan Sınıflar

Protege 4.3, grafik editörüne de sahiptir. Oluşturulan tüm sınıflar ve bireyler grafik olarak da görüntülenebilmektedir. Şekil 5.3'te oluşturulan sınıflar grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Sınıfların Grafiksel Gösterimi

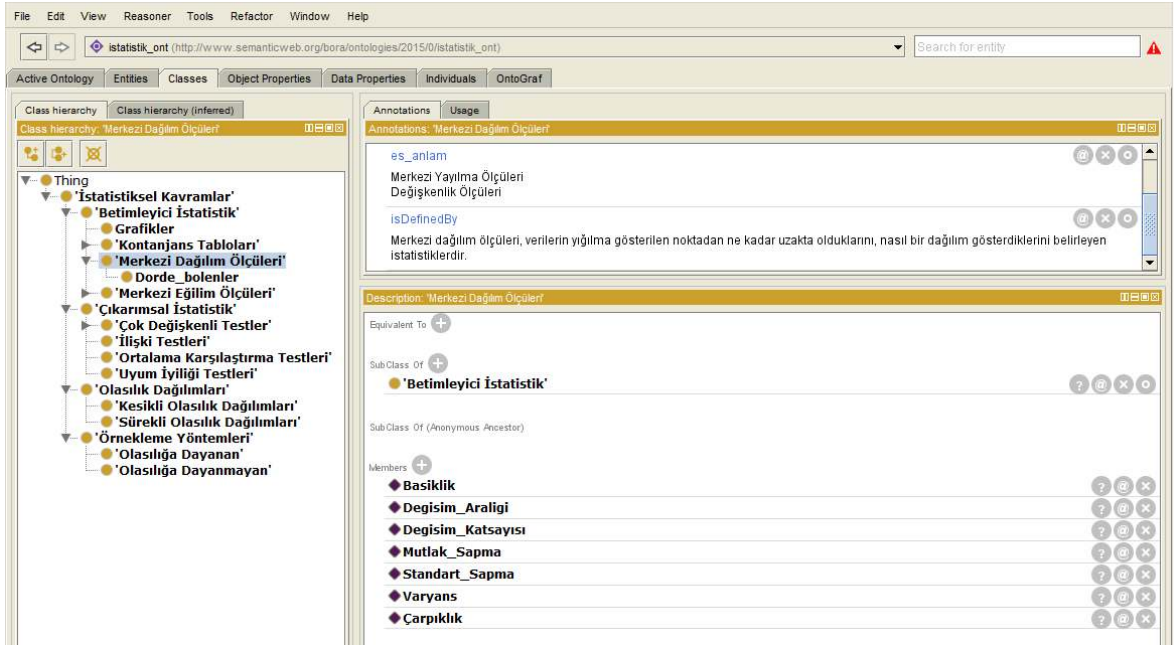
Oluşturulan her sınıfın kendi içinde tanımlamaları yapılmış, bireyleri eklenmiş ve var ise eş anlamlı ifadelerine yer verilmiştir. Örneğin, şekil 5.4'te Merkezi Dağılım Ölçüleri sınıfının iki eş anlamlısı ve 7 bireyi olduğu görülmektedir.

Eş anlamlıları:

- Merkezi Yayılma Ölçüleri
- Değişkenlik Ölçüleri

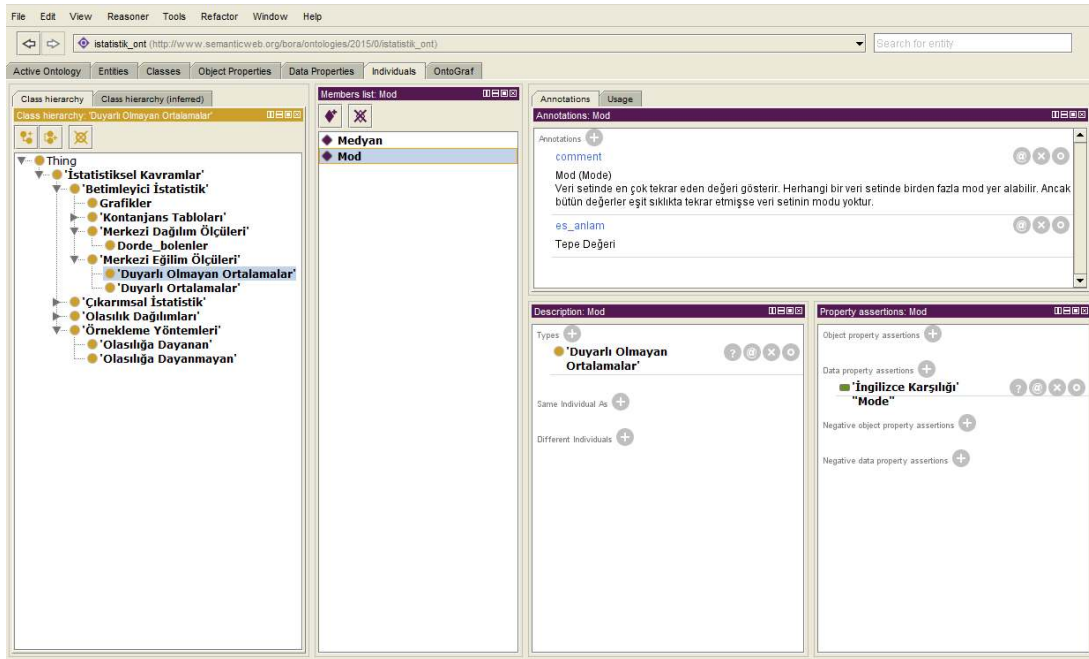
Bireyleri:

- Basıklık
- Değişim Aralığı
- Değişim Katsayısı
- Mutlak Sapma
- Standart Sapma
- Varyans
- Çarpıklık



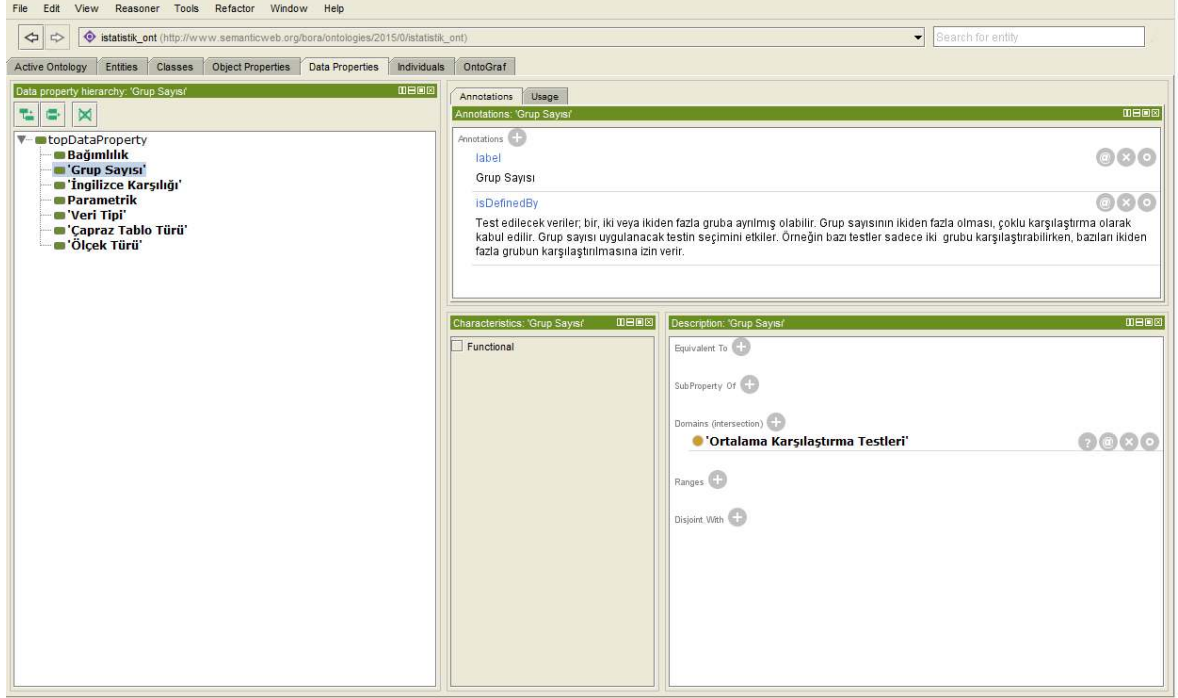
Şekil 5.4 Merkezi Dağılım Ölçüleri Sınıfı

Bireyler için de “ingilizce karşılığı” adında bir özellik (data property) tanımlanmıştır. Bu özellik ile her bireyin İngilizce karşılığı ontolojide tanımlanmaktadır. Ayrıca her bireyin açıklaması da yapılmıştır. Örneğin, şekil 5.5’te “Mod” bireyinin “Duyarlı Olmayan Ortalamalar” sınıfında yer aldığı görülmektedir. Ayrıca tanımlaması yapılmış ve İngilizce karşılığına yer verilmiştir.



