



**ANLAMSALAĞ TEKNOLOJİLERİNİN GIDA
İŞLETMELERİNDE ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ
İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

Özer KAVAK

Danışman

Dr. Öğr.Üyesi Ertuğrul ERGÜN

İkinci Danışman

Dr. Öğr.Üyesi Bilge AKDENİZ

İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ

ANABİLİM DALI

Haziran 2018

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANLAMSAL AĞ TEKNOLOJİLERİNİN GIDA İŞLETMELERİNDE
ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ İÇİN KULLANIMININ
ARAŞTIRILMASI

Özer KAVAK

Danışman

Dr. Öğr.Üyesi Ertuğrul ERGÜN

İkinci Danışman

Dr. Öğr.Üyesi Bilge AKDENİZ

İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

Haziran 2018

TEZ ONAY SAYFASI

Özer KAVAK tarafından hazırlanan “ANLAMSAL AĞ TEKNOLOJİLERİNİN GIDA İŞLETMELERİNDE ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 27/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr.Üyesi Ertuğrul ERGÜN

İkinci Danışman : Dr. Öğr.Üyesi Bilge AKDENİZ

İmza

Başkan : Prof.Dr. Sabri KOÇER

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof.Dr. Ramazan ŞEVİK

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Ertuğrul ERGÜN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, U.E. MYO

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Uğur FİDAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Bilge AKDENİZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun

...../...../..... tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahimEROL

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/Haziran/2018

İmza
Özer KAVAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANLAMSAL AĞ TEKNOLOJİLERİNİN GIDA İŞLETMELERİNDE ÜRÜN İZLENEBİLİRLİĞİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Özer KAVAK

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnternet ve Bilişim Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr.Üyesi Ertuğrul ERGÜN

İkinci Danışman: Dr. Öğr.Üyesi Bilge Akdeniz

Bu çalışmanın amacı, anlamsal ağ teknolojilerini kullanarak gıda izlenebilirliğini sağlayabilecek ontolojinin geliştirilmesidir. İlişkisel veri tabanlarıyla ya da algoritmalarla izlenebilirliğin sağlanması mümkündür ancak Anlamsal Ağ teknolojileri, uygun ve esnek yapısı nedeniyle izlenebilirliği basit ve paylaşılabılır hale getirebilmektedir. Sonuç olarak tasarlanan ontoloji proses tabanlı “girdi – proses – çıktı” modeli kullanılarak geliştirilmiştir. Ontoloji kullanılarak, proses sırasında anlamsal ağ girdilerinin işlenmesi halinde, hammaddeden nihai ürüne kadar geri ve ileri izlenebilirliğin sağlanması öngörülmüştür. Bu çalışmada, izlenebilirliğin minimum gereksinimlerini karşılayabilecek ontolojinin sınıf ve özellikleri tasarlanmış, en alt düzey aksiyomları geliştirilmiştir. Geliştirilen ontoloji, test verileriyle sınanmış, izlenebilirlikle ilgili SPARQL sorguları başarıyla yanıt vermiştir.

2018, vii + 53 sayfa

Anahtar Kelimeler: Anlamsal Ağ, İzlenebilirlik, Gıda Güvenliği, Ontoloji, RDF, Gıda Prosesi, SPARQL, Çıkarımsama

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

RESEARCH OF SEMANTIC WEB TECHNOLOGIES USAGE FOR FOOD PRODUCT TRACEABILITY

Student Özer KAVAK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Internet and IT Technologies

Supervisor: Asst. Prof. Ertuğrul ERGÜN

Co-Supervisor: Asst. Prof. Bilge Akdeniz

In this academical work, main purpose is to design and develop a food traceability ontology by using advantages of Semantic Web technologies. Even if it is possible to develop traceability via algorithms or relational databases, Semantic Web technologies provide native and flexible environment for simple and interoperable traceability. Thus, designed ontology is developed based on input - process - output process model. By entering ingredients of foods during process to the designed ontology model using triplestores, it will be possible to trace from final processed foods to raw ingredients back and from ingredients to final food products forward. In this work, classes, properties and basic axioms of the onlogy have been designed to meet minimum traceability requirements. Developed ontology has been tested with test data and successfully responded traceabilty realted SRARQL queries.

2018, vii + 53 pages

Keywords: Semantic Web, Tracebility, Food Security, Ontology, RDF, Food Process, SPARQL, Inferencing

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğr.Üyesi Ertuğrul ERGÜN, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr.Üyesi Bilge AKDENİZ'e, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Özer KAVAK
AFYONKARAHİSAR, 2018

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1 Anlamsal Ağ	3
2.1.1 RDF ve Üçlüler (Triples).....	7
2.1.2 Ontoloji.....	9
2.1.3 Grafiksel Veri Tabanı	12
2.1.4 Çıkarımsama Araçları (Reasoner/Inferencing engine)	13
2.1.4.1 Çıkarımsamada Temel Kavramlar	14
2.1.5 SPARQL	15
2.1.6 Bağlantılı Açık Veri (LOD).....	15
2.1.7 Metin verisi yapılandırma (Annotation)	16
2.2 İzlenebilirlik	16
2.2.1 Gıda İzlenebilirliği.....	16
2.2.2 İzlenebilirliğin Önemi	19
2.2.3 İzlenebilirlik standartları.....	20
2.2.4 Gıda İzlenebilirliği ve Ürün Çekme / Geri Çağırma için Önemi	22
2.2.5 Geri Çağırma için Yasal Yükümlülükler	22
2.3 Çalışmanın Amacı	22
2.4 Çalışmanın Önemi	23
3. MATERYAL ve METOT	24
3.1 Donanım.....	24
3.2 İşletim Sistemi	24
3.3 Yazılımlar	24
3.3.1 Platformlar	24
3.3.2 Ontoloji Editörü.....	25
3.4 Kullanılan Anlamsal Ağ Standartları.....	26

3.5 Metodoloji.....	26
3.5.1 Örnek Veri Platformunun Hazırlanması.....	26
4. BULGULAR	28
4.1 Yazılım.....	28
4.1.1 Ontoloji editörü	28
4.2 Destek Ontolojiler	28
4.3 Otomasyon ve grafik arayüz	29
4.4 İleri ve Geri İzlenebilirliğin Sağlanması.....	29
4.5 Üretim Sırasında İzlenebilirliğin Sağlanması	29
4.6 Piyasaya Sürüm Sonrası İzlenebilirlik	30
4.7 Tasarlanan Gıda İzlenebilirliği Ontolojisinin Temel Yapısı.....	30
4.7.1 Sınıflar (Classes) ve Özellikleri (Properties/Attributes).....	31
4.7.1.1 Temel Nesne (Thing)	31
4.7.1.2 Bileşen (Bileşen/Ingredient)	32
4.7.1.3 İşlenmiş Ürün (Islenmis_Urun/Processed_Item).....	33
4.7.1.4 Proses (Process)	37
4.7.1.5 Proses Sorumlusu (Process_Responsibile)	37
4.7.1.6 Ürün Sahibi (Urun_Sahibi/Processor_Entity)	38
4.8 Grafik Arayüzden İzlenebilirlik.....	39
4.9 Örnek Çalışma 1	39
4.10 Örnek Çalışma 2	42
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	46
6. KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	53

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

RDF	Kaynak Tanımlama Çerçevesi (Resource Description Framework)
Triple	Üçlü
OWL	Ağ Ontoloji Dili (Web Ontology Language)
SPARQL	Anlamsal ağ sorgulama dili
OLTP	Veri tabanlarına yapılan giriş çıkış işlemleri (On Line Transactional Processing)



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Nesnelere sınıfların eklenmesi ve sınıflara ait özelliklerin temsili.....	10
Şekil 2.2 Grafikselsel veri tabanı işleyişi	13
Şekil 2.3 Gıda izlenebilirliği	19
Şekil 3.1 Protege 5.2.0	25
Şekil 4.1 Sınıflar.....	31
Şekil 4.2 Sınıfların grafikselsel gösterimi	32
Şekil 4.3 Tanımlanan nesnelerin ilişkileri.....	40
Şekil 4.4 SPARQL bileşenler sorgusu	41
Şekil 4.5 Örnek çalışma 2 ağ yapısı	42
Şekil 4.6 Örnek çalışma 2 bileşen sorgulama	43
Şekil 4.7 Örnek çalışma 2 ileri izlenebilirlik sorgulama.....	44
Şekil 4.8 Örnek çalışma 2 derin ileri izlenebilirlik sorgulama.....	44
Şekil 4.9 Örnek çalışma 2 ileri izlenebilirlikte sorumlu kurum sorgulama.....	45

1. GİRİŞ

Son yıllarda artan tüketici bilinci ile güvenilir gıda üretimi ve tüketimi talebi oldukça artmıştır. Tüketicilerin güvenilir gıda talebi mutlak bir beklenti olarak karşımıza çıkmaktadır. Güvenilir gıda üretiminin sağlanması büyük ölçüde ham maddeden ürüne kadar firmaların sorumluluğunda olması sebebiyle gıda sektöründeki firmalara büyük bir görev düşmektedir. Dolayısıyla gıdanın güvenilirliğinin incelenmesi, korunması ve uygun koşul ve zamanda geri bildirimlerde bulunulabilmesi gerekliliği karşımıza "gıda izlenebilirliği" kavramını çıkarmaktadır.

İzlenebilirlik kavramının çok farklı tanımları vardır. Gıda güvenliği yönetim sistemlerinin de amaçladığı şekilde izlenebilirlik; tükettiğimiz ürünlerin "tarladan çatala kadar" güvenilir bir şekilde ve sağlıklı olarak tüketilebilmesi amacıyla takibinin sağlanması için bir araç olarak tanımlanabilir. Avrupa Birliği yasalarına göre izlenebilirliğin tanımı yapılacak olursa; gıda, gıdanın elde edildiği hayvan, yem veya gıdaya karıştırılması tasarlanan ya da beklenen maddenin üretim, işleme, dağıtım ile ilgili bütün aşamalarda izlenmesi sistemidir. Örneğin bazı kuruluşlar ürünlere parti numarası, karman numarası, seri numarası gibi bir takım numaralar vermekte bazıları üretim tarihi bilgisini ambalajlarına koymaktadır. Varsa hatalı işlemler, bu sistem yardımıyla problemi rahatlıkla “kendi içinde” tespit etmekte ve tekrarını önleyebilmek için tedbirler geliştirilebilmektedir. Fakat bu tarz izlenebilirlik ile yapılan kontroller, tedarikçi firmalara kadar işletmelerin genellikle “kendi içindeki geriye dönük bütün kayıtlarını” inceleyebilmektedir. Fakat bu işletme içi kontrol tam bir bütünlük sağlamamaktadır. Bu sebeple sadece işletme içi değil, her prosese girenlerin bütünsel bir sisteme tanımlanması ve kaydedilmesi yolu ile izlenebilirliğin sağlanması gereklidir.

İzlenebilirlik, belgeleme yöntemleriyle veya yazılımsal olarak sağlanabilmektedir. Ancak, izlenebilirlikle ilgili çabalar, işletmelerin kendi kapalı dolaplarında veya veri tabanlarında tutulmakta ve yazılımdan yazılıma farklılıklar göstermektedir. Ender olarak izlenebilirliği tüketicilere sağlayan işletmeler olmakla birlikte, bu çabalar işletmelerin çevrim içi sayfalarıyla kısıtlıdır. Veri tabanlarının yapısı ve erişim kısıtları

nedeniyle işletmeler kendi izlenebilirliklerini sağlayabildikleri halde, tüketiciyle bu verileri paylaşan işletme sayısı çok azdır. Bu verilerin bir standardı yoktur veya işletmelerin diğer sistemler tarafından verilerinin erişilebilir veya işlenebilir olması gibi bir kaygıları yoktur.

Dolayısıyla, tüketiciler, denetim makamları ve üretici işletmelerin temel ihtiyaçlarından biri, standart bir izlenebilirlik veri paylaşım modelidir. İzlenebilirlik verilerinin yapısal minimum gereksinimleri, işletme içi, yerel, ulusal veya uluslararası alanda büyük farklılıklar göstermemektedir. Sorun, alıp kullanılabilecek en alt düzey bir veri standardının bulunmamasıdır.

Anlamsal Ağ, verinin yapısal olarak anlamlandırılıp, makineler tarafından rahatlıkla işlenebilmesini sağlayan teknolojiler bütünüdür. Eğer Anlamsal Ağ teknolojileri kullanılarak en temel düzeyde izlenebilirlik verilerinin paylaşılabilmesini sağlayan bir standart geliştirilebilirse, işletmeler, denetim makamları ve tüketiciler için izlenebilirlik bir sorun olmaktan çıkacağı öngörülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Anlamsal Ağ teknolojilerini kullanarak üretim prosesleri temel alan izlenebilirliğin sağlanmasıdır. Gerek yerel gerek ulusal gerekse dünya çapında uygulanabilir izlenebilirliği sağlayabilen izlenebilirlik ontolojisinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece ontoloji (varlık bilimi-varlıkların temel kategorizasyonu) tabanlı girdi – işlem - çıktı proses modeli algoritmasının oluşturularak bütünsel bir gıda izlenebilirlik sistemi oluşturulabilecektir.

Bu nedenle bu çalışmada, en temel düzeyde gıda izlenebilirliğini sağlayabilecek ontoloji geliştirilmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Anlamsal Ağ

Anlamsal ağ, gerçek dünyaya ait bilgileri tek bir platformda toplamayı amaçlayan, ilgili süreçlerin bilgisayarlar tarafından Web üzerinden otomatik olarak yönetilmesini sağlayan bir teknolojiler bütünüdür (Emiroğlu 2009).

Anlamsal web sistemleri eğitim, sosyal bilimler, ekonomi ve sağlık gibi birçok alanda var olan yoğun ve düzensiz verinin tasnifi ile bilgisayar tarafından anlaşılır hale gelmesini sağlamaktadır (Altay vd. 2018).

Web'in yaratıcısı Tim Berners-Lee'nin ilk web tasarımı insanlar arasında bilgi paylaşımını hedefliyordu. İkinci aşamanın hedefi ise bilgi paylaşımını, sadece insanlar arasında olmaktan çıkarıp makineler arasında da gerçekleştirmektir. Berners-Lee anlamsal ağı "Anlamsal Ağ, mevcut Web'in, bilginin iyi tanımlanmış anlamlarını da kapsayan, insan ile makinelerin bir arada çalışabilmesini sağlayan eklentisidir." olarak tanımlamıştır (Berners-Lee *et al.* 2001).

Anlamsal Ağ'ın resmi yürütücüsü ve geliştiricisi olan W3C'deki (World Wide Web Consortium) ilgili grubun tanımı ise aşağıdaki gibidir:

"Anlamsal ağ, uygulamaların, işletmelerin ve toplulukların sınırlarından bağımsız olarak verilerini paylaşılabilmesini ve tekrar kullanımını sağlayan bir ortak çatıdır." (İnt. Kyn. 5).

Bu çalışmada "çatı"yı kullanım amacı göz önünde bulundurularak tanımlama şu şekilde olabilir:

"Anlamsal ağ, verilerin yapılandırılarak makineler tarafından anlamlandırılabilir ve kullanılabilir hale getiren teknoloji ve standartların bütünüdür."

İlk web sayfaların içeriği sadece insanların okuyup anlayabileceği ancak, makinelerin anlamlandırıp kullanamayacağı, aranan bilgiyi etkin bir biçimde ilişkilendiremeyeceği

biçimde insanlar için yazılmıştı. Ağ üzerindeki veri setlerini barındıran veri tabanları izoleydi ve birbiriyle bağlantılandırılmamıştı. Bu kısıtlamalar ancak standart yapılandırma kurallarının geliştirilmesi ve web sayfalarının içeriğine yayımlanma sürecinde eklenerek, içeriklerin birbiriyle ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması ile mümkündü. Böylece yazılımlar web sitesindeki içeriğin ne anlama geldiğini anlayabilecek ve kolaylıkla anlamlı girdiler olarak kullanılabilirdi (Sikos 2015).

İkili sistemde kaydedilmiş JPEG gibi resim dosyaları, MP3 gibi ses dosyaları, çoğunlukla metadata denilen üst veri bilgisi içermekle birlikte, ilk web sitelerinin metin içerikleri, yazılımlar tarafından anlaşılammaktaydı. 2000’li yılların başında bazı web siteleri, geliştirilmeye başlanan anlamsal ağ teknolojilerini kullanarak içeriklerindeki metinlere ilgili bilgileri eklemeye başladılar.

Anlamsal ağ teknolojilerinin kullanılmasıyla içeriklerin anlamlandırılması Web 2.0 ve Web 3.0’ın temel yaklaşımlarından biri haline geldi. Web 2.0, çevrim içi mesajlaşma teknolojilerinin altyapısını kullanan web sitelerinin temel yaklaşımının kapsayıcı adı olarak kullanılmaya başlandı. Web 3.0 ise kişiselleştirme, yapılandırılmış (anlamlandırılmış) içerikler sunma, yapay zeka ve yazılımlarca oluşturulmuş içerikleri üretebilen karmaşık algoritmalar kullanma gibi üst düzey teknolojileri kullanan yaklaşımın çatı ismi haline geldi (Sikos 2015).

Geleneksel web sitelerinin aksine (“Web of documents” olarak anılan bu yaklaşım, metinlerden oluşan içeriklerin ve belgelerin ağ üzerinde yayınlanmasıdır), anlamsal ağ, düz metinlerin kullanılması yerine metinleri tanımlayan nesnelerin yapılandırılması ve birbiriyle ilişkilendirilmesidir (“Web of data” anlamlandırılmış verilerin, yani nesnelerin ağ üzerinde yayınlanmasıdır). Anlamsal ağın yapılandırılmış verileri makineler tarafından işlenebilir ve pek çok farklı alanda kullanılabilir. Bunlardan bazıları arama motoru algoritmaları, veri entegrasyonu, ilgili kaynağın (resource) bulunması, sınıflanması ve tanımlanması, akıllı uygulamalar, içeriğin puanlanması, içeriğin telif hakları olarak sayılabilir.

İnternetin yaygınlaşmasıyla doğan ihtiyaçlar nedeniyle, pek çok farklı grup tarafından verilerin yapılandırılması standartları geliştirilmeye çalışılmıştır. Geliştirilmiş anlamsal ağ standartlarına, daha önceki çabaların güçlü ve zayıf yönlerinden yola çıkılarak ulaşılmıştır (Sikos 2015).

İlk bakışta Anlamsal ağ teknolojileri internette yayınlanan içeriğin anlamlandırılması ve başkaları tarafından anlaşılıp kullanılmasını sağlayan, yayıncıya dolaylı getiriler sunan bir yaklaşım olarak görülebilir. Örnek olarak içeriğin yapılandırıp sunan yayıncı, arama motorları tarafından doğru anlaşılır ve arama motoru sonuç sayfaları sıralamasında bir avantaj sağlayabilir. Bir diğer dolaylı avantaj ise yayınlanan “anlamlı” verilerin diğer servis sağlayıcılar tarafından rahatlıkla kullanılabilir olmasıdır. Örneğin bir sinema salonu zinciri, gelecek programı ve vizyondaki filmlerin hangi salonda hangi tarihte gösterileceğini tek tek sayfalarında ve bir veri seti olarak sunabilir. Bilet satış veya etkinlik bilgisi sağlayıcı sistemler, yayınlanan yapılandırılmış bu verileri doğrudan girdi olarak kullanabilir ve sistemlerine ekleyebilirler. Böylece anlamsal ağ teknolojileriyle anlamlandırılmış veriler, çok daha büyük bir kitleye ulaşabilir.

Anlamsal ağ teknolojilerinin kapsamı sadece elinizdeki veriyi yapılandıran araçlardan oluşmaz. Özel veri depoları (triplestore), bunların giriş ve çıkışlarındaki filtrelemeyi yapan çıkarımsama araçları (reasoning/inheritence engine), kendi ihtiyaçlarınıza göre yazabileceğiniz ontolojiler sayesinde değerli veriler anlamlandırılmış olarak yayımlanmadan tutulabilir. Bu “anlamlı” kişisel veya kurumsal verilerin, yapay zeka uygulamalarının en temel girdilerinden biri olduğu unutulmamalıdır.

Yapılandırılmış verilerin işlenmesi, bazı teknolojilerin varlığına gereksinim duyar. Bu teknolojiler, özetle bir ilgi alanındaki konseptlerin, terimlerin ve ilişkilerinin tanımlarını ve tanım kurallarını sunar.

Gerçek dünya bilgilerinin bilişim sistemlerinde temsili ve bu bilgilere dayanarak çıkarımsama yapmak, yapay zekâ alanının konusudur. Bilginin kurallı temsili ve çıkarımsama, bilgisayarların bu bilgileri girdi olarak kullanıp karmaşık görevleri yerine getirmesini sağlamak için kullanılır.

Taksonomiler (Taxonomies) veya kontrollü bilgi dağarcıkları (controlled vocabularies), yapılandırılmış terim koleksiyonlarının üstveri (metadata) değerleri olarak kullanılmasını sağlarlar. Örneğin etkinlikler ile ilgili bir bilgi dağarcığı, konserlerin, festivallerin, vizyondaki filmlerin makineler tarafından anlaşılabilir şekilde bu terimlerin tanımlanmasını sağlar. Kurumlar ile ilgili bir bilgi dağarcığı, bir işletmenin, derneğin veya okulun bilgilerini makinelerin anlayabileceği şekilde tanımlanmasına ve yayınlanmasına yardımcı olacaktır. Kontrollü bilgi dağarcıkları, ilgilenilen alanda veri modellerinin tanımlanmasıdır. Bu alandaki konseptleri ve ilişkilerini tanımlamaya yarar (Sikos 2015).

En yaygın olarak benimsenmiş anlamsal ağ bilgi yönetimi standartları;

- RDF (Resource Description Framework),
- OWL (Web Ontology Language)
- SKOS (Simple Simple Knowledge Organization System).

Bir bütün olarak Bilgi Organizasyonu Sistemleri (KOS) sınıflandırmaları, girdilerin haritalanmasını, yetkili listelerini ve ontolojileri işlemek için kullanılır. Ontolojiler, ilgili alanındaki konseptlerin temsilini ve birbirleriyle ilişkilerini tanımlayan karmaşık ve kurallı yapılardır (Sikos 2015).

Bir örnekle anlatmak gerekirse, insan ile ilgilenen bir ontoloji, sadece insanı bir sınıf olarak tanımlamakla kalmaz, aynı zamanda doğum yeri özelliğinin karşılığı olan “yer” sınıfı ile de ilgilenir. Böylece “coğrafi yer” sınıfını da tanımlar (veya tanımlı olanı kullanır). Benzer bir şekilde insanların mesleği olduğu düşünülürse, bir insanı bir meslek ile ilişkilendirebilmek için bir “meslekler” sınıfını ve meslek konseptlerini de içermelidir.

Ontolojiler, karmaşık ifadelerin makinelerin anlayabileceği şekilde tanımlanmasını sağlar. İnsan örneğinden yola çıkılırsa, iki insanı “eş” bağıyla bağlamak mümkündür. Daha karmaşık bir ontoloji, sadece eş tanımlamakla kalmaz, iki insanı eş bağıyla bağlarken “eş” olma durumunun başlangıç tarihini, varsa bitiş tarihini, törenin yerini tanımlayabilir. Böylece “Ahmet, Ayşe ile 10 Mayıs 2009 tarihinde Şen Düğün

Salonu’nda evlendi ve 12 Ağustos 2017 tarihinde boşandı.” gibi oldukça karmaşık bir ifade makineler tarafından okunup, yazılıp, yorumlanabilir. Örneğin 2010’dan sonra boşanan kişiler ortalama kaç yıl evli kalmışlardı sorusuna yanıt verebilir. İlişkisel veri tabanlarında da aynı sorguya cevap verilebilmesine rağmen, Anlamsal ağ ontolojilerinin herkese açık olması ve kullanılabilirliğinin kolaylığı göz önünde bulundurulduğunda büyük avantaj sağlamaktadır.

2.1.1 RDF ve Üçlüler

RDF (Resource Description Framework) yani “Kaynak Tanımlama Çerçevesi” çeşitli söz dizim biçemlerinde bilgi modellemek için kullanılan genel bir metottur.

RDF, 1999 yılında verilenin yapılandırılması için bir standart olarak W3C tarafından geliştirilmiş ve yayınlanmıştır. İlk ağ (web) sayfaları, insanın kullanımı için üretilmiş ancak makineler tarafından anlaşılamazdır. En azından, ağda bulunan büyük miktarda verinin çok azı özel algoritmalar tarafından yorumlanabilmektedir. Devasa miktarlardaki verilerin, insan eliyle derlenmesi ise neredeyse olanaksızdır.

W3C, ağdaki mevcut verilere üstverilerin (metadata) eklenmesini, böylelikle verilerin ve kaynakların anlamlandırılmasını teklif etmiştir. 1999 yılında basit bir veri yapılandırma standardını üst verilerin oluşturulması ve işlenebilmesi için önermiştir. Amaç, herhangi bir varsayımda bulunmaya gerek duymadan kaynakların tanımlanmasını sağlayan bir mekanizma geliştirmek, böylece ağda bulunan herhangi bir bilgiyi tanımlayabilmektir. Sonuçta RDF kavramı, ağdaki bilginin farklı makineler tarafından işlenebilme ve anlaşılabilme özelliğinin ön planda tutulduğu bir model olarak ortaya çıkmıştır (Yu 2011).

RDF dilinin farklı amaçlara yönelik çeşitleri bulunmaktadır. N3 adlı formu RDF dosyalarının insanlar içinde okunabilir halde olduğu yapıdır. RDF/XML formu ise XML ile uyumlu bir yazılımın anlayabileceği bir yapıdadır ve kullanıcı tarafından okunup anlaşılması oldukça zordur (Altay vd. 2018).

Her bir bilgi, özne-yüklem-nesne olarak modellenir ve farklı kaynaklarda “triple” “üçlü”, “üçlük” veya “üçleme” olarak adlandırılır.

Cümle olarak “Ahmet Ankara’da doğmuştur.” anlına gelmekle birlikte, aşağıdaki gibi bir yazım sırasına sahiptir:

Ahmet dogum_yeri Ankara

URI kullanılan formatı ise aşağıdaki gibi görünmektedir:

<http://nm.gov.tr/id#1234567890>

<http://dbpedia.org/ontology/birthPlace>

<http://dbpedia.org/resource/Ankara>.

Birkaç örnek, konuyu daha iyi açıklayabilir:

Ahmet AKÜ’de öğrencidir. -> Ahmet is_student_of AKÜ

AKÜ Türkiye’de bulunmaktadır. -> AKÜ is_Contained_By Türkiye

Ankara Türkiye’de bir vilayettir. -> Ankara is_Provience_Of Turkey

Yukarıdaki örneklerden görülebileceği gibi, RDF, veriyi anlamlandırmak için, sadece üç temel bileşen kullanır. Tanımlanmak istenen anlamlı veri parçasına Subject (özne), ön tanımlı bağ kurucuya Predicate (yüklem) ve tanımlama bilgisine Object (nesne) adı verilir.

Bu, insanların iletişimde kullandığı en basit cümle biçiminin bir kopyasıdır. Öge sıralama biçimi olarak İngilizce kullanılmıştır (özne-yüklem-tümleç). Türkçe’de yüklem sonda olduğu için birebir çeviriler devrik cümle oluştursa da kolaylıkla anlaşılabilir.

“Afyon Kocatepe Üniversitesi (subject/özne) bulunur (predicate/yüklem) Türkiye’de (object/nesne/tümleç).” Cümlesi, RDF olarak tanımlandığında, ağ üzerinde bulunan “Afyon Kocatepe Üniversitesi” nesnesinin, dünya üzerinde bir yer olan ve yine ağ’da tanımlı bir başka nesne olan “Türkiye Cumhuriyeti” sınırları içinde olduğunu yine ağ üzerinde önceden tanımlanmış (ontoloji) bir “bulunur” yüklemiyle birbiri ile ilişkisi tanımlanmaktadır. Pek çok temel alanda örneğin insan, iş dünyası, sanat, coğrafya,

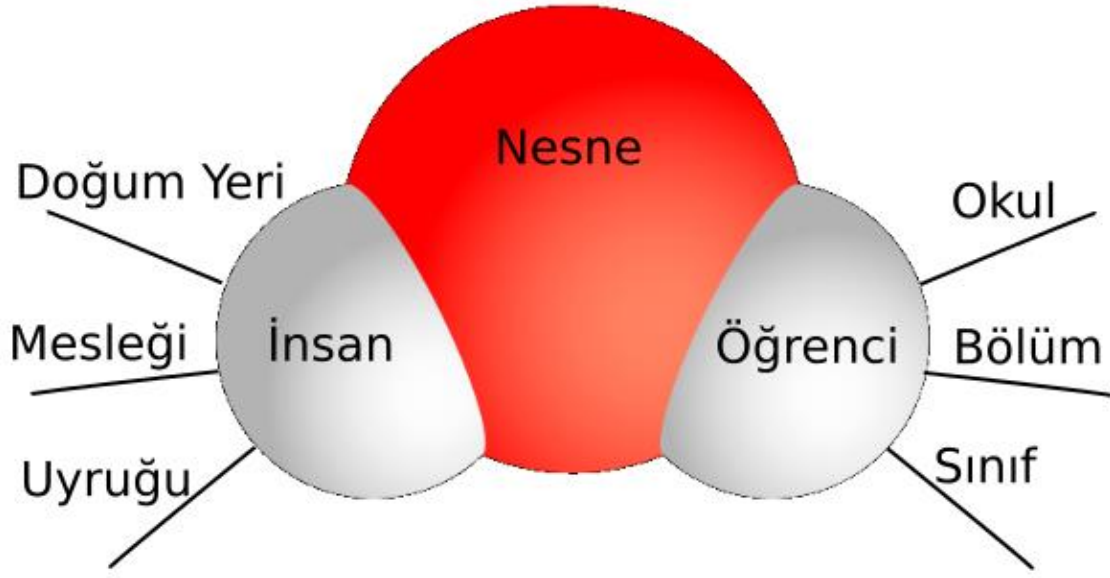
kimya, matematik, meteoroloji, eğitim alanda ontolojiler yazılmış, temel sınıflar oluşturulmuş, “yüklemler” tanımlanmış ve açık kaynak olarak kullanıma sunulmuştur. İhtiyaca göre herkesin kendi “yüklemlerini” tanımlayabileceği, bir diğer deyişle ontolojisini yazabileceği veya mevcut ontolojilere sınıf ve bu sınıflara ait özellikler (yüklemler) ekleyebileceği düşünüldüğünde, RDF’nin oldukça güçlü bir tanımlama gücü ve esnekliğe sahip olduğu anlaşılabilir.

2.1.2 Ontoloji

Anlamsal Ağ Ontolojisi, bir alandaki bilgiyi paylaşabilmeyi ve makinelerin de kullanabilmesi için anlamlandırmayı hedefleyen bir söz dağarcığıdır (Protege, Stanford Uni.) Bir diğer deyişle ontoloji, bilginin iskeletidir (Powell *et al.* 2015).

Bugüne kadar insandan kitaba, otomotivden hastalıklara, coğrafyadan ekonomi ve iş hayatına kadar pek çok temel alan ontolojisi tanımlanmış ve açık kaynak olarak kullanıma sunulmuştur.

Bir ontoloji, tipik olarak sınıflar (örnek: insan) sınıfa ait özellikler (örnek: mesleği), ve kısıtlardan oluşur. Kısıtları anlamak için, “İnsan sınıfı ile Ülke sınıfı aynı nesneye eklenemez” veya “Mezuniyet tarihi, doğum tarihinden önce olamaz” gibi örnekler verilebilir. Tipik olarak Şekil 2.1’de görülebileceği gibi nesnelere ontoloji ile tanımlanan sınıflar nesnelere eklenir. Bu sınıflar özellikler aracılığıyla başka sınıflara, dolayısıyla nesneler, nesnelere bu yolla bağlanırlar.



Şekil 2.1 Nesnelere sınıfların eklenmesi ve sınıflara ait özelliklerin temsili.

Ontoloji terimi ilk olarak felsefenin varlığın doğasını inceleyen çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Bilişim dünyasında ise ontoloji, gerçek dünyanın bir parçasının, örneğin kurumların, araştırma projelerinin, tarihi olayların, insanların arkadaşlıklarının makinelerin anlayacağı yapıda; sınıflar, özellikler, nesneler ve ilişkilendirme çeşitlerinin tanımlanmasını betimler.

En gelişmiş ontoloji yazım dilleri (örneğin OWL) aşağıdaki temel bileşenleri desteklemelidir.

Sınıflar (Classes): Nesnelerin veya nesne çeşitlerinin oluşturduğu toplulukların özet grup tanımlarıdır. Sınıflar genellikle bu sınıfa ait olan üyelerin veya nesnelerin ortak özelliklerini yansıtır. Sınıfların alt ve üst sınıfları olabilir. Örneğin “İnsan” sınıfına göre “Oyuncu (Aktör/Aktris)” sınıfı alt sınıftır çünkü her insan oyuncu değildir. Tanımlanan bir “İnsan” sınıfı, “Oyuncu” sınıfına göre üst sınıftır çünkü tanımlamanın doğası gereği her oyuncu bir insandır.

Özellikler (Attributes): Özelliklerle ifade edilen, tanımlanan sınıfların ortak, karakteristik özellikleridir. Doğum tarihi, “İnsan” üst-sınıfının ortak özelliği iken, “Rol aldığı yapımlar” özelliği, “Oyuncu” alt-sınıfının ortak bir özelliği olarak belirlenebilir.