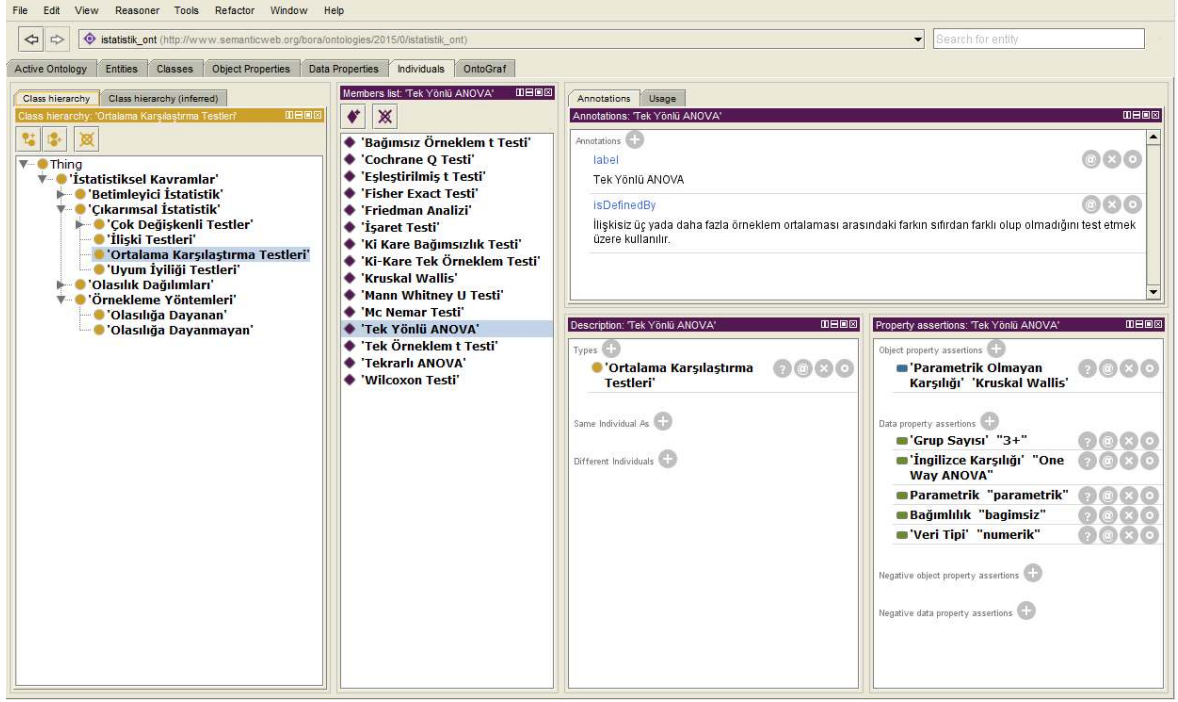
Şekil 5.5 Mod Bireyi

Bireyler için tanımlanan diğer özellikler Şekil 5.6’da görülmektedir. Şekilde “Grup Sayısı” özelliğinin “Ortalama Karşılaştırma Testleri”ne ait olduğu belirtilmiş ve tanımlama yapılmıştır.



Şekil 5.6 Bireyler için Tanımlanan Özellikler

Bireyler arasında “Parametrik Karşılığı ve Parametrik Olmayan Karşılığı” adında iki ilişki (object property) tanımlanmıştır. Bu ilişki hipotez testlerinin parametrik yada parametrik olmayan karşılıklarını belirtmek için kullanılmaktadır. Örneğin şekil 5.7’de Tek yönlü varyans analizinin (One way Analysis of Variance- ANOVA) parametrik olmayan karşılığının Kruskal Wallis testi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.7 Parametrik Olmayan Karşılığı İlişkisi

Parametrik Karşılığı ve Parametrik Olmayan Karşılığı ilişkileri birbirlerinin tersi olarak tanımlanmıştır. Yani Tek yönlü ANOVA ve Kruskal Wallis Testi arasında parametrik olmayan karşılığı ilişkisi var ise Kruskal Wallis ve Tek yönlü ANOVA arasında da Parametrik Karşılığı ilişkisi vardır.

Uygulamanın bu ilk aşamasında tüm sınıflar ve bireyler oluşturulmuş, açıklamaları yapılmış, bireyler arası ilişkiler ve bireylerin özellikleri tanımlanmıştır. Böylece genel istatistik kavramlarının tanımlarını, sıklıkla kullanılan hipotez testlerini ve ingilizce karşılıklarını içeren bir alan ve aynı zamanda bir uygulama ontolojisi oluşturulmuştur.

5.2 İstatistik Ontolojisi Web Uygulaması

İstatistik, belirli bir amaç için verilerin toplanması, sınıflandırılması, çözümlenmesi ve sonuçların yorumlanması ile ilgili teknik ve yöntemleri içeren bilim dalıdır. İstatistik bilimi sayesinde toplanan veriler bilgiye dönüştürülür. Veriden bilgiye dönüşme sürecinde kullanılan yöntemlerin doğruluğu çok önemlidir. Kullanılan yöntem doğru olduğunda elde edilen sonuç (bilgi) da doğru olacaktır.

İstatistiksel yöntem ve teknikler, günümüzde yapılan çalışmaların hemen hemen tamamında kullanılmakta ve gerek sosyal gerekse fen bilimlerinde ele alınan

birçok konunun ispat edilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu nedenle istatistiğin önemi bireyler, örgütler, toplumlar ve yapılan bilimsel çalışmalar açısından gün geçtikçe daha da artmaktadır [45].

İstatistiksel yöntemler betimsel istatistik ve çıkarımsal istatistik olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Betimsel istatistik sayısal verilerin toplanması, betimlenmesi ve sunulmasına yarayan yöntem ve teknikleri içerir. Çıkarımsal istatistik ise örneklemden betimsel tekniklerle elde edilen istatistiklere dayalı olarak evren değerlerine ilişkin doğru tahminler yapılmasını sağlayan yöntem ve tekniklerdir [46].

İlgilenilen hedef kitleden (popülasyondan), kitleyi en iyi temsil edecek yöntemlerle örneklem grubu seçilerek tahminde bulunabilmek, karşılaştırmalar yapabilmek ve sonuçları kitleye genelleştirebilmek amacıyla hipotez testleri yapılmaktadır [47].