Üyeler: “Individuals” olarak bilinen bağımsız nesneler, bir veya birkaç sınıfın üyesi olabilir. İşletmeler ile ilgili bir ontolojide, bir işletme, bir işveren, bir çalışan veya işletmenin ortaklarından biri bağımsız bireyler, bir diğer deyişle nesnelerdir. Her bir birey bir veya birkaç tanımlı sınıfın üyesi olabilir. Örneğin bir insan hem “insan” sınıfının, hem “oyuncu” sınıfının hem de “işyeri sahibi” sınıfının üyesi olabilir.

İlişkiler (Relations): İlişkiler, sınıfların bireylerle veya sınıfların birbirleriyle veya bireylerle olan bağlarıdır. Ayrıca tek bir nesne ve bir nesneler grubunun veya nesne gruplarının birbirleriyle olan ilişkilerini de ifade eder.

İşlev terimleri (Function terms): Bazı ilişkilerin karmaşık yapılarından kaynaklı ihtiyaç duyulan, mantıksal önermelerde bir bireyin/üyenin yerine geçebilen işlevsel tanımlardır.

Kısıtlar (Restrictions): Bir özelliğin veya bir sınıfın alabileceği değerlerin kısıtlanmasında kullanılan tanımlardır. Örneğin işletme kuruluş tarihi özelliği sadece tarih değeri almalıdır.

Kurallar (Rules): Mantıksal çıkarımsamalarda kullanılan “eğer-o halde” önermeleridir. Bir insanın Türkiye adına yarışan bir sporcu olması halinde (milli sporcu sınıfının üyesi olması), o kişinin yarışma tarihinde Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olması gerektiği tanımlayan söz dizimleri, kurallardır. Anlamsal ağın mantıksal yapısı nedeniyle doğal çıkarımsamalarla, kural bazlı çıkarımsamalar karıştırılmamalıdır. Örneğin bir nesne, rol aldığı eserler özelliğinde bir eser nesnesine bağlanmışsa o nesne için “Oyuncu” sınıfına, ve üst-sınıfı olan “İnsan” sınıfına üye olduğu sonucuna ontolojideki yapılanmadan yola çıkılarak varılabilir. Çıkarımsama araçları ontolojiye dayanan bu mantıksal çıkarımı zaten yapmaktadır. Bunları kural olarak tanımlamaya gerek yoktur.

Aksiyomlar (Axioms): Kurallarla birlikte, ontolojinin tanımladığı tüm alanlarda

tutarlılığı sağlamak için yazılmış sınıflar, özellikler ve üyeler ile ilgili önermelerdir. Olaylar (Events): Özellik veya ilişkilerdeki değişimleri ifade ederler (Sikos 2015).

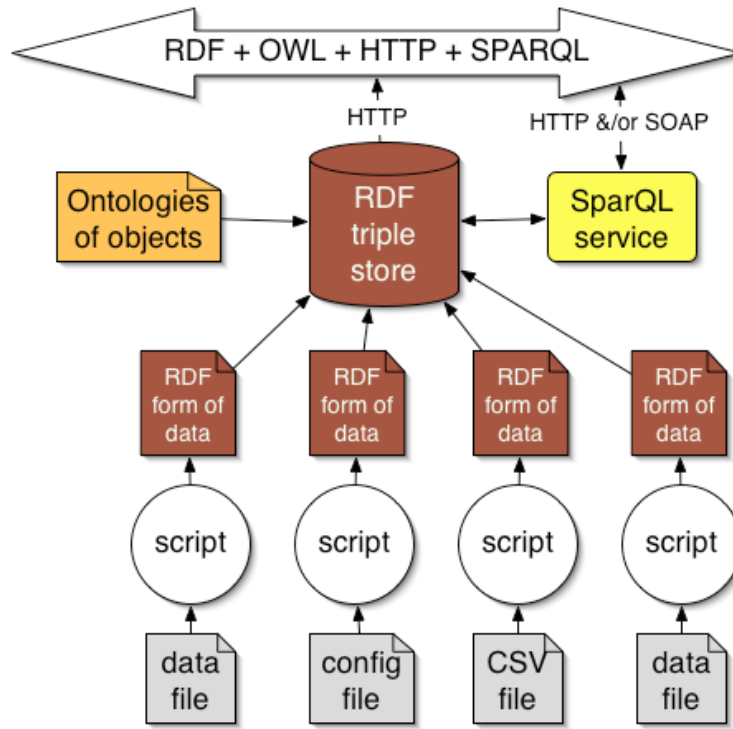
2.1.3 Grafiksel Veri Tabanı

En basit anlamıyla üçlülerin tutulduğu ve yönetildiği veritabanı sunucusudur. Ontolojinin kendisini ve RDF olarak tanımlı üçlülerini saklar. Doğrudan veya sorgu dili olan SPARQL aracılığıyla doğrudan veya REST protokolü üzerinden içeri ve dışarı veri aktarımı yapabilir. Genelde çıkarımsama araçlarını içeren HTTP hizmetlerini sunabilen bir sunucu olarak tasarlanmışlardır veya Apache Tomcat gibi sunucular üzerine yapılandırılırlar (Hebeler vd. 2009).

Grafiksel veri tabanı veya bir diğer deyişle “Triplestore”lar, çevrim içi genel bir veri tabanı yönetim sistemidir. Create (yeni kayıt yarat), Read (oku), Update (varolan veriyi güncelle/yenile) ve Delete (varolan veriyi sil) metotlarını grafiksel veri tabanı üzerinde uygular. Grafiksel veri tabanları, genelde veri işlemlerini akışını sağlayan OLTP sistemleriyle birlikte piyasaya sunulur. Bu nedenle, veri işlem performansına ve uygunluğuna göre geliştirilmişlerdir. Grafiksel veri tabanı teknolojileri bağlamında temelde iki özelliğe göre değerlendirilebilir:

Arka planda çalışan veri tabanı: Bazı grafiksel veritabanları tümüyle bu iş için tasarlanmış “native” denilen, anlamsal ağ verileri için geliştirilmiş veri tabanı modellerini kullanırlar. Bazıları ise yaygın ilişkisel veritabanlarını veri saklamak için kullanırken bazıları ise nesne tabanlı veritabanlarını veya genel amaçlı veri tabanlarını kullanabilmektedirler.

Proses motorları: Bazı tanımlamalara göre grafiksel veritabanları indis tutmamalıdır (sıralama kolonu bulundurmamalı, index-free). Bir diğer deyişle grafiksel düğümler (nodes) yani nesneler, fiziksel olarak birbirlerine bağlanmalıdırlar. Tüm yapı, Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Grafiksel veri tabanı işleyişi.

Tüm bu tanımlama çabalarının ötesinde, grafiksel bir veri tabanı gibi davranan ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayabilen her veri tabanı yönetim sistemi, özünde grafiksel veri tabanı olarak tanımlanabilir. Her şeye rağmen, grafiksel veritabanı olarak tasarlanmış (native) indis bulundurmeyen sistemlerin performans bakımından diğerlerine göre üstünlükleri göz önünde bulundurulmalıdır (Robinson *et al.* 2015).

2.1.4 Çıkarımsama Araçları

Çıkarımsama araçları, en basit tanımıyla triplestore içinde saklı üçlülere, tanımlı ontolojilere ve içerdiği aksiyom ve kurallara göre genişleten sistemlerdir (Hebeler *et al.* 2009).

Örneğin ontolojinin insan sınıfında simetrik olarak tanımlanan kardeşlik özelliği, bir üçlük olarak “Ahmet Mehmet’in kardeşidir” biçiminde mevcutsa, çıkarımsama aracı ontolojide tanımlı kardeşlik özelliğinin simetrisinden yararlanarak “Mehmet (de) Ahmet’in kardeşidir” üçlüsünü sanal olarak üretir. Eğer “Kardeşlik” özelliği eklenecek

nesneye insan sınıfı olma koşulu da tanımlanmışsa, çıkarımsama aracı ontolojiden aldığı kuralı Mehmet'e sanal olarak insan sınıfı eklemek için kullanır.

Aksiyom Örneği:

[IF]

?actor rdfs:subClassOf ?person

AND

?instance rdf:type ?actor

[THEN]

?instance rdf:type ?person

RDF, farklı kaynaklardan gelen verilerin bir araya getirilmesi ve aynı kaynaktan geliyormuş gibi yorumlanabilmesini sağlayan bir veri temsil modeli sunmuştur. Ancak bu verileri kullanmak istediğimizde, kaynakların farklılıkları ortaya çıkar. Örneğin entegre edilmiş farklı kaynaklardan tek bir sorgu ile veri toparlanıp yanıt alınabilmelidir. Anlamsal ağ, bu soruya cevap verebilecek yaklaşımı ortaya koymayı amaçlamıştır. Bunun için farklı veri kaynaklarının verilerini modelleyen diller tanımlanmıştır. Bilginin entegrasyonu, çıkarımsamanın sorguya eklenmesi veya çıkarımsama araçlarının sorgu sırasında çalıştırılması veya sorguya gelen cevabın, bir diğer değişle dönen verilerin çıkarımsama işleminden geçirilmesiyle sağlanabilir. Bu “çıkarımsanmış” bilgi, birden fazla kaynaktan sağlanabilir. Çok basit düzeyde de olsa, çıkarımsama işlemleri, veri entegrasyonu için önemlidir ancak önümüzde hala “Tam olarak ne tür bir çıkarımsamaya gereksinim vardır?” sorusu durmaktadır. Tek bir cevabı olmamakla birlikte, Anlamsal Ağ standartları, birkaç farklı seviyede çözümler sunmaktadır.

2.1.4.1 Çıkarımsamada Temel Kavramlar

Çıkarımsama (inferencing): Mevcut üçlülerin işlenerek sistematik olarak yeni üçlülerin oluşturulması ve veri deposuna eklenmesi.

Mevcut üçlüler (asserted triples): Yeni üçlülerin üretilmesine kaynak teşkil eden halihazırda veri deposunda bulunan üçlüler.

Çıkarımsal üçlüler: Mevcut üçlülerini kullanarak çıkarımsama sonucu üretilmiş üçlüler.

Çıkarımsamaya kaynak kurallar (inference rules): Çıkarımsama yapabilmek için tanımlanmış kurallar.

Çıkarımsama Motoru: Çıkarımsama kurallarını kullanarak mevcut üçlülerini işleyerek yeni üçlüler üreten yazılımlara verilen ad. Bu yazılımlar genellikle sorgulama arayüzlerine entegre biçimde bulunmaktadır (Allemang and Hend 2011).

2.1.5 SPARQL

SPARQL Anlamsal ağın sorgulama dilidir. SPARQL ve SQL arasındaki farklılıklar sorguladıkları sistemlerin (anlamsal ağ / ilişkisel veritabanı) yapısal farklarından kaynaklanmaktadır (Kumar *et al.* 2011).

2.1.6 Bağlantılı Açık Veri (LOD)

Yapılandırılmış verilerin web üzerinde yayınlanması ve paylaşılmasıdır. Dört temel prensibi vardır.

1. Nesneler URI olarak tanımlanmalıdır. URI, web üzerinde belli bir kaynağa (internet sitesi, belge, resim vb.) ulaşmak için kullanılan karakter dizisidir.
2. URI'ler, HTTP üzerinden erişilir olmalıdır. Böylece makineler nesne ile yapılandırılmış bilgileri edinebilir.
3. Bu biçimde yayınlanan nesneler ayrıca insanın anlayacağı formatta (ör: html) sunulmalıdır.
4. Üçlü oluştururken diğer paylaşılmış URI'lerin kullanılması tercih edilmelidir. (Berners-Lee vd, 2001)

DBpedia, BBC, Avrupa Birliği açık veri projesi bağlantılı açık yapılandırılmış veri sağlayıcıları olarak örnek gösterilebilir (Wood *et al.* 2014).

2.1.7 Metin verisi yapılandırma

Belgelerin işaretlenmesi, makineler tarafından anlamlandırılmayan içeriklere ilgili yapılandırma bilgisi sağlama işlemidir.

Örneğin “Ahmet” bir makine için sadece 5 harfli bir metindir. Oysa metni okuyan bir insan için bir kişi adıdır. Belgelerin (html, pdf, xls vs.) içeriğindeki nesnelere eklenen anlamsal ağ yapılandırma üst verileri sayesinde (rdfa, microdata işaretleme dilleri ile) makineler bu metine anlam yükler hale gelir (İnt. Kyn. 7).

Diğer bir örnekte ise, Google, Web sayfası HTML kodları içine gömülü zenginleştirilmiş ve yapılandırılmış anlamsal ağ verilerini algılar ve kullanır.

2.2 İzlenebilirlik

İzlenebilirlik; bir ürünün geçmişini, lokasyonunu veya uygulamasını önceden tanımlanmış ve kaydedilmiş yöntemlerle doğrulama işlemidir. Kullanıldığı bazı sektörler ve alanlar: Ölçümleme, Lojistik, Malzeme, Tedarik zinciri, Sistem ve Yazılım Geliştirme, Gıda İşleme, Orman Ürünleri olarak sıralanabilir (İnt. Kyn. 3).

2.2.1 Gıda İzlenebilirliği

Son yıllarda artan tüketici bilinci ile güvenilir gıda üretimi ve tüketimi talebi oldukça artmıştır. Güvenilir gıda talebi tüketicinin mutlak bir beklentisi olmakta ve bu anlamda da gıda sektöründeki firmalara büyük bir görev düşmektedir. Çünkü güvenilir gıda üretiminin sağlanması büyük ölçüde ham maddeden ürüne kadar firmaların sorumluluğudur. O nedenle kalite sistemi terminolojisi sürekli gelişmekte ve gıda güvenliğinde bu kavram vazgeçilmez bir önem arz etmektedir. Üretilen gıdanın güvenilirliğinin incelenmesi, korunması ve uygun koşul ve zamanda geri bildirimlerde bulunulabilmesi gerekliliği karşımıza "gıda izlenebilirliği" kavramını çıkarmaktadır.

Gıda işletmelerinin son üründe sağlık yönünden ortaya çıkabilecek potansiyel zararı,

sağlığa zararlı olabilecek şiddetteki muhtemel tehlikeyi sıfırlayabilmeleri için; gıdada izlenebilirlik gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Gıda üreten firmalar, ürettikleri üründe ve sundukları hizmette nihai tüketicinin; insan sağlığı üzerinde risk oluşturmayacak güvenilirlikte ve izlenebilirlikte sunulmasından, yasalar nedeniyle yükümlüdürler. Beslenmenin insan sağlığı üzerindeki göz ardı edilemez etkisi düşünüldüğünde, nihai tüketiciye ulaşacak olan gıda ürünlerinin tüketime hazırlanma safhalarının her birinde uygulanmasının zorunlu olduğu prensip ve disiplinler öne çıkar. Bu uygulamaların hizmet ettiği amaç; fiziksel, kimyasal ve biyolojik riskleri taşımayan güvenli gıdanın tüketiciye sunulmasıdır.

Gıda tedarik zincirinde ilk üretimden tüketiciye kadar izlenebilirlik ve kriz yönetimi sistemlerinin tesis edilmesi, başta Avrupa Birliği olmak üzere, ABD, Kanada, Japonya ve Avustralya ve Türkiye dahil, birçok ülkede yasal düzenleme altına alınmıştır (Cebeci 2006). Fakat gıda üretim zinciri çok kompleks bir yapıya sahiptir ve iyi bir gıda izlenebilirliği sistemi oluşturabilmek için bu anlamda bir çok sektörel sorunla karşılaşabilmektedir. Dolayısıyla basit bir ürün etiketleme gibi klasik yöntemler ile ve işletmelerin şu anki altyapılarıyla kapsamlı bir izlenebilirliğin oluşturulması bir hayli güç gözükmemektedir (Kavak vd. 2017). Birçok işletmenin kendi iç uygulamalarında yaptıkları şekliyle evraklama gibi geleneksel yaklaşımlar, günümüzde daha kapsamlı, verileri hızlı bir şekilde depolayabilecek ve daha düzgün bir işleyişin olmasını sağlayabilecek elektronik tabanlı bilgi sistemleri ve teknolojilerinin kullanılması ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Günümüzde elektronik veri-tabanlı birçok sistem veya yazılım geliştirilmeye çalışılmaktadır. Fakat günümüzde uygulanan sistemler hala tam anlamıyla etkin, bütün tedarik zincirini kapsayacak şekilde tümleşik ve belli standartlara dayalı bir işleyişten uzakta bulunmaktadır. Dolayısıyla, gıda sektöründe halen gıda güvenliği için etkin, esnek ve tümleşik uygulanabilir bir izlenebilirlik yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır.