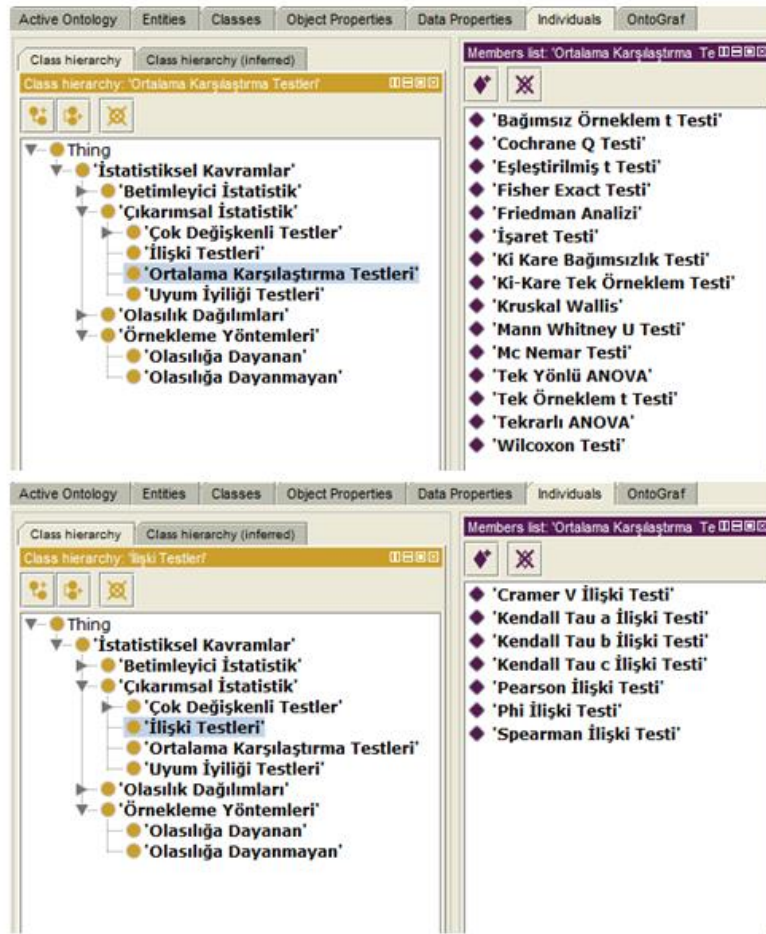
Bir araştırmacı, çalışmasına temel olan hipotezi oluşturmakla işe başlar. Daha sonra araştırma, bu hipotezi test etmeye yönelik olarak düzenlenir. Bir araştırmada değişkenler arasındaki farklar ya da ilişkiler hakkında tahmin yapmak ve olayları açıklamak için iki hipotez kullanılır. Bunlar yokluk (null) hipotezi ve alternatif hipotezdir. Yokluk hipotezi değişkenler arasında farkın ya da ilişkinin olmadığını ileri sürer. Alternatif hipotez ise değişkenler arasında bir ilişki ya da farkın olduğunu ileri sürer [46].

Günümüzde kişisel bilgisayarlar üzerinde çalışan istatistik yazılım paketlerinin artması ve kolayca erişilmesi fen ya da sosyal bilimler alanında çalışma yapan araştırmacılara istatistiksel teknik ve yöntemlerin kullanımı açısından büyük bir avantaj sağlamıştır. Fakat bu avantaj yanında bir de dezavantaj getirmektedir: İstatistiğe çok hakim olmayan kişiler de bu yazılımları kullanarak analiz yapabilmektedir. Bu da bilimsel araştırmalarda yapılan hata sayılarının artmasıyla sonuçlanmaktadır. Sıkça yapılan önemli hatalardan biri, uygun olmayan istatistiksel tekniklerin kullanılmasıdır. Bu nedenle araştırmacı tarafından çalışma kapsamında elde edilen verilerin hangi istatistiksel test ile analiz edileceğinin bilinmesi, araştırmadan iyi ve doğru bir sonuç alınabilmesi için büyük önem taşımaktadır [45].

Özellikle bilimsel araştırmalarda elde edilen verilerin analizinde istatistiksel testler yoğun olarak kullanılmaktadır. İstatistikle ilgili yöntem, ölçek ve tekniklerin yaygın kullanımı; hataları, verileri yanlış sunmayı, teknik ve ölçeklerin yanlış kullanımını da beraberinde getirmektedir. Temel istatistiksel kavramların yanlış anlaşılması ve istatistiksel testlerin yanlış kullanımının sonucu olarak, bilimsel araştırmaların yaklaşık olarak %50'sinde en az bir istatistiksel hata görölmektedir. Bu yanlış anlama ve yanlış kullanım sonucu da bilimsel keşif süreci ve bilimsel bilgi birikimi tehlikeye atılmaktadır [48]. Bu noktada araştırma kapsamında dikkat edilmesi gereken şey; istatistiksel kavramların iyi bilinmesi ve bilimsel araştırmaya uygun ölçek ve tekniklerin seçilmesidir [45].

Tez kapsamında geliştirilen web uygulamasının amacı orta düzey istatistiksel bilgiye sahip olan kişilerin ortalama karşılaştırma testi ve ilişki testi seçimine yardımcı olmaktır.

Uygulamada kullanım sıklığı fazla olan testler kapsama alınmıştır. şekil 5.8'de kapsama alınan "Ortalama Karşılaştırma Testleri" ve "İlişki Testleri" sınıflarının bireyleri gösterilmektedir.



Şekil 5.8 Uygulamada Yer Alan Testler

Ontolojideki bireyler için aşağıdaki özellikler tanımlanmıştır:

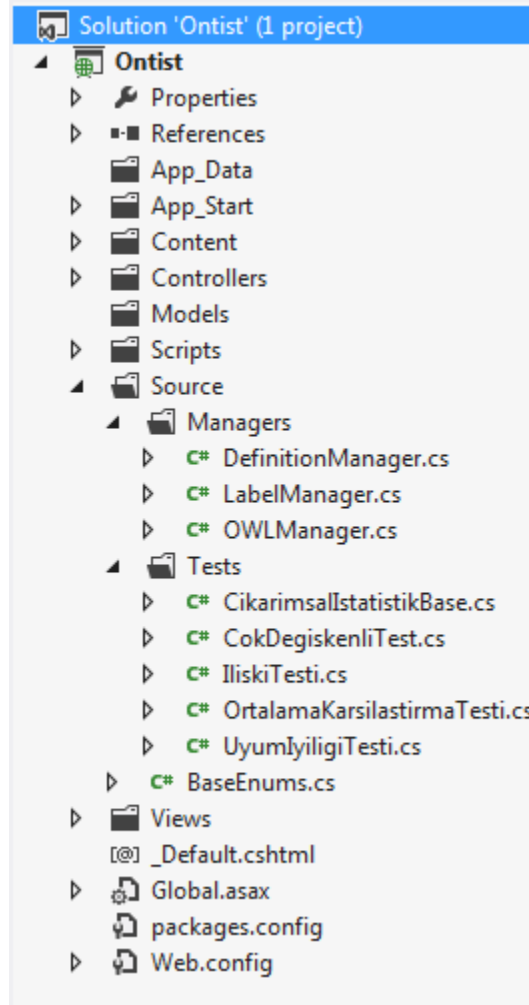
- Veri Tipi: Verinin hangi tipte olduğunu belirtmektedir
- Grup Sayısı: Değişkendeki grup sayısını ifade etmektedir.
- Bağımlılık: Grupların bağımlı olup olmadığını belirtmektedir.
- Parametrik: Parametrik olup olmama durumunu belirtmektedir.
- İngilizce Karşılığı: Terimin ingilizcedeki karşılığını belirtmektedir.
- Çapraz Tablo Türü: Çapraz tablonun boyutunu belirtmektedir.
- Ölçek Türü: Ölçeğin hangi türde olduğunu belirtmektedir.

Ortalama karşılaştırma testleri için veri tipi, grup sayısı, bağımlılık, parametrik ve ingilizce karşılığı özellikleri, ilişki testleri için ise veri tipi, ölçek türü, çapraz tablo türü, parametrik ve ingilizce karşılığı özellikleri tanımlanmıştır.

5.2.1. Uygulamanın yapısı

Yazılım, MVC (Model-View-Controller) mimarisi temel alınarak oluşturulmuştur. Geliştirme ortamı olarak Microsoft Visual Studio 2012, framework olarak ise .NET 4.5 tercih edilmiştir. C# ile kodlanan uygulama ASP.NET MVC 4 prensiplerini temel almış ve veri transferi için JQuery AJAX teknolojisinden faydalanılmıştır.