İzlenebilirlik; gıda güvenliği ve gıda kalitesinin korunması için çok önemli rol oynamaktadır. Çünkü bu uygulama sadece gıda zinciri üyeleri arasındaki işbirliğini yükseltmekle kalmaz, aynı zamanda da tüketici beklentilerine göre gıda tedarikçileri ve perakendecilerinin de yönetimini sağlar (Chen *et al.* 2012).

İzlenebilirlik kısaca, hammaddeden nihai tüketiciye kadar üretilen gıdanın izlenebilmesi olarak tanımlansa da farklı kuruluşlar tarafından değişik tanımları da söz konusudur.

Dünya Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nın oluşturduğu Kodeks Alimentarius Komisyonu izlenebilirliği; “söz konusu yer, uygulama ve geçmişin izini bulma yeteneği” şeklinde tanımlamıştır. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) ise “Söz konusu herhangi bir nesnenin geçmişinin, uygulamalarının ve yerinin geriye dönük olarak izlenebilmesidir” şeklinde tanımlanmaktadır ve “söz konusu olan bir ürünse; malzemenin ve parçaların geldiği yer, işleme geçmişi, teslimat sonrası ürünün dağılımı ve yeri” olarak belirtmektedir (İnt. Kyn. 5).

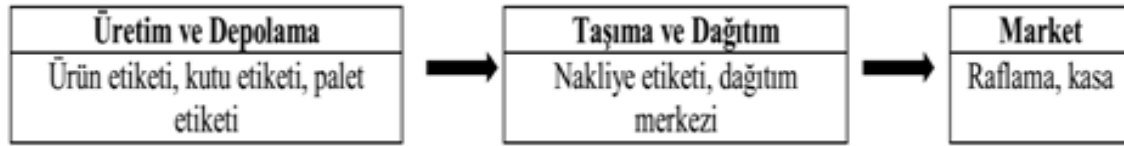
Gıda ve yem zincirinde izlenebilirlik konusunda yapılan ISO 22005:2007 standardında ise izlenebilirlik, “gıda ya da yemin üretim, işleme, dağıtım aşamalarında takip edilebilmesi yeteneğidir” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2007). Avrupa Birliği yasalarında yer alan (EC) 178 / 2002 sayılı tüzükte ise “İzlenebilirlik; bir gıdanın, yemin, gıda üreten hayvanın ya da bir gıda ya da yeme karıştırılan ya da karıştırılması beklenen herhangi bir maddenin bütün üretim, işleme ve dağıtım süreci boyunca geriye ve ileriye dönük izlenebilmesidir” ifadesi kullanılmaktadır (Sıkı 2011, Çetin 2014).

Türk Gıda Mevzuatında 5179 Sayılı Gıdaların Üretimi Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun (KHK) md.3'de “İzlenebilirlik; üretim, işleme ve pazarlama ile ilgili sürecin her aşamasında, gıda maddesine karıştırılması tasarlanan veya muhtemelen ortaya çıkabilecek istenilmeyen herhangi bir maddenin izlenmesi” ifadesi kullanılmakta idi. Ancak 5179 Sayılı kanun kaldırılarak yerine 14.12.2010 tarihinde 5996 Sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu çıkarılmış ve bu kanunun 3. Maddesinde izlenebilirlik, “üretim, işleme ve dağıtımın tüm aşamaları boyunca bitkisel ürünlerin, gıda ve yemin, gıdanın elde edildiği hayvanın veya bitkinin gıda ve yemde bulunması amaçlanan veya beklenen bir maddenin izinin sürülebilmesi ve takip edilebilmesi” olarak tanımlanmıştır (İnt. Kyn. 2).

İzlenebilirlik konusu özellikle gıda güvenliği açısından görece önemlidir. Eğer

izlenebilirlik sistemi etkin bir şekilde işliyorsa marketlerde bulunan güvenli olmayan gıdaların, tam zamanında tanımlanıp, tedarik zincirinden çıkartılması mümkün olabilmektedir. Bu model ile de hastalık / ölüm ve gıda üreticisinin zarara uğrama riskleri en aza indirgenmiş hatta ortadan kaldırılmış olur (Liao *et al.* 2011).

Şekil 2.3’de gıda izlenebilirliği kavramıyla beraber düşünülmesi gereken en temel kavramlar verilmiştir (Turi *et al.* 2014). Turi *et al.* (2014) tarafından geliştirilen bu yaklaşımda izlenebilirlik, ürün etiketleme aşaması takiben başlamakta ve tüketiciye ulaşacak şekilde son bulmaktadır. Hammadde ve/veya hammadde tedarik zinciri ve/veya onlarla ilgili doğacak sorunların takibine dayalı bir izlenebilirlik yaklaşımı ise bulunmamaktadır.



Şekil 2.3 Gıda izlenebilirliği (Turi *et al.* 2014).

2.2.2 İzlenebilirliğin Önemi

Küreselleşen gıda pazarı ve yinelenen gıda güvenliği uyarıları ile birlikte artan tüketici bilinci gıda izlenebilirliğine duyulan ihtiyacı tetiklemiştir. Özellikle bozulmaya karşı çok hassas olan, besleyici değeri nedeniyle bir çok ülke için temel bir besin ve geçim unsuru olabilecek “deniz ürünleri” gibi gıdalarda izlenebilirlik kavramı ilk başta çıkış noktası olmuşsa da (Leal *et al.* 2015) daha sonra zorluklarıyla beraber bir çok gıda ve yem için bu uygulamanın gereklidir. Çünkü gıda ve yemlerde olası gelen risklerin takip edilebilmesi, varsa tespit edilen problemlili ürünlerin üretimi ve tüketiminin engellenebilmesi ve toplatılabilmesi için izlenebilirlik gerek duyulan bir sistemdir. Bu anlamda nihai tüketicinin korunması ayrıca tespit edilen problemlili ürünlerin mevcut gıda ve yem zincirinden mümkün olduğu biçimde uzaklaştırılabilmesi gerekmektedir. Ayrıca sistemin düzgün bir şekilde işleyebilmesi için de gıda zincirine giren tüm ürünler için bunun uygulanması gerekmektedir. Eğer izlenebilirlik sistemin uygulanabilirse,

tüketicilere güvenli gıda sunulabilecek, olası riskler daha sıkı denetlenerek kontrol altına alınabilecek ve tespit edilen sorunlu ürünlerin geri çağırılması/çekilmesi daha etkili olarak yapılabilecektir.

2.2.3 İzlenebilirlik standartları

Gıda güvenliği açısından izlenebilirliğin sağlanabilmesi çok önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple izlenebilirliğin gerek yasal düzenlemelerde gerekse de gıda güvenliği ile ilgili standartlara göre uygulanması gerekmektedir.

Gıda zincirinde izlenebilirlik ile ilişkili çeşitli uluslararası standartlar ve Avrupa normları yayınlanmıştır. Bu standartlar aşağıdaki alanlarda bulunmaktadır (Dabbene *et al.* 2014):

- Kalite yönetim sistemleri
- Gıda güvenliği yönetim sistemleri
- İzlenebilirlik balık ürünleri
- Veri yakalama teknikleri
- Elektronik ticarete, endüstride ve yönetsel aşamalarda veri elemanlarının elektronik değişimi

Bu anlamda 5179 No'lu Gıdaların Üretimi, Tüketimi Ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun'un 16. Maddesinde gıdalar için izlenebilirliğin kurulması önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yasaya göre eş zamanlı olarak piyasaya sürülen gıdaların, izlenebilirliğini kolaylaştırmak amacıyla, üretimle ilgili gerekli bilgileri içerecek şekilde etiketlenmesi ve tanımlanması da istenmektedir. Aynı şekilde Avrupa Birliği Gıda Yasasında (178/2002) Madde 18 izlenebilirlikle ilgili madde olup üretim sistemin kurulması ve ürünlerin etiketlenmesi ile ilgili koşullar belirtilmiştir. gıda işletmeleri için çok önemli olan ISO 22000:2005, BRC, IFS, gibi gıda güvenliği ile ilgili standartlarda da izlenebilirlik bir koşul olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim 2002).

Avrupa Komisyonu (EC) Genel Gıda Yasası Kanunu 178/2002 2005'ten beri

Avrupa’da GDO (genetik olarak değiştirilmiş organizmalar), gıda hijyeni ve izlenebilirlik ile ilgili bir takım modifikasyonlara tabi tutularak uygulanmaktadır (EC 2002). Ancak, operatörlerin takip etmesi gerek yöntem ya da teknik için Genel Gıda Kanunu herhangi bir spesifik yöntem ya da tekniği belirtmemektedir (Asioli *et al.* 2011, Folinas *et al.* 2006). Bu anlamda izlenebilirlik standartlarından biri Codex Alimentarius tarafından 2006 yılında yayınlanan İzlenebilirlik İçin Prensipler/ Gıda İnceleme Ve Sertifikasyonu İçin Ürün İzleme Yöntemi (CAC/GL 60-2006) olarak belirlenmiştir. Standart kapsamını, gıda incelemesini ve sertifikasyonunda gıdanın izlenebilirliğine yönelik yetkin otoriteleri desteklemek için prensipleri detaylandırmak olarak tanımlanmaktadır.

Diğer bir standart ISO 22005:2007 Gıda Ve Yem Zincirinde İzlenebilirlik- Sistemin Kurulması Ve Uygulanması İçin Genel Ve Temel Gereklilikleri ISO 22000 standartlar dizisinin bir üyesi olup Temmuz 2007’de yayınlanmıştır (Anonim 2007).

Standart, kurulacak izlenebilirlik sisteminin prensiplerini aşağıdaki şekilde tanımlamıştır.

- Doğrulanabilir,
- Sürekli ve tarafsızca uygulanabilir,
- Sonuç odaklı,
- Uygun maliyette,
- Kolay uygulanabilir,
- Yasal mevzuata uyumlu,
- Tanımlı doğruluk gerekliliğine uyumlu

Gıda üreten firmalar, ürettikleri üründe ve sundukları hizmette nihai tüketicinin; insan sağlığı üzerinde risk oluşturmayacak güvenilirlikte olmasından sorumludurlar. Bu konuyla ilgili bir risk oluşması veya tespit edilmesi durumunda ürünü geri çağırma söz konusudur. Dolayısıyla gıdada izlenebilirlik bu anlamda gıda güvenliği açısından olumsuz bir olay yaşanması halinde, güvenli olmayan gıdanın belirlenmesini ve ardından piyasadan çekilmesini veya geri çağırılmasını sağlar. Gıda tüketiciye ulaşmadıysa, satıştan çekilmesi yoluna gidilir. Burada eğer gıda tüketiciye ulaşmışsa,

geri çağırma işlemleri tüketiciye mağaza içi uyarılar şeklinde olabileceği gibi, yazılı veya sözlü basın bültenleri aracılığıyla bilgilendirilmesini içeren bir geri çağırma işlemleri de gerçekleştirilmektedir (Anonim 2004).

2.2.4 Gıda İzlenebilirliği ve Ürün Çekme / Geri Çağırma için Önemi

İzlenebilirliğin en büyük önemi gıda güvenliği açısından risk yaratacak bir ürünün geri çağırılmasında ortaya çıkar. Çünkü gıda izlenebilirlik sayesinde gıda işletmeleri, gıda güvenliği ile ilgili olaylara yerinde ve hızlı bir şekilde cevap verebilmektedirler. Bu da tüketicilerin gıda güvenliği açısından risk oluşturan ürüne maruz kalmasını önlemekte ya da bu olasılığı en aza indirmektedir. Dolayısıyla tüketici sağlığı ve korunması açısından sağladığı yarar tartışılmazdır. Etkin bir izlenebilirlik sistemi bu anlamda ürün çekme/geri çağırmanın, sadece doğru (gerçek riski taşıyan) ürünlere karşı uygulanmasını sağlayarak hem zaman hem de ekonomik anlamda da gıda işletmelerinin kayıplarını en aza indirmektedir.

2.2.5 Geri Çağırma için Yasal Yükümlülükler

Gıda yasasının genel ilkelerini ve şartlarını ortaya koyan Düzenleme 178/2002, Avrupa'daki her gıda ile yem işletmesinin ve Avrupa'ya gıda/yem getiren işletmelerin, mevcut bir izlenebilirlik ve geri çağırma sistemine dahil olmasını gerektirir (Anonim 2002)

Tüm gıda ve yem işletmeleri, ham maddelerinin (örneğin, bileşenler ve ambalaj) nereden geldiğini ve ürünlerinin nereye gittiğini veya gitmiş olduğunu belirleyebilmeli; yani, gıda zincirinde bir önceki ve bir sonraki adımı belirleyebilmelidir. Bununla birlikte, sonraki adımın belirlenebilmesi, doğrudan nihai tüketiciye satış yapan işletmeler için geçerli değildir (Anonim, 2002).

2.3 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada gıda izlenebilirliğinin sağlanması için anlamsal ağ teknolojilerinin kullanılması önerilmektedir. Yapısı gereği Anlamsal Ağ teknolojilerinin izlenebilirliği

sağlayabilecek en uygun araçlara sahiptir ve sadece işletme içinde değil, işletme dışında hatta uluslararası gıda dolaşımında kullanılabilecek standart veri yapılandırma modeli sunmaktadır.

2.4 Çalışmanın Önemi

Daha önceki benzer çalışmalar, pratikte gıda işletmelerinin kullanamayacakları kadar zor ve kapsamlı ontolojiler önermektedir. Oysa gıda işletmeleri kalite kontrol gibi işlevleri mevcut sistemleriyle yapabilmekte, stok kontrolünü çok gelişmiş yazılımları sayesinde zaten yapabilmektedirler. İçerik miktarının paylaşılması, pek çok işletme açısından sorun teşkil etmektedir.

Bu çalışmada tasarlanan ontoloji, en temel izlenebilirlik bileşenleri haricinde hiç bir ek veri gereksiniminde bulunmamaktadır. Bu çalışmada temel ilkeler, etkinlik, basitlik ve kullanılabilirliktir.

3. MATERYAL ve METOT

Çalışmanın hazırlık aşamasından itibaren pek çok sistem, yazılım, donanım incelenmiş ve denenmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için kurulan yazılımsal ve sistemsel materyallerin ve denenmiş metotlar birkaç ana başlık altında toplanmıştır. Seçilen materyal ve metotların gerekçeleri ise bulgular ve tartışma bölümünde incelenecektir.

3.1 Donanım

Deneme sürecindeki kurulumların tamamı standart PC olarak adlandırılabilir, özel sunucu nitelikleri taşımayan donanımlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bilgisayar sayısı iki olmasının sebebi, birinde Linux diğerinde Windows 10 işletim sistemi bulunmasıdır. İki ayrı bilgisayarın kullanımı sadece işletim sistemi değiştirme zahmetine girmemek içindir.

3.2 İşletim Sistemi

İşletim sistemi olarak hem Windows sürüm 10, hem de Linux Mint Cinnamon 32-bit sürüm 2.0.14 kullanılmıştır.

3.3 Yazılımlar

Çalışmanın hazırlık sürecinden itibaren aşağıda kategorilerine göre listelenen yazılımlar kurulmuş ve denenmiş, Bulgular bölümünde işlendiği üzere en etkin olanlar seçilmiştir.

3.3.1 Platformlar

Stardog: Triplestore, SPARQL ve web sunucusu olarak çalışan, en başarılı çıkarımsama aracı Pellet'i içeren ücretsiz yazılımdır. Kısıtlı sürümü kurulmuştur.

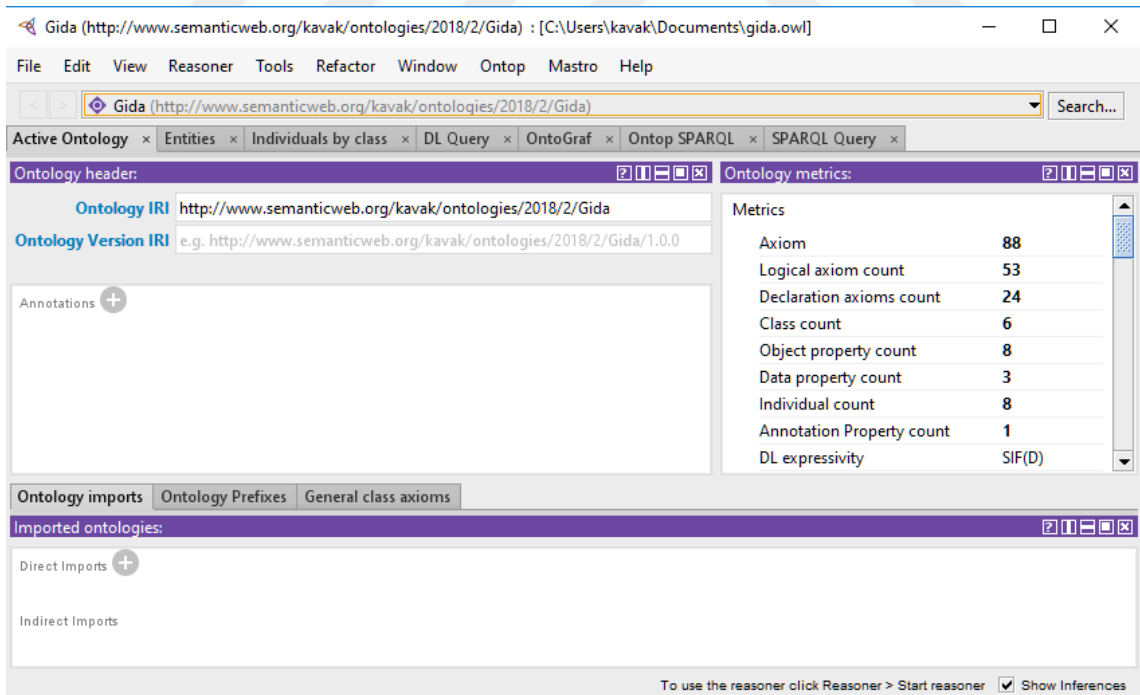
Eclipse RDF4J: Eski adı sesame olan, Tomcat sunucu üzerine kurulan, Eclipse platformuna taşınan ücretsiz bir anlamsal ağ platformudur.