Uygulamanın fiziksel hiyerarşik yapısı Şekil 5.9'da gösterilmiştir:



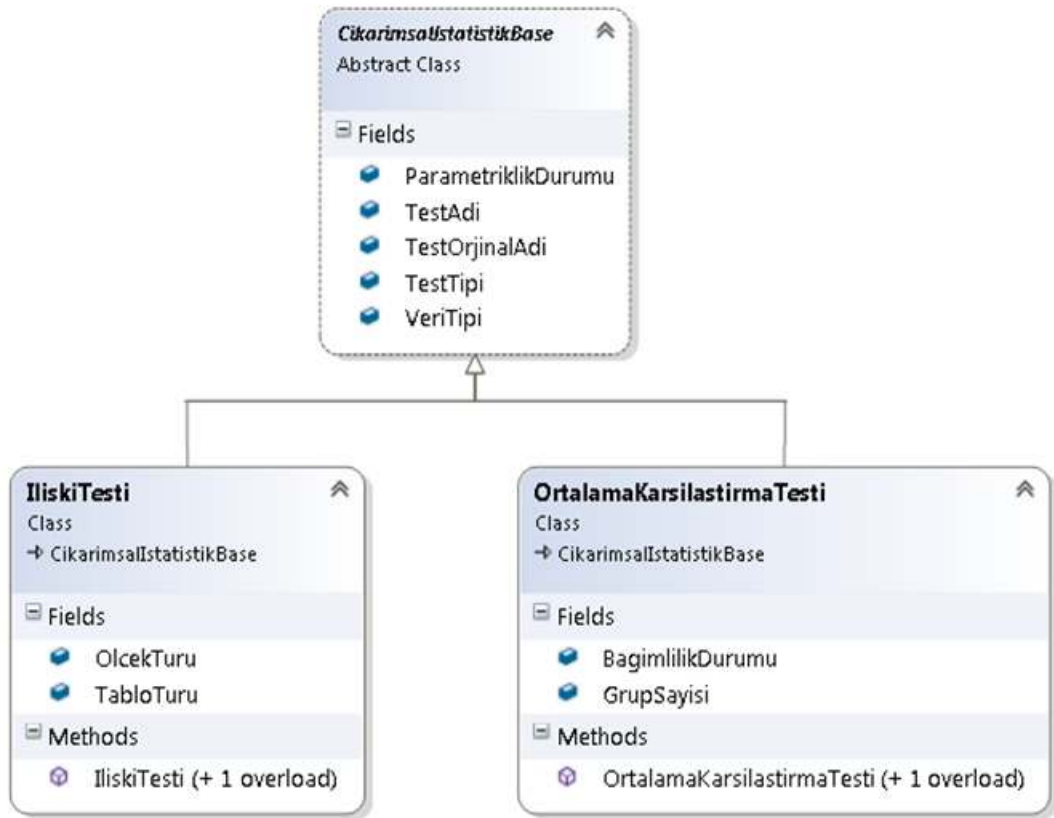
Şekil 5.9 Uygulamanın Fiziksel Hiyerarşik Yapısı

Burada;

- “App_Data” ve “App_Start” klasörleri Microsoft web projesi şablonunda bulunan ve önceden tanımlanmış klasörlerdir. Statik verinin tutulduğu ve uygulamanın başlangıcı sırasında yürütülmesi gereken fonksiyonların yer aldığı kütüphaneleri içerir.

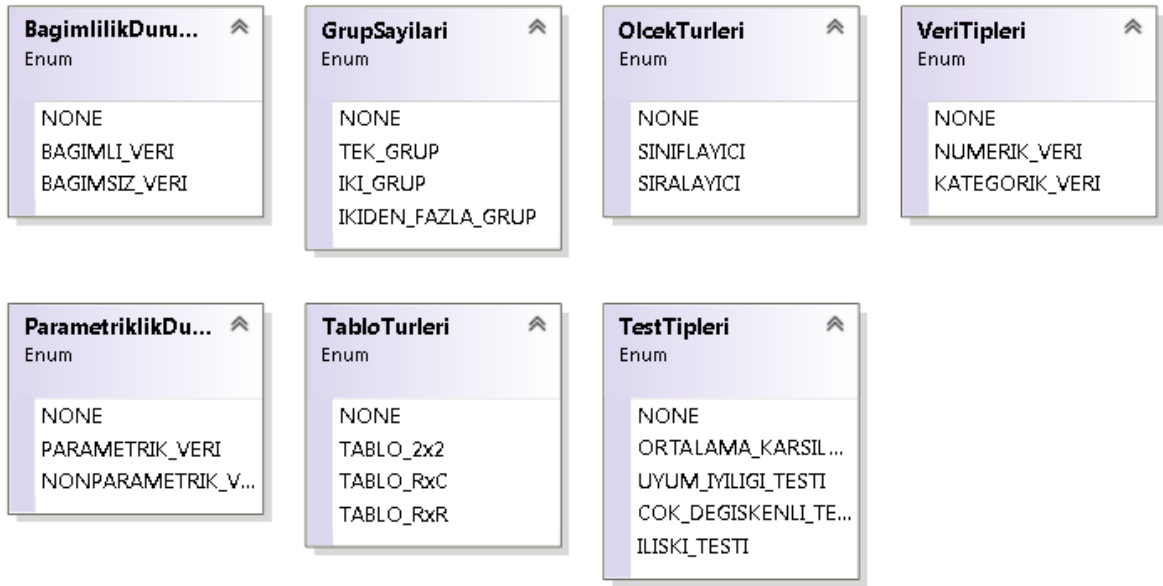
- “Content” klasörü uygulamada kullanılan Stylesheet dosyası ile imaj dosyalarını içermektedir.
- “Controllers” klasörü, Microsoft proje şablonunda oluşturulacak olan denetleyici sınıfların tutulması için otomatik olarak oluşturulmaktadır.
- “Models” klasörü, view ile controller sınıflarının arasında veri aktarımının sağlanmasından sorumlu olan modellerin tutulması için otomatik olarak oluşturulmaktadır.
- “Scripts” klasöründe AJAX için kullanılan JQuery javascript dosyası, küçültülmüş (minify) şekilde bulunmaktadır. Küçültme işlemi istemci tarafında tutulan dosyalara uygulanmalıdır. Böylece dosya boyutları küçülür ve kullanıcının bekleme süresi oldukça azaltılır.
- “Views” klasörü Visual Studio tarafında proje şablonuna uygun olarak otomatik bir şekilde oluşturulmaktadır. İçerisinde son kullanıcının göreceği arayüz dosyalarını barındırmaktadır.
- “Source” klasörü, iki kısımdan oluşmaktadır. İlk klasör OWL dosyasında tanımlanan sınıfların sınıfsal hiyerarşisini barındıran “Tests” klasörüdür. İkinci klasör ise uygulamanın OWL dosyasının okunması ve gerekli test sınıflarının oluşturulması gibi işlevlerini yöneten sınıfları içeren “Managers” klasörüdür.

Uygulamadaki bütün hipotez testleri, “CikarimsallstatistikBase” sınıfından türetilmektedir. OWL dosyasında yer alan hipotez testleri bu sınıfa dinamik olarak yerleştirilmektedir. Bu sınıf, diğer test sınıflarının ana sınıfıdır. Her bir alt sınıf, temel sınıftan gelen “ParametriklikDurumu”, “TestAdi”, ve “VeriTipi” gibi özelliklerin yanında, sadece kendi testleri için önemli olan ek özellikleri içermektedir (Şekil 5.10).