Apache JENA: Apache'nin Triplestore, çıkarımsama aracı ve yazılım platformuna sahip çözümüdür. Linux işletim sistemi yüklü bilgisayardaki mevcut MySQL sunucusu kullanarak kurulmuştur.

Ücretli Virtuoso, Owlim gibi uygulamaların kullanımı bu çalışmada kullanılması düşünülmüş, Virtuoso'nun ücretsiz sürümü elde edilememiş, Owlim'in ise kurulumunda Tomcat Sunucu ile sorun yaşanmış, ücretsiz sürüm kurulup çalıştırılmasına rağmen etkin olarak kullanılamamıştır.

3.3.2 Ontoloji Editörü

Ontoloji Editörü olarak Stanford Üniversitesi'nin ücretsiz yazılımı Protégé seçilmiştir. Tasarlanan ontolojinin yazımı sırasında kullanılan sürüm, Şekil 3.1'de görülen 5.2.0 olmuştur.



Şekil 3.1 Protege 5.2.0.

3.4 Kullanılan Anlamsal Ağ Standartları

OWL 2: W3C'nin geliştirdiği ontoloji yazım dilidir.

RDF: Veri giriş çıkışı için kullanılan W3C'nin geliştirdiği anlamsal ağ standardıdır.

SPARQL 1.1: W3C'nin geliştirdiği anlamsal ağ sorgulama dilinin son sürümüdür.

3.5 Metodoloji

Çalışmada amaçlanan bir anlamsal ağ izlenebilirlik ontolojisi tasarlayarak, izlenebilirliğin sağlanması ve örnek veriler ile sınamak olduğu düşünüldüğünde, temelde bir ontoloji editörü, anlamsal ağ verilerinin barınacağı bir veri deposu, veri deposunu barındıracak bir sunucu ve sınamaların yapılabileceği platformlara, özel yazılımlara, görselleştirme eklentilerine veya yazılımlarına ihtiyaç duyulacağı düşünülmüştür.

Çalışmada ön hazırlık aşamasından itibaren pek çok metot denenmiştir. Bulgular kısmında tercih edilen ve edilmeyen metotlar gerekçeleriyle incelenmiştir. Çalışma süresince kullanılan metotlar aşağıdaki gibidir.

3.5.1 Örnek Veri Platformunun Hazırlanması

Stardog grafiksel veri deposu ve anlamsal ağ platformu: İşletim sistemi Linux, veritabanı sunucusu Apache Tomcat, veri deposu Stardog.

Apache Jena platformu: İşletim sistemi Linux, veritabanı sunucusu MySQL, görselleştirme ve kullanıcı arayüzü için Apache HTTP sunucusu, veri deposu olarak MySQL üzerinde yapılandırılmış Apache Jena.

Eclipse RDF4J platformu: İşletim sistemi Linux, veritabanı sunucusu Tomcat, kullanıcı arayüzü için Apache HTTP sunucusu, veri deposu olarak Tomcat üzerinde RDF4J veri deposu. Geliştirme aracı olarak Eclipse.

Protege Platformu: İşletim sistemi Linux, veritabanı sunucusu Protege Java DB, Görselleştirme için OntoGraph eklentisi, Ontoloji editörü, SPARQL sorgulayıcı olarak Snap SPARQL.



4. BULGULAR

Bu araştırmada amaçlanan, izlenebilirliğin anlamsal ağ yaklaşımının avantajlarını kullanarak sağlanmasıdır. Çalışma girdi-işlem-çıktı proses modelini kullanarak her prosese girenlerin sisteme tanımlanması ve kaydedilmesini böylece izlenebilirliğin sağlanmasını öngörmektedir. TraceEU projesi 9 yıl sürmüş, onlarca makale, 1 kitap yayınlanmış 20 milyon avro harcanmış, onlarca makale, bir kitap yayınlanmış ve sonuçta pratikte sadece “bal” izlenebilirliğini sağlanabilmiştir.

Hedeflenen, en temel ham maddelerden başlayarak mümkün olan her girdinin izlenebilirliğini sağlayan ontolojiyi oluşturmaaktır.

Avrupa Birliği’nin yaptırdığı çalışmada düştüğü “her şeyi standartlaştırmak ve denetlemeye çalışmak” hatasına düşmeden basit, girdi, işlem ve ıktıları izleyen uygulanabilir bir model oluşturmaaktır.

4.1 Yazılım

4.1.1 Ontoloji editörü

Ontoloji Editörü olarak Stanford Üniversitesi’nin ücretsiz yazılımı Protégé seçilmiştir. Ontolojinin yazılımı sırasında individual denilen test girdilerini oluşturabilmesi (bir çeşit sanal triplestore), çıkarımsama araçlarını içinde barındırması, SPARQL sorgu desteği ve görselleştirme araçları güçlü yanlarıdır. Geliştirme aşamasında tümleşik sistemle kurmaya gerek kalmamıştır.

4.2 Destek Ontolojiler

Schema.org: Pek çok alanda uyumlu ontolojiler üreten bir topluluk çalışmasıdır. Hareketin başını Google çekmektedir.

GoodRelations: Martin Hepp tarafından tasarlanıp sonradan schema.org’a eklenen çok

detaylı bir iş alanı ontolojisidir. İş hayatının neredeyse tüm alanlarını kapsar.

dbpedia: Wikipedia verileri için ontoloji üreten bir LOD'dur. Wikipedia'da makalesi bulunan herşey, dbpedia'da anlamsal olarak tanımlıdır.

Ayrıca FAO AIMS ve USDA ARS incelenmiş, ontolojinin baştan yazılmasına karar verilmiştir.

4.3 Otomasyon ve grafik arayüz

Kullanılması planlanan programlama ve betik dilleri belirlenmiş, Java, Python, Javascript gibi betik dillerinin kullanımı planlanmış, incelenmiş, Protege'nin yeterliliği nedeniyle özel betiklere çalışma sürecinde ihtiyaç duyulmamıştır.

4.4 İleri ve Geri İzlenebilirliğin Sağlanması

Transitive (geçişlilik) özelliği ile son üründen tüm girdilere ulaşım hedeflenmiştir. Yazılan ontolojide bu OWL özneliği kullanılmıştır. Böylece ilk girdiden üretilmiş olan tüm son ürünlere kadar ulaşılabilmiştir.

Son ürünlerden yapılan geriye doğru izlenebilirlik testleri de başarıyla sonuçlanmış, Nihai bir ürünün tüm prosesleri sırasındaki girdileri, bunun ötesinde, girdi olarak kullanılan ürünlerin üretiminde kullanılan tüm girdiler listelenebilmiştir.

Tüm üretim aşamalarında zaman, yer, sorumlu (işletme ve/veya kişi) bilgisini tutabilmek, problemleri ürünlerin sorumlularını belirlemek ve gelecekte yasal yükümlülükleri doğrultusunda işlem yapabilmek amacıyla ontolojiye eklenmiştir.

4.5 Üretim Sırasında İzlenebilirliğin Sağlanması

Proseslerin çıktıları olan işlenmiş ürünlerin izlenebilmesi için girdilerin işleme sokuldukları sırada grafiksel veri deposuna işlenmeleri gerekmektedir. Böylece ilk

işlenen girdilerden başlayarak ileri, son çıktılardan başlayarak geriye doğru izlenebilirlik sağlanabilir. Bu nedenle üretim sırasındaki eksiksiz ve doğru veri girişi, tasarlanan izlenebilirlik sisteminde kilit rol oynamaktadır. Üretim sırasındaki eksiksiz ve doğru bilgi girişini sağlamak için tasarlanan sistemin aşağıdaki minimum özelliklere sahip olması gerektiği tespit edilmiştir:

- Üretim sırasında tüm girdilerin sisteme kolayca işlenebilmesini sağlamak.
- Birden çok girdi ile birden çok ürün üreten sistemlerde izlenebilirliği sağlamak.
- Üretim sonucundaki kayıplara göre düzenlemenin yapılabilmesini sağlamak.
- Üretim sırasındaki düzenlemelere (yeni girdi ekleme) izin vermek.

4.6 Piyasaya Sürüm Sonrası İzlenebilirlik

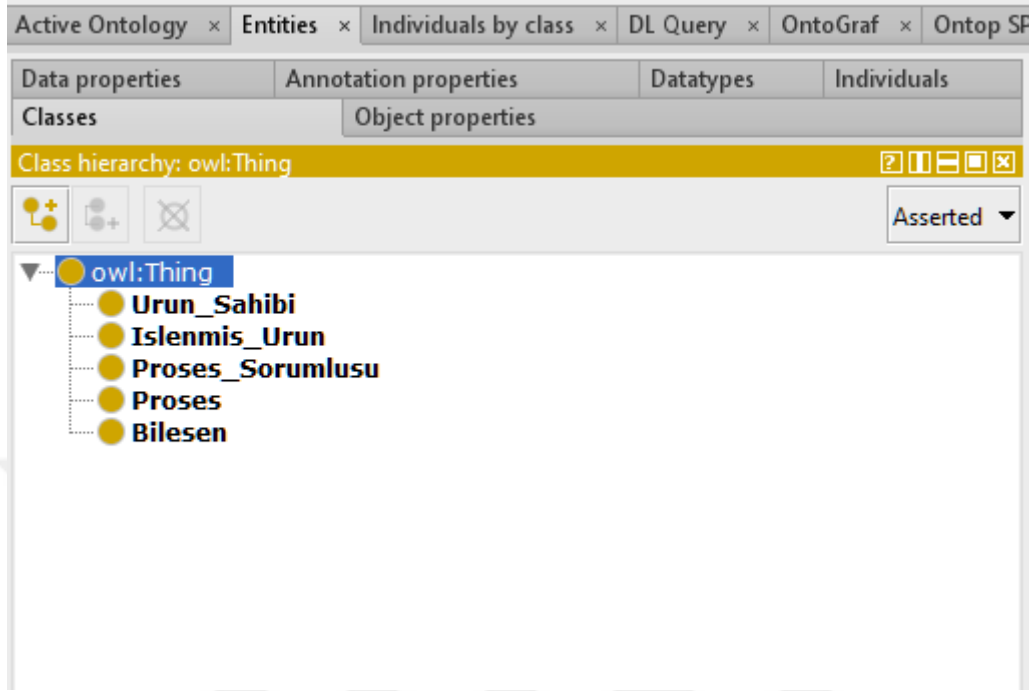
Çalışmada tasarlanan ontolojinin sektörde kullanımının farklı birimlerce olabileceği düşünülerek gelecekte bir ürüne dönüşeceği öngörülmüş ve bu olası ürünün minimum özellikleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- İşletme bazlı izlenebilirliğin tüketiciye sağlanması
- Tek merkezli (enstitü, hizmet sağlayıcı işletme) birden çok işletmenin tüketiciye veya işletmelere izlenebilirliği sağlanması
- Gıda alanında ulusal (devlet eliyle) izlenebilirliğin sağlanması
- Açık kaynak olarak tüm dünyanın kullanımına sunulması halinde, küresel olarak asgari uygunlukların sağlanması

4.7 Tasarlanan Gıda İzlenebilirliği Ontolojisinin Temel Yapısı

Bu çalışmada tasarlanan ontoloji Protege ontoloji editörü aracılığıyla OWL dilinde yazılmıştır. Sadece gereksinim duyulan sınıflar tanımlanmış, bu sınıfların detaylarına girilmemiştir. Örneğin “Proses_Sorumlusu” sınıfı, aslında “İnsan” sınıfının bir alt sınıfıdır. Tasarlanan ontolojiye bir insan sınıfı eklenmemiştir çünkü “İnsan” sınıfı pek çok ontolojide (FOAF, Schema.org, dbpedia, wikidata) zaten tanımlı olduğundan dışarıdan URI kaynak kullanımı yoluyla veya bu ontolojilerin içeri aktarılması yoluyla kullanılabilir.

4.7.1 Sınıflar ve Özellikleri

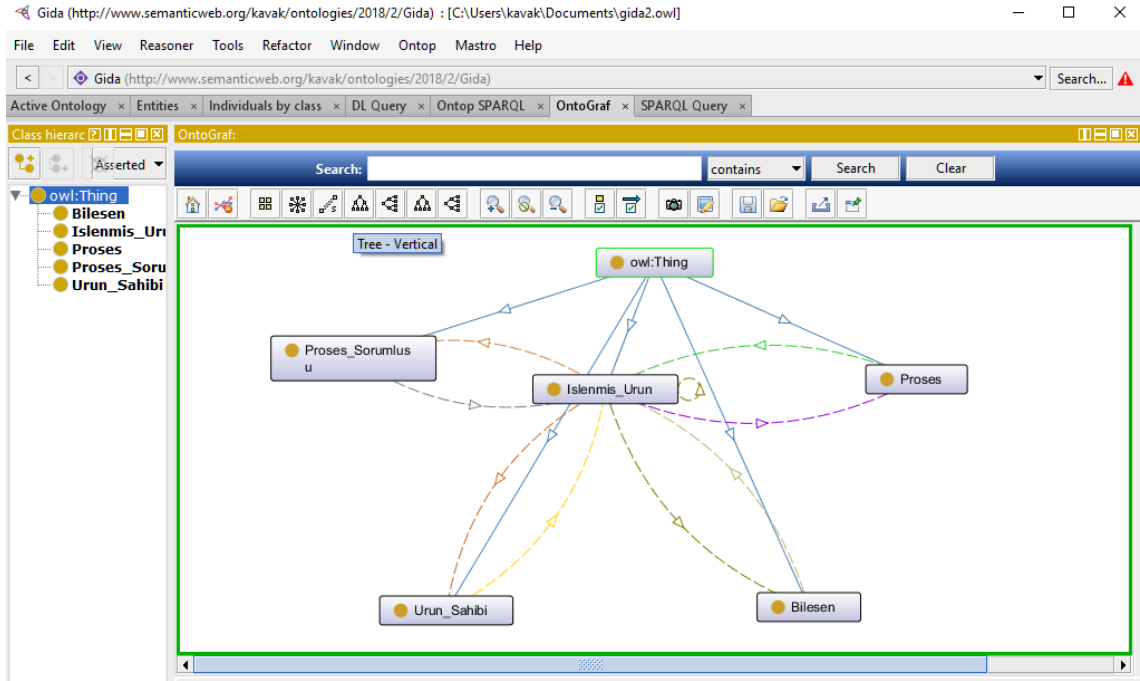


Şekil 4.1 Sınıflar.

Yukarıdaki Şekil 4.1’de temel sınıflar görülmektedir.

4.7.1.1 Temel Nesne “Thing”

Tüm sınıflar için temel üst sınıf “Thing”, ana sınıf olarak tasarlanmıştır. Temel nesne sınıfı Protege’de gelen ön tanımlı üst sınıftır. Şekil 4.2’de de görüleceği gibi her sınıf, “Thing” sınıfının alt sınıfıdır.



Şekil 4.2 Sınıfların grafiksel gösterimi.

4.7.1.2 Bileşen

Herhangi bir gıda prosesine girdi olarak katılan maddeleri temsil eder. Ham, yarı mamul ve nihai ürün olabilir. Girdi kendi başına yenilebilir olmasa bile, örneğin ambalaj gibi mevzuat kapsamında ise ve temas nedeniyle gıda güvenliği konusunda önem taşıyorsa, izlenebilirlik açısından önemli olabilir. Bu nedenle gıda ambalaj malzemeleri de bileşen olarak kabul edilir.

Bir bileşenin geçmişe doğru izlenebilir olması tercih edilmekle birlikte, izlenebilirliği olmayan ve prosese katılan tüm içerikleri kapsar.

Örneğin çiğ badem, tuz eklenerek kavurma işleminin hemen sonrasında aynı üretim bandından paketlenerek “Öztürk gıda 500g kavurulmuş tuzlu badem” adlı bir işlenmiş, izlenebilir nihai ürüne dönüşmektedir. Bu nihai ürünün, gıda bileşenlerinden biri tuz, diğeri ise çiğ badem olurken, ambalaj da nihai ürünün üçüncü bileşeni olarak yer almaktadır.

Bileşen sınıfının temel özelliği “Bileşenidir” adlı özelliktir. Sınıfın atandığı nesneler, işlenmiş ürünlerin bileşeni olabilirler. Bir başka deyişle bileşeni, işlenmiş ürüne bağlamak için kullanılır. Örnekle anlatmak gerekirse, tuz, bir bileşendir. “Tuz” bileşen nesnesi, bir işlem görmüş ürün olan “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş gıda nesnesinin bir bileşenidir. Daha açık ifadeyle

<Tuz> <Bileşenidir> <Kavrulmuş Tuzlu Badem>

şeklinde bir üçlü ile bileşeni, işlenmiş ürüne bağlamakta kullanılır. “Bileşenidir” özelliği geçişli (transitive) niteliktedir. Yani, “Tuz”, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” nesnesinin bir bileşeni ise, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” nesnesinin bileşen olduğu tüm işlenmiş ürünlerin de (örneğin Ahmet Öztürk 500g Kavrulmuş Tuzlu Badem PartiNo:00001) bileşenidir.

“Bileşen” sınıfının “Bileşenidir” özelliği, İşlenmiş Ürün sınıfının “Bileşenlerden Oluşur” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Tuz” bileşeni, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş ürününün bileşeniyse, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: ”Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş ürününün bileşenlerinden biri “Tuz” nesnesidir.

4.7.1.3 İşlenmiş Ürün

Herhangi bir prosesinin çıktısıdır. Yarı mamul veya nihai ürün şeklinde olabilir. Bir veya birden fazla girdisi (tuz, çiğ badem, ambalaj kağıdı), bir veya birden fazla prosesi (kavurma, paketleme), bir veya birden fazla proses sorumlusu (vardiya mühendisi Ahmet Bey ve Ayşe Hanım) ve yasal sorumlulukları üstlenen en az bir üretici işletmesi olmak zorundadır.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden ilki “Bileşenlerden Oluşur” adlı özelliktir. İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, bazı bileşenlerin işlenmesiyle oluşurlar. Bu özellik, işlenmiş ürünü, işlem sırasında kullanılan bileşene bağlamak için kullanılır. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş bir üründür ve üretiminde “Tuz” ve “Çiğ badem” kullanılmıştır. Daha açık ifadeyle

<Kavrulmuş Tuzlu Badem> <Bileşenlerden Oluşur> <Tuz>

<Kavrulmuş Tuzlu Badem> <Bileşenlerden Oluşur> <Çiğ Badem>

şeklinde iki üçlü ile işlenmiş ürüne iki bileşeni bağlamakta kullanılır. “Bileşenden Oluşur” özelliği geçişli niteliktedir. Yani, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” nesnesinin bir bileşeni “Tuz” ise, girdi olarak kullanılan “Tuz” bileşen nesnesinin bileşenlerinin tümü işlenmiş ürün “Kavrulmuş Tuzlu Badem” nesnesinin de bileşenlerinden biridir.

“İşlenmiş Ürün” sınıfının “Bileşenlerden Oluşur” özelliği, “Bileşen” sınıfının “Bileşenidir” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Bileşenlerden oluşur” “Tuz” şeklinde tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: “Tuz” “Bileşenidir” ”Kavrulmuş Tuzlu Badem”.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden ikincisi “Sorumlu Kişi” adlı özelliktir. İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, sorumlu kişilerin kontrolünde işlenmesiyle oluşurlar. Bu özellik, işlenmiş ürünü, işlemde sorumlu kişi veya kişilere bağlar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş bir üründür ve kavurma prosesinden “Ahmet Bey” sorumludur. Daha açık ifadeyle

<Kavrulmuş Tuzlu Badem> <SorumluKişi> <Ahmet Bey>

“İşlenmiş Ürün” sınıfının “Sorumlu Kişi” özelliği, “Proses Sorumlusu” sınıfının “Prosesinden Sorumludur” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Sorumlu Kişi” “Ahmet Bey” şeklinde tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: “Ahmet Bey” “Prosesinden Sorumludur” ”Kavrulmuş Tuzlu Badem”.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden üçüncüsü “Sorumlu Kurum” adlı özelliktir. İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, sorumlu gıda üretici kurumların sahipliğindedir. Diğer bir deyişle, gıda güvenliği açısından bu gerçek kişi veya kurumlar, yasal sorumluluk sahibidirler. Gıdayı işleyen tek kişilik bir işletme de dev bir fabrika da olsa, tüm dünyada yasalar sorumlu bir muhatap ararlar. Bu özellik, işlenmiş ürünü, çıktı üründen sorumlu gerçek veya tüzel kişilere (kurum) bağlar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş bir üründür ve kavurma prosesinin sahibi “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi” sorumludur. Daha açık ifadeyle

<Kavrulmuş Tuzlu Badem> <SorumluKurum> <Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi>

“İşlenmiş Ürün” sınıfının “Sorumlu Kurum” özelliği, “Ürün Sahibi” sınıfının “Sahibi Olduğu Ürün” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Sorumlu Kurum” “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi” şeklinde tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi” “Sahibi Olduğu Ürün” ”Kavrulmuş Tuzlu Badem”.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden dördüncüsü “Prosesinden Geçmiştir” adlı özelliktir. İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, bileşenlerin bir veya birkaç prosten geçmeleri sonucunda üretilirler. Diğer bir deyişle, ne tür işlemlerden geçtiğinin kayıt altına alınması önemlidir. Bu özellik, işlenmiş ürünü, geçtiği işlemlere bağlar. Diğer bir deyişle işlenmiş ürünü proseslere bağlar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş bir üründür ve “Kavurma” prosesinden geçmiştir. Daha açık ifadeyle:

<Kavrulmuş Tuzlu Badem> <Prosesinden Geçmiştir> <Kavurma>

İşlenmiş bir gıda, bir seferde birden fazla prosese tabi tutulabilir. Karmaşık olmayan üretimlerde kavurma ve paketlenme ardı ardına yapılabilir ve “Prosesinden geçmiştir” özelliği birden fazla değer alabilir. Ancak, yarı mamul formundaki ürünler, örneğin üretilen 1 tonluk lokum hamuru, ceviz fındık gibi farklı bileşenlerle işleme tabi tutulup farklı ürünler elde edilecekse lokum hamuru ayrı bir işlenmiş ürün, bu lokum hamurundan üretilen cevizli lokum ve fındıklı lokum, ayrı birer işlenmiş ürün olmalıdır. Benzer şekilde farklı parti numarası taşıyacak 500g, 1kg gibi paketlenen fındıklı lokumlar, ayrı işlenmiş ürünler olarak tanımlanmalı ve girdi olarak fındık + lokum hamuru + ambalaj kullanılmalıdır.

“İşlenmiş Ürün” sınıfının “Prosesinden Geçmiştir” özelliği, “Proses” sınıfının “Üretmekte Kullanılır” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Prosesinden Geçmiştir” “Kavurma” şeklinde tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: “Kavurma” “Üretmekte Kullanılır” ”Kavrulmuş Tuzlu Badem”.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden beşincisi “Parti No” adlı özelliktir.

İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, bir parti numarasına sahip olmalıdır. Bu numara sistem tarafından atanmalı ve benzersiz olmalıdır. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” 2018-01-01 tarihinde Ahmet Öztürk Gıda işletmesi tarafından işlenmiş ilk üründür. Bu durumda sistem “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi, 2018-01-01, Kavrulmuş Tuzlu Badem, 0001” gibi açık veya “000001_2018-01-01_000000001_0001” gibi kodlanmış bir değer atar. Daha açık ifadeyle:

<Kavrulmuş Tuzlu Badem> <PartiNo> <000001_2018-01-01_000000001_0001> Bu değerleri proses bitiş tarihi, ürün sahibi gibi değerlerden otomatik ve benzersiz olarak oluşturur.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden altıncısı “Proses Başlangıç Tarihi” adlı özelliktir. İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, proses başlangıç tarihine sahip olmalıdır. Bu tarih bilgisi Yıl, Gün, Ay, saat, dakika ve saniye içerir. Sistem, kayıt sırasında bunu otomatik olarak belirleyebilir ve giriş yapana değiştirme olanağı sunar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” kaydı oluşturulmaya 2018-01-01T01:01:01 tarihinde başlandıysa, bu tarih birimi prosesin başladığı tarih olarak önerilir. Giriş yapan tarafından değiştirilmediği sürece yazılımı <Kavrulmuş Tuzlu Badem> <ProsesBaslangicTarihi> <2018-01-01T01:01:01> şeklinde olacaktır.

İşlenmiş ürün sınıfının temel özelliklerinden yedincisi “Proses Bitiş Tarihi” adlı özelliktir. İşlenmiş ürün sınıfının atandığı nesneler, proses bitiş tarihine sahip olmalıdır ancak bu uzun süreli proseslerde, örneğin aylar sürebilen olgunlaşma süresi gibi durumlarda proses sonuçlanıncaya kadar boş bırakılabilir. Ancak Proses bitiş tarihi olmayan işlenmiş ürünler, başka işlenmiş ürünlerde girdi olarak kullanılamaz veya satışa sunulamaz. Bu tarih bilgisi Yıl, Gün, Ay, saat, dakika ve saniye içerir. Sistem, kayıt sırasında bunu otomatik olarak belirleyebilir ve giriş yapana değiştirme olanağı sunar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavrulmuş Tuzlu Badem” kaydı tamamlanmak için 2018-01-01T23:59:59 tarihinde başlandıysa, bu tarih birimi prosesin bittiği tarih olarak önerilir ve gelecek tarih girişine izin verilmez. Giriş yapan tarafından değiştirilmediği sürece yazılımı <Kavrulmuş Tuzlu Badem> <ProsesBitisTarihi> <2018-01-01T23:59:59> şeklinde olacaktır.

4.7.1.4 Proses

Proses, işlenmiş bir ürün üretmek için gereken süreçlerin ortak adıdır. Her bir proses alt prosesler içerebilir. Bir veya birden fazla gıda prosesi, işlenmiş ürünü tamamlamak için kullanılabilir. Her bir işlenmiş ürün, en az bir proses girdisine ihtiyaç duyar. Proseslere örnekler Paketleme, Kavurma, Paktörizasyon, Paçal verilebilir. Proses sınıfı taşıyan nesneler ön tanımlı olarak oluşturulur ancak gıda işletmelerine özel prosesler tanımlama özgürlüğü verilir.

Proses sınıfının temel özelliği “Üretmekte Kullanılır” adlı özelliktir. Proses sınıfının atandığı nesneler, üretiminde kullanıldıkları işlenmiş ürünlere bağlanırlar. Diğer bir deyişle, bir prosesin hangi işlenmiş ürünlerde kullanıldıklarının kayıt altına alırlar. Bu özellik, bir prosesi, işlenmiş ürüne bağlar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Kavurma” prosesi, üretimi sırasında “Kavrulmuş Tuzlu Badem” için kullanılmıştır. Daha açık ifadeyle

<Kavurma> <Üretmekte Kullanılmıştır> <Kavrulmuş Tuzlu Badem>

“Proses” sınıfının “Üretmekte Kullanılır” özelliği, “İşlenmiş Ürün” sınıfının “Prosesinden Geçmiştir” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Kavurma” “Üretmekte Kullanılır” “Kavrulmuş Tuzlu Badem” şeklinde bir üçlü tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: “Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Prosesinden Geçmiştir” “Kavurma”.

4.7.1.5 Proses Sorumlusu

Proses sorumlusu işlenmiş ürünün üretiminden sorumlu olan kişi veya kişilerdir. Bu kişilerin her biri, bir veya birden fazla prostesten sorumlu olabilirken işlenmiş ürünün her bir prosesi bir veya birkaç kişinin sorumluluğunda olabilir. İşlenmiş üründe kullanılan tüm proseslerin en üst sorumlularının tümü kayıt altına alınması işletmeler için önem taşımaktadır. Örneğin şeker nişasta ve su girdileri işlenmiş ürün olan lokum hamurunun üretimi için karıştırma, pişirme ve soğutma proseslerine tabi tutuluyorsa bu sürecin en üst düzey sorumlusu (gıda/ziraat mühendisi) veya her bir prosesin en üst düzey sorumluları olan kişiler (vardiya mühendisi vb.) proses sorumlusu kabul edilirler.

Pratikte, sisteme işlenmiş ürün üretimi için veri girişini yapan sorumlu kişi veya kişiler, proses sorumlusu olarak kabul edilir.

Proses sorumlusu sınıfının temel özelliği “Prosesinden Sorumludur” adlı özelliktir. Proses sorumlusu sınıfının atandığı nesneler yani kişiler, işlenmiş gıdaların prosesinden sorumludurlar. Bu özellik, sorumlu kişileri ürettiği ürünlere bağlar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Ahmet bey”, 2018-01-01 tarihinde “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş ürününün kavrulmasından sorumludur. Daha açık ifadeyle:

<Ahmet Bey> <Prosesinden Sorumludur> <Kavrulmuş Tuzlu Badem>

“Proses Sorumlusu” sınıfının “Prosesinden Sorumludur” özelliği, “İşlenmiş Ürün” sınıfının “Sorumlu Kişi” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Ahmet Bey” “Prosesinden Sorumludur” ”Kavrulmuş Tuzlu Badem” şeklinde tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır: “Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Sorumlu Kişi” “Ahmet Bey”.

4.7.1.6 Ürün Sahibi

Proses sonucunda üretilmiş olan işlenmiş nihai veya yarı mamullerin sahibi, yasal sorumlusu olan gerçek veya tüzel kişilerdir. İşlenmiş ürünlerin yasal sorumlularıdır.

Ürün Sahibi sınıfının temel özelliği “Sahibi Olduğu Ürün” adlı özelliktir. Ürün sahibi sınıfının atandığı nesneler yani gerçek veya tüzel kişiler, işlenmiş gıdaların yasal sorumlularıdır. Bu özellik, işlenmiş gıdanın sahibi olan yasal sorumluları ürettiği ürünlere bağlar. Örnekle anlatmak gerekirse, “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi”, 2018-01-01 tarihinde “Kavrulmuş Tuzlu Badem” işlenmiş ürününün yasal sahibidir. Daha açık ifadeyle

< Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi > <Sahibi Olduğu Ürün> <Kavrulmuş Tuzlu Badem>

“Ürün Sahibi” sınıfının “Sahibi Olduğu Ürün” özelliği, “İşlenmiş Ürün” sınıfının “Sorumlu Kurum” özelliğinin tersidir. Bir diğer tabirle, eğer “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi” “Sahibi Olduğu Ürün” ”Kavrulmuş Tuzlu Badem” şeklinde tanımlanmışsa, bu durumda çıkarımsama aracı doğrudan aşağıdaki üçlemeyi oluşturacaktır:

“Kavrulmuş Tuzlu Badem” “Sorumlu Kurum” “Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi”.

4.8 Grafik Arayüzden İzlenebilirlik

Olası kullanım amaçlarını karşılayabilmek için kullanıcı bazlı yazılımlar geliştirmek yerine web tabanlı, yazılım olarak, IOS ve Android uyumlu SPARQL nesne sorgulamaları kullanan ve 2-3 boyutlu uzayda nesneleri ve bağlarını gösteren, dolayısıyla el yordamıyla bile izlenebilirliği sağlayan grafik ara yüzünün geliştirilmesi gerekmektedir. Çalışmamız sırasında Protege, test verilerini görsel olarak sunabildiğinden, harici bir grafik ara yüzüne gerek duyulmamıştır.