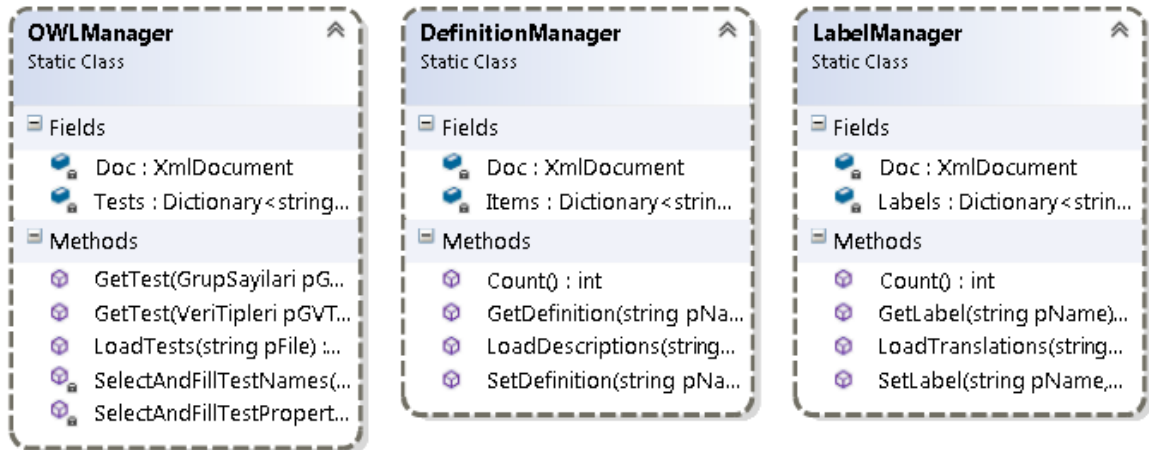
Şekil 5.10 Hipotez Testleri Sınıf Yapısı

Her bir test, kendine özgü olan ve diğer testlerden ayrılabilmesini sağlayan özelliklere sahiptir. Bu özellikler, OWL dosyasındaki özelliklere göre Şekil 5.11'deki gibi tanımlanmış ve OWL dosyasının analizi sonrasında uygulamanın anlayabileceği şekilde haritalanmıştır.



Şekil 5.11 Özellikler Listesi

Uygulama, çeşitli görevler için oluşturulmuş ve statik tanımlanarak uygulamanın yaşam döngüsünde sürekli kullanıma hazır olacak şekilde oluşturulmuş üç sınıfın aracılığı ile işler. Bu sınıflar, ancak yeni bir OWL dosyası yüklendiğinde sıfırlanırlar. Yeni dosyadaki giriş ve tanımlarla kendilerini güncellerler.



Şekil 5.12 Yönetici Sınıflar

DefinitionManager Sınıfı, verilen OWL dosyası içerisinde arama yaparak bulduğu bütün tanımları, AJAX vasıtası ile arayüze aktarabilmek için Dictionary veri yapısı içinde depolar. Dictionary nesneleri bir anahtar-değer ilişkisi üzerine veri erişimi

sağlayan yapılardır. Terim ve testlerin açıklamaları, bu nesnede tutulan verilere bir örnektir. Arayüzde görülen her tanım, bu sınıftan gelmektedir.

LabelManager Sınıfı, verilen OWL dosyası içerisinde arama yaparak bulduğu bütün etiketleri (label) inceler ve kullanıcılara gösterilmesi bir anlam ifade etmeyen teknik tanımların, daha kullanıcı dostu tanımlarını depolar. Örneğin “eslestirilmiş_t_testi” bireyini “Eşleştirilmiş t Testi” olarak depolar. Bu sınıf, arayüzde kullanılır ve görülen tüm tanımlar, bu sınıfta Dictionary nesnesi içinde depolanarak AJAX isteklerine cevap olarak gönderilir.

OWLManager Sınıfı, OWL dosyasından okuduğu direktifler sayesinde ilgili test objelerini (örneğin Cramer V testi) oluşturur, özelliklerinin değerini atar (örneğin ölçek türü=sınıflayıcı) ve sonradan erişilebilmeleri için bir Dictionary nesnesi içinde depolar. Kullanıcı arayüzü kullanarak, test kriterlerini girdiğinde, OWLManager sınıfı istenen özelliklerin hangi test nesnesinde olduğunu bulur ve bunu sonuç sayfasının arayüzüne yollar.

5.2.2. Uygulamanın kullanımı

İstatistik ontolojisi web uygulamasında öncelikle kullanıcıdan test yapma amacına göre test türünün seçilmesi istenmektedir (Şekil 5.13).

İstatistik Ontoloji Web Uygulaması

Lütfen amacınıza göre test türünü seçin:

- [İlişki Testleri](#)
Amaç, iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve derecesi belirlenmesidir.
- [Ortalama Karşılaştırma Testleri](#)
Amaç, bir anakütlenin belirlenen özellikte olup olmadığı, iki veya daha fazla ana kütle arasında fark olup olmadığının sınanmasıdır.

Şekil 5.13 Test Türü Seçimi

Kullanıcı test yapma amacını belirledikten sonra, seçtiği teste göre değişen bilgiler kullanıcıdan istenmektedir. İlişki testi seçildiği zaman, kullanıcıdan Şekil 5.14'teki bilgileri ilgili butonlara basarak girilmesi istenmektedir.

İstatistik Ontoloji Web Uygulaması

<OWL dosyasını güncelle>

A) Lütfen değişken türünüzü seçiniz:



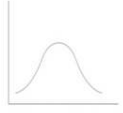
B) Lütfen çapraz tablo türünüzü seçiniz:

2 X 2

R X R

R X C

C) Lütfen parametriklik durumunu seçiniz:



En uygun testi bul

Şekil 5.14 İlişki Testi Sayfası

Web sayfasında bulunan butonlara her basışta, ilgili buton ile ilgili açıklama butonun sağ tarafında yer almaktadır. Örneğin şekil 5.15’de değişken türünü seçmek için ilk resime tıklandığında beliren tanım sağ tarafta yer almaktadır.

İstatistik Ontoloji Web Uygulaması

<OWL dosyasını güncelleyin>

A) Lütfen değişken türünüzü seçiniz:



Tanım: Nicel Değişken

Birey yada objenin belli bir özelliğe sahip olması miktar olarak açıklanabiliyorsa, bu tür değişkenlere nicel değişken denir. Bir dersten alınan puan, boy, kilo, gelir miktarı gibi değişkenler nicel değişkenlere örnektir.

Şekil 5.15 Buton Açıklaması

Eğer kullanıcı değişken türü olarak nitel değişkeni seçerse ekranda fazladan bir bilgi daha belirlemektedir (Şekil 5.16). Burada da kullanıcıdan ölçek türünün seçilmesi istenmektedir.

İstatistik Ontoloji Web Uygulaması

<OWL dosyasını güncelleyin>

A) Lütfen değişken türünüzü seçiniz:



Tanım: Nitel Değişken

Nitel Değişken birey ya da objelerin sahip olunan belli bir özellik açısından sınıflara ayrılmasını gösterir. Saç rengi, sigara kullanma durumu, cinsiyet, medeni durum gibi değişkenler nitel değişkenlere örnektir.

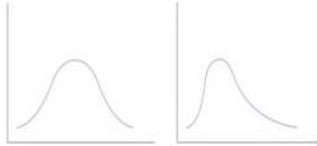
A.1) Kategorik değişken türünü seçtiniz. Lütfen ölçek türünüzü seçiniz:



B) Lütfen çapraz tablo türünüzü seçiniz:



C) Lütfen parametriklik durumunu seçiniz:



En uygun testi bul

Şekil 5.16 Ölçek Türü Seçimi

Kullanıcı istenen tüm bilgileri girdikten sonra "En uygun testi bul" butonuna basarak sonuca ulaşmaktadır. Sonuç ekranlarında önerilen en uygun test, testin hangi sınıfa dahil olduğu bilgisi, ingilizce karşılığı ve açıklaması yer almaktadır. Örneğin, kullanıcı sırasıyla "nitel, sıralayıcı, RXR, parametrik değil" bilgilerini girip "En uygun testi bul" butonuna bastığı zaman Kendall Tau a İlişki testini öneren, şekil 5.17'deki ekran görüntülenmektedir.



Şekil 5.17 Kendall Tau a İlişki Testi Örneği

Kullanıcı test türü olarak ortalama karşılaştırma testlerini seçtiğinde ise şekil 5.18'deki ekran görüntülenmektedir.