4.9 Örnek Çalışma 1

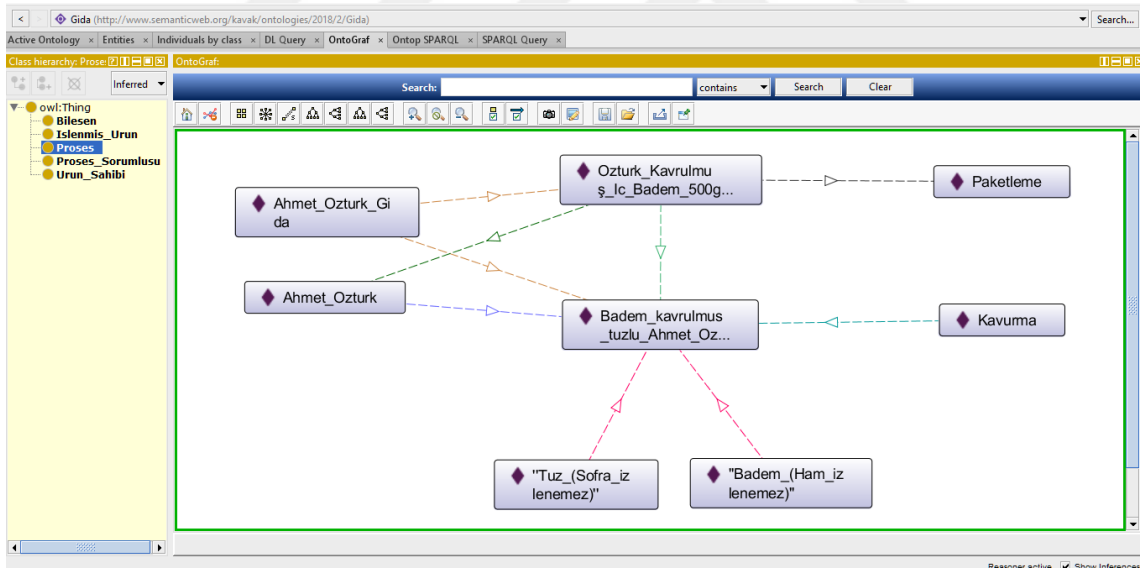
İlk örnek çalışmada Ahmet Öztürk Gıda İşletmesinde, Ahmet Öztürk adlı kişi, stoklarında bulunan çiğ bademi tuz ile kavurmuş ve kavrulmuş tuzlu badem elde ettiği öngörülmüştür. Ertesi gün ise kavrulmuş tuzlu bademi 500 gramlık ambalajlar halinde paketleyip nihai ürünü elde etmiştir. Gerçek dünyada sıklıkla karşılaşılan bu basit örnek, tasarlanan ontolojiye uygulandığında aşağıdaki üçlemelere gereksinim duyulmuştur:

- Badem, Kavrulmuş, Tuzlu, Ahmet Öztürk Gıda 2018-01-01 partiNo 001 nesnesinin bileşenleri “Tuz” ve “Çiğ Badem” nesneleridir.
- Badem, Kavrulmuş, Tuzlu, Ahmet Öztürk Gıda 2018-01-01 partiNo 001 nesnesinin üretim prosesi “Kavurma”dır.
- Badem, Kavrulmuş, Tuzlu, Ahmet Öztürk Gıda 2018-01-01 partiNo 001 nesnesinin proses sorumlusu Ahmet Öztürk’tür.
- Badem, Kavrulmuş, Tuzlu, Ahmet Öztürk Gıda 2018-01-01 partiNo 001 nesnesinin yasal sorumlusu Ahmet Öztürk Gıda işletmesidir.
- Öztürk Kavrulmuş İç Badem 500g partiNo 000001 nesnesinin bileşeni Badem, Kavrulmuş, Tuzlu, Ahmet Öztürk Gıda 2018-01-01 partiNo 001 nesnesidir.
- Öztürk Kavrulmuş İç Badem 500g partiNo 000001 nesnesinin proses sorumlusu Ahmet Öztürk nesnesidir.
- Öztürk Kavrulmuş İç Badem 500g partiNo 000001 nesnesinin yasal sorumlusu Ahmet Öztürk Gıda İşletmesidir.

- Öztürk Kavrulmuş İç Badem 500g partiNo 000001 nesnesinin prosesi paketlenme nesnesidir.

Tüm bu tanımlamalar yapıldığında aşağıdaki sınıflandırma işlemleri otomatik olarak üretilmektedir:

- Ahmet Öztürk Gıda İşletmesi nesnesi, “Ürün Sahibi” sınıfındadır.
- Ahmet Öztürk nesnesi “Proses sorumlusu” sınıfındadır.
- Tuz nesnesi “Bileşen” sınıfına aittir.
- Çiğ Badem nesnesi “Bileşen” sınıfındadır.
- Kavrurma nesnesi “Proses” sınıfına aittir.
- Paketleme nesnesi “Proses” sınıfına aittir.
- Badem, Kavrulmuş, Tuzlu, Ahmet Öztürk Gıda 2018-01-01 partiNo 001 nesnesi “İşlenmiş Ürün” ve “Bileşen” sınıfına aittir.
- Öztürk Kavrulmuş İç Badem 500g partiNo 000001 nesnesi “İşlenmiş Ürün” sınıfına aittir.



Şekil 4.3 Tanımlanan nesnelerin ilişkileri.

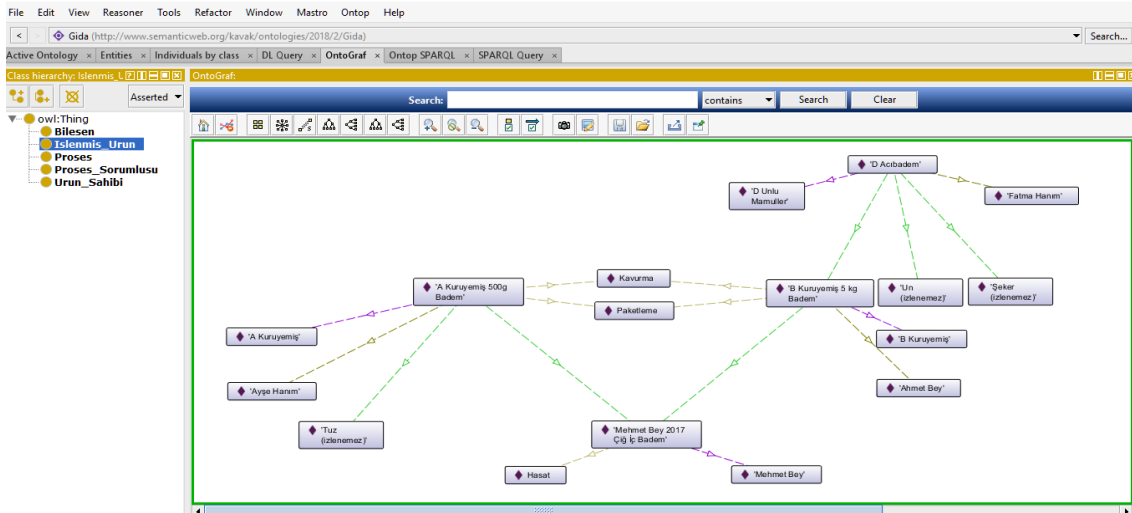
Sonuçta ortaya çıkan Şekil 4.3’te görülen ağ yapısı, nihai üründen tüm bileşenlere kadar izlenebilirliği sağlamaktadır.

Yapılan SPARQL sorgulamasında nihai ürünün bileşenleri sorgulanmış,

4.10 Örnek Çalışma 2

Bu örnek çalışma ileri ve geri izlenebilirliği sınamak için geliştirilmiştir. Örnek olayda Mehmet Bey, ticari badem bahçesinin sahibidir. 2017 Eylül’ünde bir ton iç badem hasat etmiş ve “Mehmet Bey 2017 Çiğ İç Badem” adıyla sisteme eklemiştir. Sistem ürüne “m2017b” özgün kodu atamıştır. Mehmet Bey çuvalların üzerine “m2017b” kodunu yazmış, Ekim 2017’de ürününün bir kısmını A Kuruyemiş işletmesine, kalanı ise Kasım 2017’de B Kuruyemiş işletmesine satmıştır.

A Kuruyemiş, girdi olarak kaydı olmayan Tuz (izlenemez) ve “m2017b” kodlu Mehmet Bey’den aldığı bademi 20 Ekim 2017’de kavurup 500 gram olarak paketlemiş, sisteme bu prosesi işlemiş, girdi olarak badem çuvallarındaki kodu kullanmıştır. Sistem işlenmiş ürün için “a17p01” özgün kodunu üretmiştir. A Kuruyemiş, paketlerin üzerine sistemin ürettiği kodu basarak kavrulmuş tuzlu bademi C Market Zinciri’ne satmıştır. B Kuruyemiş ise girdi olarak “m2017b” kodlu Mehmet Bey’den aldığı bademi 20 Kasım 2017’de kavurup, 5 kilogramlık paketlere sistemin ürettiği “b17p01” kodu ekleyerek toptan satışa sunmuştur. D Unlu Mamuller, B Kuruyemiş’ten aldığı “b17p01” kodlu 5 kilogramlık bademi alarak 1 Ocak 2018’de izlenemez Şeker ve Un kullanarak acıbadem tatlısı üretip paketine sistemin ürettiği “d18p10” kodu işleyerek son tüketiciye satmıştır.



Şekil 4.5 Örnek çalışma 2 ağ yapısı.

Tüketici Mustafa Bey, satın aldığı D Acıbadem paketinin üzerindeki kodu (d18p10) çevrimiçi sisteme girerek Şekil 4.5’te görülen, yediği ürünün tüm bileşenlerine ulaşabilir. Çevrimiçi basit bir sorgulama sayfası, bu hizmeti kolaylıkla verebilir. Bunun için gereken SPARQL sorgusu:

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

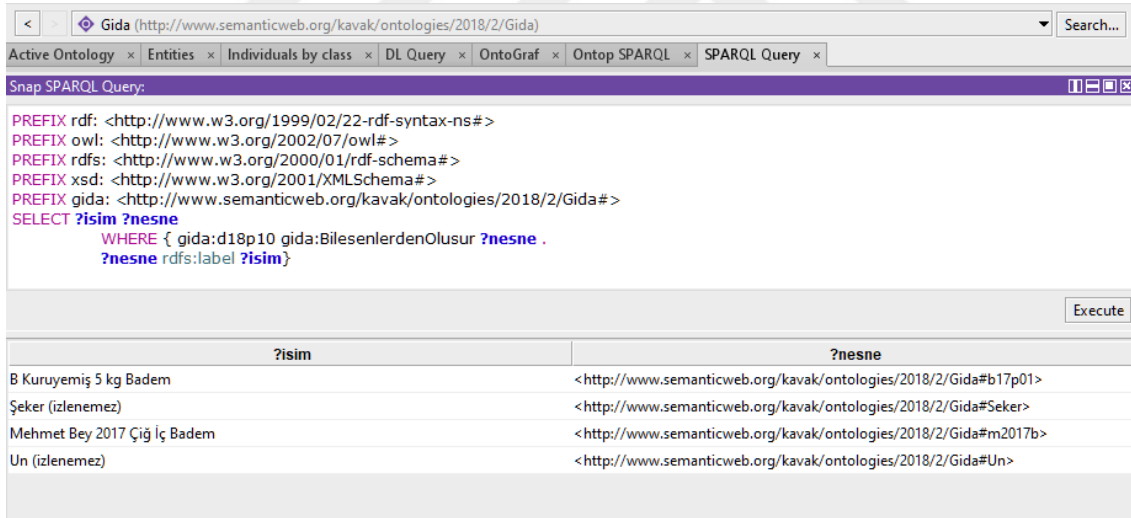
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

PREFIX gida: <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#>

SELECT ?isim ?nesne

WHERE { gida:d18p01 gida:BilesenlerdenOlusur ?nesne.
?nesne rdfs:label ?isim }

Tüm bileşenlere ve bileşenlerin bileşenlerine, Şekil 4.6’da olduğu gibi erişilebilir.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida>. The browser has several tabs: 'Active Ontology', 'Entities', 'Individuals by class', 'DL Query', 'OntoGraf', 'Ontop SPARQL', and 'SPARQL Query'. The 'SPARQL Query' tab is active, showing a 'Snap SPARQL Query' editor. The query is as follows:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX gida: <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#>
SELECT ?isim ?nesne
WHERE { gida:d18p10 gida:BilesenlerdenOlusur ?nesne .
?nesne rdfs:label ?isim }
```

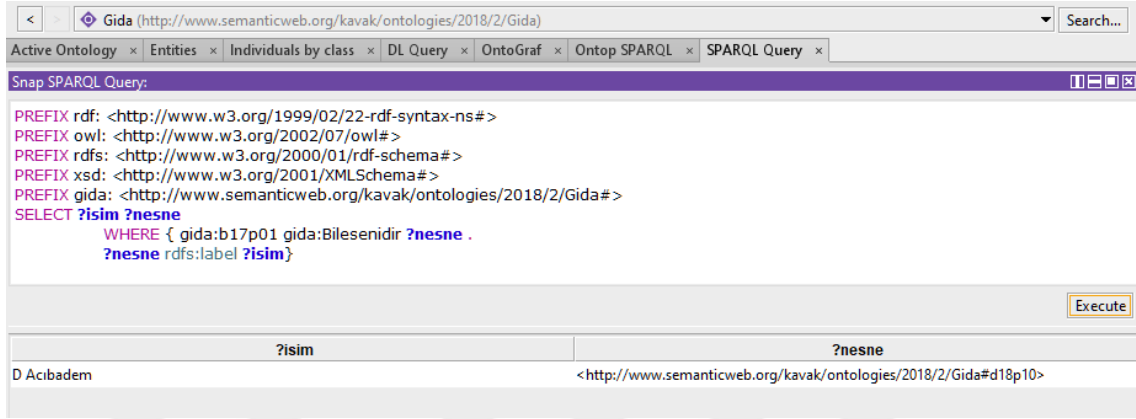
Below the query editor is an 'Execute' button. The results are displayed in a table with two columns: '?isim' and '?nesne'.

?isim	?nesne
B Kuruyemiş 5 kg Badem	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#b17p01>
Şeker (izlenemez)	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#Seker>
Mehmet Bey 2017 Çiğ İç Badem	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#m2017b>
Un (izlenemez)	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#Un>

Şekil 4.6 Örnek çalışma 2 bileşen sorgulama.

Farklı bir senaryoda, tüketici Mustafa Bey, zehirlenme belirtileri nedeniyle “D Acıbadem” ürününün paketi ile acil servise başvurur. Aflatoksin zehirlenmesi teşhisi koyan Doktor Müjdat Bey, durumu Tarım il müdürlüğüne bildirir ve yetkililer sorunlu gıdanın tüm bileşenlerine yukarıda konusu geçen sorgu ile kolaylıkla ulaşabilir. Bu noktadan itibaren şüpheli iki izlenebilir bileşen “B Kuruyemiş 5kg Badem” ve “Mehmet

Bey 2017 Çiğ Badem” için ileri izleme yapılabilir ve bu bileşenlerle üretilmiş tüm ürünlere ulaşılabilir. Bu senaryoda “B Kuruyemiş 5kg Badem” ile üretilmiş tek ürün “D Acıbadem” Şekil 4.7’de gösterildiği gibi bulunabilir.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida>. The interface includes tabs for 'Active Ontology', 'Entities', 'Individuals by class', 'DL Query', 'OntoGraf', 'Ontop SPARQL', and 'SPARQL Query'. The 'SPARQL Query' tab is active, displaying a query:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX gida: <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#>
SELECT ?isim ?nesne
WHERE {
  gida:b17p01 gida:Bilesenidir ?nesne .
  ?nesne rdfs:label ?isim
}

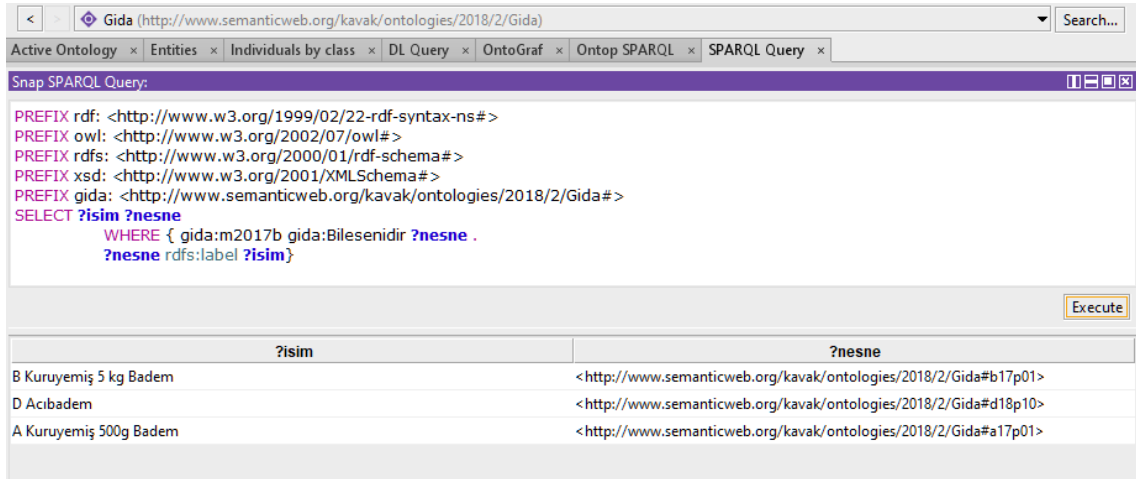
```

The 'Execute' button is visible. Below the query, the results are displayed in a table:

?isim	?nesne
D Acıbadem	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#d18p10>

Şekil 4.7 Örnek çalışma 2 ileri izlenebilirlik sorgulama.

“Mehmet Bey 2017 Çiğ Badem” ürününden ise üretilmiş izlenebilir üç ürün bulunabilir. Sorgu ve sonuçları, Şekil 4.8’de görülebilir.