İstatistik Ontoloji Web Uygulaması

<OWL dosyasını güncelleyin>

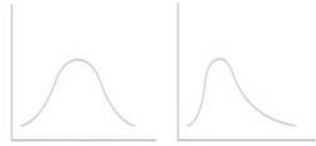
A) Lütfen değişken türünüzü seçiniz:



B) Lütfen grup sayınızı seçiniz:



C) Lütfen parametriklik durumunu seçiniz:



En uygun testi bul

Şekil 5.18 Ortalama Karşılaştırma Testi Sayfası

Ortalama karşılaştırma testlerinde de, ilişki testlerinde olduğu gibi kullanıcı her butona basışında ilgili buton ile ilgili açıklama sağ tarafta yer almaktadır. Eğer kullanıcı grup sayısını 1'den fazla yani 2 ya da ≥ 3 olarak seçerse 1'den fazla grup seçildiğine dair uyarı verilmekte ve grupların bağımlı olup olmadığı bilgisinin girilmesi istenmektedir (Şekil 5.19).

B) Lütfen grup sayınızı seçiniz:

1

2

≥ 3

B.1) 1'den fazla grubunuz var. Lütfen gruplar arasındaki ilişkiyi seçiniz:

K
+
+
+
+
+
+
+
+

→

Y
+
+
+
+
+
+
+
+

K
+
+
+
+
+
+
+
+

Y
+
+
+
+
+
+
+
+

Tanım: Grup Sayısı

Test edilecek veriler; bir, iki veya ikiden fazla gruba ayrılmış olabilir. Grup sayısının ikiden fazla olması, çoklu karşılaştırma olarak kabul edilir. Grup sayısı uygulanacak testin seçimini etkiler. Örneğin bazı testler sadece iki grubu karşılaştırabilirken, bazıları ikiden fazla grubun karşılaştırılmasına izin verir.

Şekil 5.19 Grup Seçimi

Kullanıcı ortalama karşılaştırma testlerinde sırasıyla “nicel değişken, 2 grup, bağımlı, parametrik” bilgilerini girip "En uygun testi bul" butonuna bastığı zaman Eşleştirilmiş t testini öneren, şekil 5.20'deki sonuç ekranı görüntülenmektedir.

İstatistik Ontoloji Web Uygulaması

<Yeni bir test arayın> <OWL dosyasını güncelleyin>

En Uygun Test:

Eşleştirilmiş t Testi

Test Sınıfı:

ORTALAMA_KARSILASTIRMA_TESTI

İngilizce Karşılığı:

Paired sample t-test

Açıklama:

Aynı birimler üzerinde farklı zamanlarda ölçümler alındığında ve bunların karşılaştırılması söz konusu olduğu durumlarda kullanılır.

Şekil 5.20 Eşleştirilmiş t Testi Örneği

Sonuç ekranlarında iki bağlantı yer almaktadır.

- Yeni bir test arayın.
- OWL dosyasını güncelleyin.

Kullanıcı yeni bir test arayın bağlantısına bastığı zaman ana sayfaya dönülmekte ve tekrar test türünü seçmesi istenmektedir.

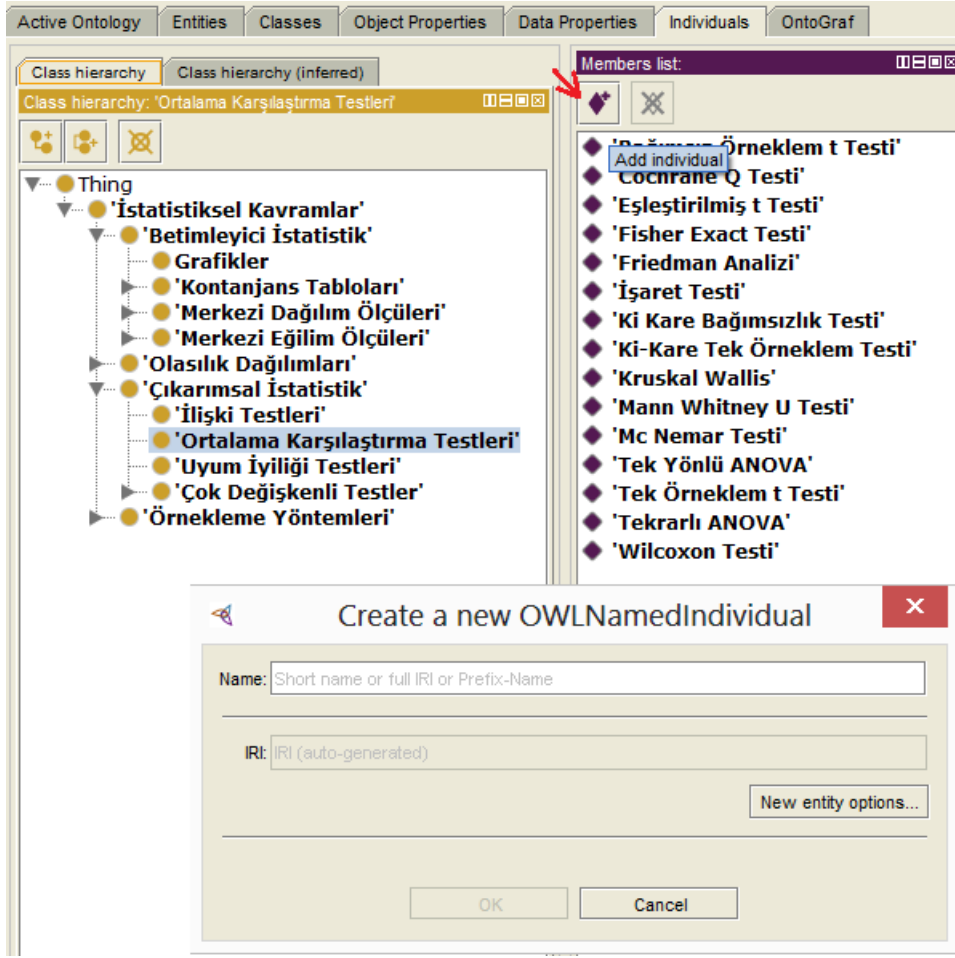
OWL dosyasını güncelleyin bağlantısına basıldığı zaman ise kullanıcıdan bir OWL dosyası seçmesi istenmektedir (Şekil 5.21). Bu sayede kullanıcılar ontolojiye kendileri de test ekleyebilmekte ve sisteme entegre edebilmektedir.



The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a blue header with the text 'İstatistik Ontoloji Web Uygulaması'. Below the header, there is a link '<Yeni bir test arayın>'. The main section is titled 'OWL Dosyanızı güncelleyin'. Below this title, there is a 'Browse...' button, followed by the text 'Dosyanızı seçin', and then an 'Upload' button.

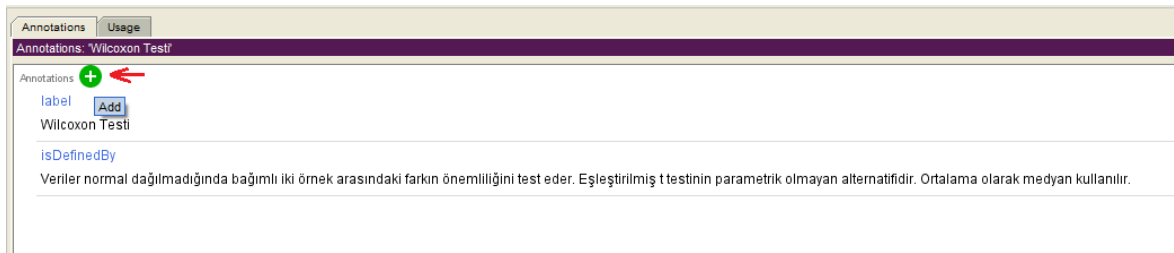
Şekil 5.21 Ontoloji Güncelleme Sayfası

Protegeda yeni bir test eklemek için Individuals sekmesine geçilir. Öncelikle testin ekleneceği sınıf seçilir daha sonra "Add individual" butonuna basarak eklenmek istenen test birey olarak girilir (Şekil 5.22).