The screenshot shows the same SPARQL query interface as Şekil 4.7, but with a different query:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX gida: <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#>
SELECT ?isim ?nesne
WHERE {
  gida:m2017b gida:Bilesenidir ?nesne .
  ?nesne rdfs:label ?isim
}

```

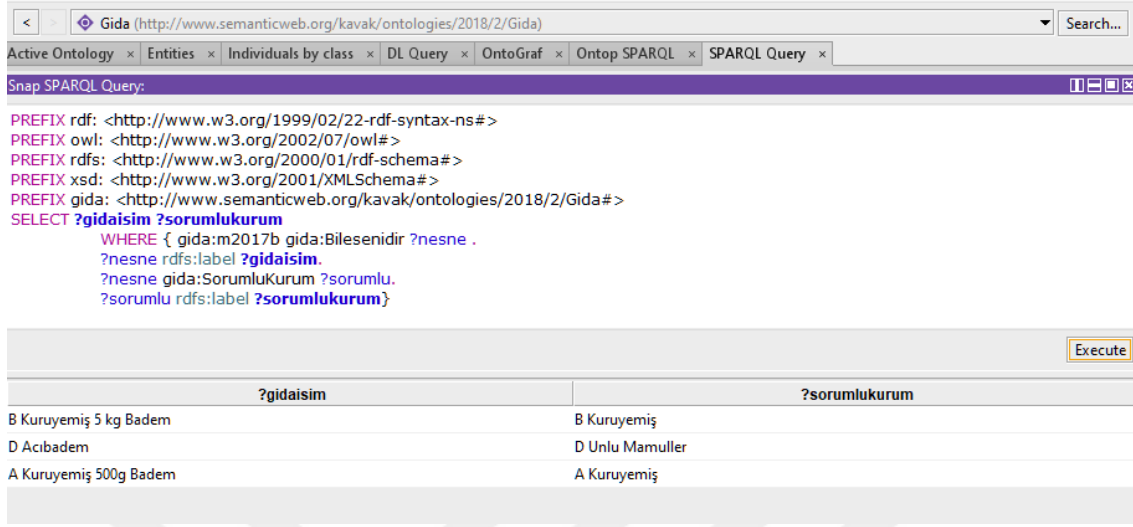
The 'Execute' button is visible. Below the query, the results are displayed in a table:

?isim	?nesne
B Kuruyemiş 5 kg Badem	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#b17p01>
D Acıbadem	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#d18p10>
A Kuruyemiş 500g Badem	<http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#a17p01>

Şekil 4.8 Örnek çalışma 2 derin ileri izlenebilirlik sorgulama.

Gerekirse piyasadan toplanan numunelerden analizler yapılarak hangi aşamada (üretim, depolama vb.) sorun yaşandığı tespit edilebilir, piyasadaki ürünler toplatılabilir. Bunun

için de sorumlu kurumlar Şekil 4.9'daki gibi ileri izlenebilirlik sırasında tespit edilebilir.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida>. The interface includes tabs for 'Active Ontology', 'Entities', 'Individuals by class', 'DL Query', 'OntoGraf', 'Ontop SPARQL', and 'SPARQL Query'. The 'SPARQL Query' tab is active, displaying a query in the 'Snap SPARQL Query' editor. The query is as follows:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX gida: <http://www.semanticweb.org/kavak/ontologies/2018/2/Gida#>
SELECT ?gida isim ?sorumlu kurum
WHERE {
  gida:m2017b gida:Bilesenidir ?nesne .
  ?nesne rdfs:label ?gida isim.
  ?nesne gida:SorumluKurum ?sorumlu.
  ?sorumlu rdfs:label ?sorumlu kurum}
```

Below the query editor is an 'Execute' button. The results are displayed in a table with two columns: '?gida isim' and '?sorumlu kurum'.

?gida isim	?sorumlu kurum
B Kuruyemiş 5 kg Badem	B Kuruyemiş
D Acıbadem	D Unlu Mamuller
A Kuruyemiş 500g Badem	A Kuruyemiş

Şekil 4.9 Örnek çalışma 2 ileri izlenebilirlikte sorumlu kurum sorgulama.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada temel amaç, Anlamsal Ağ teknolojilerini kullanarak üretim proseslerinde kullanılan temel verileri sınıflandırmak ve ilişkilerini tanımlayarak izlenebilirliğin sağlanmasıdır. Gerek yerel gerek ulusal gerekse dünya çapında standart olabilecek izlenebilirlik ontolojisinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece ontoloji tabanlı girdi – işlem - çıktı proses modeli algoritması oluşturularak bütünsel bir gıda izlenebilirlik sistemi düşünülmüştür.

Tasarlanan ontoloji, işlenmiş gıda veya gıda yarı mamullerini işlem sırasında tanımlayarak, işlenmiş gıdalar ile

- Bileşenlerini
- Proseslerini
- Proses sorumlularını
- Yasal sorumlularını

ilişkilendirmektedir. Böylece her işlenmiş gıda, izlenebilir veya izlenemez bileşenleriyle birlikte tanımlandığında tarladan çatala kadar olan tüm bileşenler ve sorumlular, ağda zincirleme olarak ileri ve geri takip edilebilmektedir.

Güncel ve gelecekteki olası gereksinimler göz önünde bulundurulduğunda, gıda sektöründeki tüketici talepleri ve devletlerin gıda güvenilirliğine ilişkin kaygılar ön plana çıkmaktadır. Tehlikeli maddelerin veya tehlikeli maddeye dönüştürülebilen maddelerin (kimyasallar, atıklar, zehirler, katkı maddeleri) izlenebilirliği önem arz etmekte ve çalışmada tasarlanan ontoloji, bu yönde küçük değişikliklerle uygulanabilir hale gelebilmektedir. Piyasada fiyat değişimlerine yol açan eylemlerin (karaborsa, manipülasyon vs) izlenebilirliği için de küçük eklemeler yapılabilir.

Küçük/Yerel işletmelerde kullanımı açısından değerlendirildiğine, küçük işletmelerin ürettiği ürünlerin girdilerini izleme ve son kullanıcılarla bağlantılandırarak izleyebilme gereksinimlerini karşılayabilir. Ayrıca gıda sektöründe son tüketiciye çevrim içi izlenebilirlik hizmeti sunulabilecektir. Temel zorluk, mevcut ERP yazılımların kapalı kaynaklı olması veya bir veri standardının olmamasıdır.

Büyük işletmelerde kullanımı açısından bakıldığında, büyük işletmeler genellikle zincir izlenebilirliğin konusudur. Binlerce girdi ile binlerce farklı ürün üretmektedirler. Geliştirilen ontolojinin bu ihtiyaçlara uygunluğunun sağlanması için bazı ek sınıf ve özelliklere ihtiyaç duyabilir. Bu, ontoloji özelleştirilme konusunun kapsamına girmektedir. Her şeye rağmen, temel olarak bu haliyle bile son tüketiciye çevrim içi izlenebilirlik hizmeti sunabilecek temel kriterleri sağlamaktadır. Yine de SAP gibi ciddi platformların RDF girdi/çıkı yetenekleri olmasına rağmen eklentilerin yazılımı pahalı ve zor olacaktır.

Ulusal (Devlet destekli) kullanımı mümkündür. İlgili bakanlığın üreticilere destek vermesi / zorunlu kılması halinde tek merkezde izlenebilirlik verisinin toplanması (sunucuların ve bilginin yönetiminin devlette olması) ve üreticilere, tüketicilere ve diğer devlet kurumlarına izlenebilirlik verilerine erişim sağlamasını mümkün kılacak bir ontoloji geliştirilmelidir. Sonraki aşama, uluslararası ticarete aynı standardın kullanılmasını sağlamak olabilir.

Bir başka kullanım alanı ise veri madenciliği için girdi sağlama olabilir. İlişkisel veri tabanlarının çoğu kapalıdır ve veri kullanımına izin vermez. Bir diğer olumsuzluk ise tablo ve alan adlarının anlaşılmasının zorluğudur. Anlamsal ağ ontolojilerinde bu iki zorluk da en alt düzeydedir. Sınıflar, özellikler, aksiyomlar kullanıcıya açıktır. LOD prensibiyle herkese açık veritabanlarında sorgulama yapmak, istenilen verilere ulaşmak veya tümünü indirmek mümkündür.

Çalışmada tasarlanan ontoloji ve benzerleri, yapay zeka çalışmalarına ön hazırlık olarak düşünülebilir. Anlamsal ağ verileri uzman sistemlerin (bulanık mantık, yapay sinir ağları) girdi ve çıktıları oluşturabilecek çeşitliliktedir. Bu, verilerin ağ yapısında tutulmasından kaynaklanmaktadır. Aksiyomlar, ontolojilerin temel özelliklerinden ve en güçlü yanlarındandır. En büyük avantajı, SQL de olduğu gibi betik yazarak mantıksal önerme çıktıları veri tabanına eklemek yerine aksiyomu ontolojiye eklemek çıkarımsama aracını tetikleyeceğinden (bu nedenle sanal bağlar ve bilgiler doğrudan üretileceğinden) sonuç almak kolay, yapılan mantık hatalarından dönmek zahmetsizdir.

Çalışma sırasında tecrübe edilen ve ontolojiye yapılabilecek olası geliştirmeler aşağıda belirtilmiştir.

1. Tüm ülkelerin gıda kodeksleri hiyerarşik yapılarıyla birlikte ontoloji içine SKOS hiyerarşik olarak bağlanmış nesneler olarak alınabilir. Kodekslerde bulunan gıda kategorileri, bileşenlere ve işlenmiş ürün sınıfına yeni tanımlanacak “Eşdeğer kategori” özelliği ile bağlanabilir. Bu sayede yeni tanımlanacak işlenmiş ürün bileşenlerinin eşdeğer kategori bilgisi tutulabilir.
 - a. Eşdeğer kategori bilgisi sayesinde mevzuatta bulunan kısıtlamalar aksiyomlar olarak yazılabilir ve uygun olmayan girdiler kullanılmaya çalışıldığında (örneğin kanatlı etinin kullanılmaması gereken ürünler, gıdaya temas eden ambalajların özelliklerinden gelen kısıtlamalar) sistem uyarı veya hata verebilir.
 - b. Farklı ülkelerin mevzuatları aksiyomlar halinde tanımlandığında Türkiye için uygun olan bir ürünün izlenebilen bileşenleri nedeniyle Avrupa birliğine ihraç edilmemesi gerektiği çıkarımsaması yapılabilir.
2. Prosesi başlayan ancak henüz tamamlanmamış ürünlerin doğrudan “İşlenmiş ürün” olarak sınıflandırmak yerine, “prosesi başlanmış ürün” olarak sınıflandırılıp, proses başarısına göre proses bitiş tarihinde “İşlenmiş ürün” sınıfı atanabilir. Çünkü işlem sırasında zayi olan ve başka ürün olarak değerlendirilecek ürünler veya işlenmiş ürün niteliğini kazanamadan atılan ürünler, gereksiz yere “işlenmiş ürün” sınıfı taşıyan nesneler olarak sistemde varlıklarını sürdüreceklidir.

6. KAYNAKLAR

- Allemang, D. and Hendler, J. (2011). Semantic Web for the Working Ontologist Effective Modeling in RDFS and OWL. Elsevier, 2. edition, Waltham, USA.
- Altay O. ve Ulaş, M. (2018). Anlamsal Web Kullanılarak İlaç Ontolojisi Çıkarılması, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **30(1)**:169-174
- Anonim, (2002). Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. European Commission Official Journal of the European Union, L31, 1e24 Regulation (EC) No 178/2002, Luxembourg.
- Anonim, (2004). TKG Türk Gıda Kodeksi Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun. Resmi Gazete, Kanun No: 5179, Ankara.
- Anonim, (2007). Traceability in the feed and food chain- General principles and basic requirements for system design and implementation. International Organization for Standardization, ISO 22005:2007, Switzerland.
- Asioli, D., Boecker, A. and Canavari, M. (2011). Perceived traceability costs and benefits in the Italian fisheries supply chain. *International Journal on Food System Dynamics*, **2(4)**: 357-375.
- Berners-Lee T., Hendler J. and Lassila O. (2001). The Semantic Web, Featured Article, *Scientific American*, **May**: 1-4.
- Cebeci, Z. (2006). Gıda İzlenebilirliğinde Bilgi Teknolojileri. Ulusal Tarım Kurultayı, Çukurova Üniversitesi, Adana 15-17 Kasım, 189-195.
- Chen, Y. K., Wang, T. C., Chen, C. Y., Huang, Y. C. and Wang, C. Y. (2012). Consumer Preferences for Information on Taiwan's Pork Traceability System. *Information Technology Journal*, **11(9)**: 1154-1165.

- Çetin, A. (2014). Gıda İzlenebilirliğinde Bilişim Teknolojisinin Kullanımı: Aydın İli Zeytin ve İncir İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Dabbene F., Gay, P. and Tortia, C. (2014). Traceability issues in food supply chain management. *A review Biosystem Engineering*, **120**: 65-80.
- Emiroğlu B.G. (2009). Semantic Web (Anlamsal Ağ) Yapıları ve Yansımaları. XI. Akademik Bilişim Konferansı, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 11-13 Şubat, 151-155.
- Folinas, D., Manikas, I. and Manos, B. (2006). Traceability data management for food chains. *British Food Journal*, **108(8)**: 622-633.
- Hebeler, J., Fisher, M., Blace, R. and Perez-Lopez, A. (2009). Semantic Web Programming. Wiley Publishing, Indianapolis, USA.
- Kavak D.D., Akdeniz B. ve Kavak, Ö. (2017). Türkiye’de Gıda İzlenebilirliği Uygulamalarının Genel Durumunun Araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, No: 16.Kariyer.173, Afyonkarahisar.
- Kumar, V.N., Kumar, A.P. and Abhishek, K. (2011). A Comprehensive Comparative study of SPARQL and SQL. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, **2 (4)**: 1706-1710.
- Leal, M. C., Pimentel, T., Ricardo, F., Rosa, R. and Calado, R. (2015). Seafood traceability: current needs, available tools, and biotechnological challenges for origin certification. *Trends in Biotechnology*, **33(6)**: 331-336.
- Liao, P. A., Chang, H. H. and Chang, C. Y. (2011). Why is The Food Traceability System Unsuccessful in Taiwan? Empirical Evidence From A National Survey of Fruit and Vegetable Farmers. *Food Policy*, **36**: 686-693.
- Powel J. and Hopkins, M. (2015). A Librarian’s Guide to Graphs, Data and the Semantic Web, Elsevier, New York, USA.
- Robinson, I., Webber, J. and Eifrem, E. (2015). Graph Databases, O-Reilly Media, 2. edition, Massachusetts, USA.

- Sıkı, H. T. (2011). Hatay’da Süt Sektöründe İzlenebilirliğin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Sikos, L. F. (2015). Mastering Structured Data on the Semantic Web From HTML5 Microdata to Linked Open Data. Apress, New York, USA.
- Turi, A., Goncalves, G. and Mocan, M. (2014). Challenges and Competitiveness Indicators for The Sustainable Development of The Supply Chain in Food Industry. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, **124**:133-141.
- Wood, D., Zaidman, M., Ruth, L. and Hausenblas, M. (2014). Linked Data - Structured Data on the Web, Manning Publications, Shalter Island, USA.
- Yu, L. (2011). A Developer’s Guide to the Semantic Web, Springer, Berlin, Germany.

İnternet Kaynakları

- 1) http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html (4.1.2017)
- 2) http://tracefood.sintef.no/index.php/Fundamentals:Traceability_definition (4.1.2017)
- 3) <http://www.sinerjimevzuat.com.tr/> (15.02.2017)
- 4) <https://en.wikipedia.org/wiki/Traceability> (4.1.2017)
- 5) <https://www.w3.org/2001/sw/> (4.1.2017)
- 6) <http://eliteblacksea.com/files/article/j59h1b751212586465.pdf> (04.03.2017)
- 7) <http://www.siegfried-handschuh.net/pub/2006/whatissemannot2006.pdf> (4.1.2017)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özer KAVAK
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmit 1973
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 0532 345 59 14 / ozerkavak@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kocaeli Anadolu Lisesi (1984-1991)
Ön Lisans : Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler MYO. Bilgisayar Programcılık (1992-1994)
Lisans : Kocaeli Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü (1995-2001)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnternet ve Bilişim Teknolojileri Anabilim Dalı (2016-2018)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Azkan Group. Afyonkarahisar / TÜRKİYE (2018-devam ediyor).
UpWork Escrow Inc. Afyonkarahisar / TÜRKİYE (2012-2018).
Lionbridge. İzmir / TÜRKİYE (2008-2012)
AR-EV Bilişim Ltd. İzmir / TÜRKİYE (2006-2008)
Flame Tourism & Travel Ltd. Lefkoşa / KKTC (2003-2006)
Kyrenia Jasmine Court Hotel & Casino. Girne / KKTC (2000-2003)
Ka Dekorasyon, Bilgisayar & İnşaat ve Taahhüt Ltd. Kocaeli / TÜRKİYE (1999-2000)