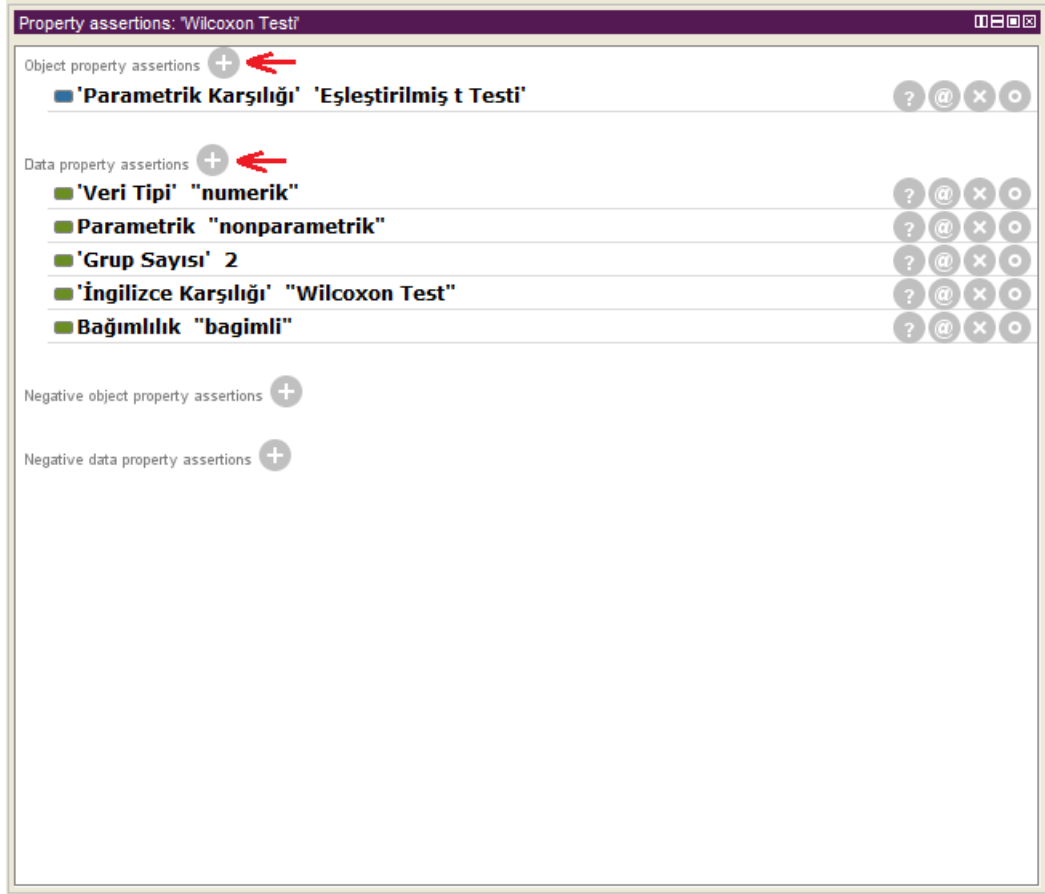
Şekil 5.22 Birey Ekleme

Test birey olarak girildikten sonra Annotations sekmesinde Add butonuna basarak teste ilişkin label (etiket) ve açıklama girilir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23 Açıklama Ekleme

Teste ilişkin açıklama girildikten sonra “Property assertions” bölümünde bireye ilişkin özellikler (data property) ve ilişkiler (object property) girilir (Şekil 5.24).



Şekil 5.24 Özellik ve İlişki Ekleme

6 SONUÇ ve ÖNERİLER

Teknolojinin son yıllarda hızla gelişmesiyle beraber bilgisayar okuryazarlığı oranı ve buna bağlı olarak da internet kullanım oranı artış göstermiştir. Ülkemizde ve dünyada internet kullanım oranları %40'dan fazladır. Bilgisayar kullanıcıları, internet üzerinde sadece veriye erişmekle kalmayıp kendi verilerini de yayınlamaya başlamışlardır. 2014 yılında web sayfalarının sayısı 1 milyarı aşmıştır. Fakat bu sayfalar kullanıcılara yapısal olmayan, dinamik, dağınık ve hızla büyüyen bir veri yığını sunmaktadır. Bu yığın verilerin ne anlama geldiği ve birbirleri ile olan ilişkileri bilinmemektedir. Bu yığın verinin sistematik bir şekilde tutulması ve sadece insanlar tarafından değil bilgisayarlar tarafından da anlaşılması gerekmektedir. Bu da verilerin sınıflandırılması ve birbirleriyle olan ilişkilerin tanımlanması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu konuya ilk olarak Tim Berners Lee değinmiş ve anlamsal web kavramını öne sürerek çözüm önerisinde bulunmuştur. Buradaki temel amaç, iyi tanımlanmış ve ilişkilendirilmiş olan bilgilerin web ortamında kolay bir şekilde bilgisayarca okunabilir ve anlaşılabilir olmasını sağlayacak standartların ve teknolojilerin geliştirilmesidir. Ontolojiler, anlamsal web'de bilginin anlamlı paylaşılabilmesi için kullanılmaktadırlar. Ontoloji, belli bir alanda bilgi paylaşımı için, bilgisayarların da anlayabileceği ortak bir sözlük tanımlar. Ontolojiler sayesinde sınıflandırmanın ötesinde, kavramlar arasında anlamsal ve mantıksal bağlantılar kurabilmek mümkün olmaktadır. Ontolojiler OWL dosyalarında tutulmaktadır. OWL, web ontoloji dili anlamına gelmektedir. OWL dosyaları, terimlerin anlamlarını ve bu terimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini sunmak için kullanılmaktadır. OWL dosyaları diğer işaretleme dillerine göre daha kolay yorumlanabilmektedirler.

Yapılan bu çalışmada ontoloji kavramının tanıtılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle anlamsal web kavramından bahsedilmiş, ontoloji kavramı açıklanmış ve daha sonra örnek bir uygulama yapılmıştır.

Tez kapsamında yapılan uygulamanın ilk bölümünde, istatistik ontolojisi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu ontolojide temel istatistiksel kavramlar, bu kavramların açıklamaları ve birbirleriyle olan ilişkileri yer almaktadır. Ontoloji

oluşturulurken kullanım kolaylığı ve ücretsiz olması nedeniyle Protege yazılımı kullanılmıştır.

Sosyal ve fen bilimlerdeki çalışmalarda sıklıkla yapılan önemli hatalardan biri, uygun olmayan istatistiksel tekniklerin kullanılmasıdır. Bu noktada araştırmacı tarafından çalışma kapsamında elde edilen verilerin hangi istatistiksel test ile analiz edileceğinin bilinmesi, araştırmadan iyi ve doğru bir sonuç alınabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, tez kapsamında yapılan uygulamanın ikinci bölümünde, istatistik ontolojisi kullanılarak web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama kullanıcıların doğru istatistiksel testi seçmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca oluşturulan ontoloji üzerinde kullanıcının da güncelleme yapıp web sayfasına yüklemesine imkan tanınmış ve böylece geliştirilebilir bir ontoloji ortaya çıkmıştır.

Çalışma kapsamında oluşturulan istatistik ontolojisinde, temel ve sık kullanılan istatistik kavramları ve testleri yer almaktadır. Oluşturulan ontoloji başlangıç niteliğindedir. İstatistik alanındaki tüm kavramları içermeye hedefini taşımamaktadır.

Bu konuda ileride çalışmak isteyen araştırmacılar için öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ontolojide yer alan fakat uygulamada yer almayan testlerin (çok değişkenli testler, zaman serileri, uyum iyiliği testleri gibi) web uygulamasına entegre edilmesi,
- Ontoloji dosyasındaki kavram sayısının artırılması,
- Temel istatistiksel kavramların yeterince bilinmemesi veya yanlış anlaşılması sonucunda da hatalar yapılabilmektedir. Bu nedenle oluşturulan ontoloji dosyası kullanılarak web uygulamasına entegre bir istatistik sözlüğü oluşturulması,
- Ontolojideki bireylere “R Kodu” özelliği eklenerek, her testin R kodunun ontolojide yer alması sağlanabilir. Böylece web uygulamasında önerilen test sayfasında, testin R kodları da yer alabilir ve kullanıcıya testin uygulaması da yaptırılabilir.

KAYNAKLAR LİSTESİ

- [1] Internet Live Stats, <http://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites>, 15/12/2014.
- [2] Berners-Lee, T., Hendler, J. ve Lassila O. The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284 (5): 34-43, 2001.
- [3] Aghaei, S., Nematbakhsh M.A. ve Farsani H.K., Evolution Of The World Wide Web: From Web 1.0 To Web 4.0, *International Journal of Web & Semantic Technology*, Cilt.3, No.1, 2012.
- [4] Naik U. ve Shivalingaiah D., Comparative Study of Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0, *International CALIBER*, ss499-507, 2008.
- [5] Berners-Lee, T. ve Fischetti, M., *Weaving the Web*, HarperSanFrancisco, 239s, 1999.
- [6] Heflin, J.D., *Towards The Semantic Web: Knowledge Representation In A Dynamic, Distributed Environment*, PhD. Thesis, Dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School, University of Maryland, College Park, Washington, 250s, 2001.
- [7] Koivunen M.R. ve Miller E., W3C Semantic Web Activity, <http://www.w3.org/2001/12/semweb-fin/w3csw>, 18/11/2014.
- [8] Berners-Lee, T., What the Semantic Web Can Represent , <http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>, 18/11/2014.
- [9] Gruber, T., A Translation Approach to Portable Ontology Specifications, *Knowledge Acquisition*, ss:199-220, 1993.
- [10] Fisseha, F., The Basics of Ontologies, Nordic Agricultural Ontology Service (AOS) Workshop, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 2003.
- [11] Podobnikar, T., *Universal Ontology of Geographic Space: Semantic Enrichment for Spatial Data*, IGI Global, 304s, 2012.
- [12] Kresse, W. ve Danko D.M., *Springer Handbook of Geographic Information*, Springer Science & Business Media, 1120s, 2012.
- [13] OWL Web Ontology Language Overview, <http://www.w3.org/TR/owl-features>, 20/11/2014.
- [14] OWL Web Ontology Language Use Cases and Requirements, <http://www.w3.org/TR/webont-req> , 20/11/2014.
- [15] OWL Web Ontology Language Overview, <http://www.w3.org/TR/owl-features>, 2015.
- [16] Shields, B., Molloy, O., Lyons, G., ve Duggan, J., *Securing Web Services Using Semantic Web Technologies*, *Industrial Applications Of Semantic Web*, ss:261-273, 2005.
- [17] Horridge, M., Jupp, S., Moulton, G., Rector, S. ve Wroe, C., *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools*, The University Of Manchester, 2007.
- [18] Maier, R., Hädrich, T. ve Peinl, R., *Enterprise Knowledge Infrastructures*, Springer Science & Business Media, 457s., 2009.
- [19] Virgilio, R., Giunchiglia, F. ve Tanca, L., , *Semantic Web Information Management: A Model-Based Perspective*, Springer Science & Business Media, 549s., 2010.

- [20] OWL Web Ontology Language Reference, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/#Sublanguage-def>, 02/12/2014.
- [21] Antoniou, G. ve Harmelen, F., Web Ontology Language: OWL, Handbook on Ontologies in Information Systems, ss:67-92, 2003.
- [22] Hoekstra, R., Ontology Representation: Design Patterns and Ontologies that Make Sense, IOS Press, 236s., 2009.
- [23] Lacy, L., Owl: Representing Information Using the Web Ontology Language, Trafford Publishing, 282s., 2005.
- [24] Yu, L., A Developer's Guide to the Semantic Web, Springer Science & Business Media, 628s., 2011.
- [25] Hebel, J., Fisher, M., Blace, R. ve Lopez, A., Semantic Web Programming, John Wiley & Sons, 652s., 2011.
- [26] Noy, N.F. ve McGuinness, D.L., http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html, Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, 10/12/2014.
- [27] Asaro, C., Biasiotti, M.A., Guidotti, P., Papini, M., Sagri, M.T. ve Tiscornia, D.A., Domain Ontology: Italian Crime Ontology, ICAIL 2003 Workshop on Legal Ontologies, 2003.
- [28] Cantais, J., Dominguez, D., Gigante, V., Laera, L., Tamma V., An Example of Food Ontology for Diabetes Control, Proceedings of the International Semantic Web Conference, 2005.
- [29] Ulu, B. ve Diri, B., Yazılım Mühendisliği Yönetim Süreci Ontolojisi, Akademik Bilişim 2008, 2008.
- [30] Bouayad-Agha, N., Casamayor, G., Wanner, L., Díez, F. ve Hernández, S.L., FootbOWL: Using a Generic ontology of football competition for planning match summaries, The Semantic Web: Research and Applications, ss:230-244, 2011.
- [31] Gültepe, Y. ve Memiş E.K., Kavram Haritalarının Ontoloji Tabanlı Oluşturulması: Kuvvet Konusu Uygulama Örneği, Journal of Instructional Technologies & Teacher Education, Cilt 3, No.1, ss24-33, 2014.
- [32] Gruber, T.R., Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing, International Journal Human-Computer Studies 43, ss:907-928, 1993.
- [33] Uschold, M. ve Gruninger, M., Ontologies: Principles, Methods and Applications, Knowledge Engineering Review, Cilt 11, No 2, 1996.
- [34] Mansourov, N. ve Campara, D., System Assurance: Beyond Detecting Vulnerabilities, Elsevier, 353s., 2011.
- [35] Gymnopoulos, L., Tsoumas, V., Soupionis, I. ve Gritzalis, S., Enhancing Security Policy Negotiation In The Grid, Prooceding of The Fifth International Network Conference 2005, ss:175-182, 2005.
- [36] Weller, K., Knowledge Representation in the Social Semantic Web, De Gruyter Saur, 450s., 2010.
- [37] Casellas, N., Legal Ontology Engineering: Methodologies, Modelling Trends, and the Ontology of Professional Judicial Knowledge, Springer, 320s., 2011.
- [38] Bruijn, J., Ehrig, M. ve Feier, C., Ontology mediation, merging and aligning, Semantic web technologies, ss:95-113, 2006.
- [39] Smart, P.R. ve Engelbrecht, An Analysis of the Origin of Ontology Mismatches on the Semantic Web, Proceedings of the 16th international

- conference on Knowledge Engineering: Practice and Patterns , ss:136-145, 2008.
- [40] Visser, P.R.S., Jones, T.J.M., Capon, B. ve Shave, M.J.R., Assessing Heterogeneity by Classifying Ontology Mismatches, Formal Ontology in Information Systems, ss:148-162, 1998.
- [41] Operations on Ontologies, <http://obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/operations-on-ontologies.html>, 10/12/2014.
- [42] Legrand, S. ve Pulido, J., Handbook of Research on Global Information Technology Management in the Digital Economy, Natural Language Processing Agents and Document Clustering in Knowledge Management: The Semantic Web Case, s:476-498, 2008.
- [43] Taye, M.M., Understanding Semantic Web and Ontologies: Theory and Applications, Journal of Computing, Cilt 2, No 6, ss:182-192, 2010.
- [44] <http://protege.stanford.edu/>, 20/12/2014.
- [45] Karagöz, Y., Sosyal Bilimlerde Yapılan Uygulamalı Araştırmalarda Kullanılan İstatistiksel Teknikler Ve Ölçekler, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 5, No 1, ss:25-43, 2004.
- [46] Büyükoztürk, Ş., Çokluk, Ö. Ve Köklü, N., Sosyal Bilimler için İstatistik, Pegem Akademi, 260s., 2013.
- [47] Tekin, V.N., Spss Uygulamalı İstatistik Teknikleri, Seçkin Yayınevi, 274s., 2009.
- [48] Everett, D.C. ve Benos, D.J., Guidelines for reporting statistics in journals published by the American Physiological Society, Journal of Applied Physiology, ss:457-459, 2004.

EKLER LİSTESİ

EK 1 İstatistik Ontolojisi Owl Dosyası.....CD’de verilmiştir.

EK 2 İstatistik Ontolojisi Web Uygulaması Kaynak Kodları.....CD’de verilmiştir.