Organik Tarım ve Agro-Ekoloji Ontolojisi Üzerine Bir Çalışma

Zeynel Cebeci[1], Sait M. Say[2]
[1] Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı 01330 Balcalı, Adana, Turkey
[2] Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü 01330 Balcalı, Adana, Turkey
[1] zcebeci@cu.edu.tr, [2]saitmsay@cu.edu.tr

Özet: Anlamsal ağ uygulamaları temel olarak belli bir alandaki kavramlar ve aralarındaki ilişkileri gösteren ontolojilere dayanmaktadırlar. Son yıllarda, bilgi yapısını bilgi sistemleri tarafından paylaşmak üzere ortak anlaşılabilir hale getirmek amacıyla geliştirilen ontolojilerin sayısında önemli artışlar olduğu görülmektedir. Tarım ve gıda alanında FAO'nun büyük hacimli küresel AGROVOC taksonomik terimler dizini de dâhil bazı ontolojiler mevcut olmasına rağmen organik tarım gibi bazı alanlara özel ontolojilere hala gereksinim söz konusudur. Bu gereksinmeyi karşılamak ve Avrupa'da organik tarımla ilgili öğrenme kaynaklarını dizinlemek ve aramak için hizmet veren Organic.Edunet platformunda kullanmak üzere Organic.Lingua Projesi kapsamında 2012 yılında "Organik Tarım ve Agro-Ekoloji Ontolojisi (OTAE)" geliştirme çalışmaları yürütülmüştür. Bu makalede kısaca ontolojiler hakkında temel bilgiler verilmekte ve henüz üzerinde çalışılmakta olan OTAE'nin geliştirilmesinde izlenen yöntem ve araçlar anlatılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ontoloji, Semantik, Birlikte çalışabilirlik, Organik tarım, Agro-ekoloji, Organic. Lingua

An Ontology Development Study for Organic Agriculture and Agroecology Domain

Abstract: Semantic web applications are principally based on the ontologies which formally represent the concepts and their relations in a domain. In the last decades, a remarkable increase in the number of ontologies has been observed in order to enable the common understanding of knowledge structure for sharing data between the information systems. Although several ontologies including FAO's global AGROVOC as a large volume-taxonomical thesaurus do exist in agriculture and food domain, there is still a need for domain-specific ontologies such as organic agriculture. In order to match this need and to use in Organic. Edunet Portal, providing the required services in indexing and searching the learning resources on organic agriculture in Europe, a collaborative work in Organic. Lingua Project was started to develop the ontology for "Agriculture and Agroecology (OAAE)" domain in 2012. In this paper, the basic information about ontologies is briefly introduced, and the methodology and tools in the development of OAAE which is currently under construction are described.

Keywords: Ontology, Semantic, Interoperability, Organic agriculture, Agroecology, Organic.Lingua

1. Giriş

Genel bir tanım yapmak gerekirse ontoloji bir uygulama alanındaki varlıkları tanımlamakla uğraşan bir bilgi gösterimi disiplinidir[18]. Ontolojinin çeşitli tanımları olsa da bunları üç grup altında toplamak olasıdır[15]. Felsefede doğa ve varoluş arasındaki ilişkileri açıklayan bir "varlık bilimi" olarak görülen ontoloji, yapay zekâ alanında kavramsallaştırmanın açık biçimde tanımlanması ya da belli bir alanı açıklayan formal bilgi gövdesidir. Ontolojiler belli bir alandaki kavramlar (varlıklar, fikirler) ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri gösteren bir çerçeve olarak kullanılmaktadırlar[13],[19].

Anlamsal ağ uygulamalarının temelini oluşturan ontolojilerin amaçları aşağıdaki gibi listelenebilir[14]:

- Bilgi yapısını insanlar veya uygulamalar (yazılım ajanları) tarafından paylaşmak için ortak anlaşılabilir hale getirmek,
- Alan bilgisinin yeniden kullanılabilirliğini mümkün kılmak,
- Alan varsayımlarını açık, anlaşılır biçime getirmek,
- Alan bilgisini operasyonel bilgiden ayırmak,
- Alan bilgisini analiz etmek.

Ontolojiler belli bir alt alan ya da konu ontolojisi olacağı gibi daha geniş ya da genel disiplin ontolojileri şeklinde de olabilirler. Örneğin hassas tarım içi geliştirilen ONTAgri[1] ile bitki anatomisi, morfolojisi ve büyüme evreleriyle ilgili olan Plant Ontology[8], evcil hayvan türleri için Animal Traits Ontology[7], Tayland pirinci için Thai Rice[17] ve yaban hayatı ile ilgili Wildlife Ontology[4] gibi ontolojiler özel bir alanla ilgili bazı tarımsal ve biyolojik ontolojilerdir. Buna karşın 20 dilde 30000 civarında kavram ve 600000 etiketten oluşan FAO'nun AGROVOC tarım tesarusu genel ve küresel ölçeklidir. Ayrıca AGROVOC tesarusunun Web Ontoloji Dili (Ontology

Language, OWL) kullanılarak tarımsal ontoloji servisi kavram sunucusuna (Agricultural Ontology Service Concept Server (AOS/CS) dönüştürme çalışmalarına başlanmış ve sürmektedir[10].

Disiplin veya konu ontolojileri birleştirilerek daha büyük üst disiplin ontolojileri elde edilebileceği gibi sıfırdan da yapılabilmektedir. Mevcut ontolojilerden birleştirmelerle de yeni ontolojiler elde edilebilmektedir[6], [9].

Ontolojiler ve ontolojik teknolojiler anlamsal ağ ve bilgi sistemi uygulamalarının temelini oluşturduklarından son yıllarda farklı alanlar için geliştirilen ontolojilerin sayısında artış görülmektedir [20, 21, 22, 23, 26, 31]. Ancak bununla birlikte gerçek uygulamalarda ontoloji kullanımına ilgi henüz oldukça başlangıç aşamasında sayılabilir[12]. Bu doğrultuda Türkiye'de de tarım ve gıda alanında anlamsal ağ uygulamaları olmadığı anlaşılmaktadır. Tarımsal bilgi sistemlerinde anlamsal ağ uygulamalarına temel teşkil etmek üzere Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde FAO AGRIS/CARIS Merkezi'nce AGROVOC'un Türkçe sürümünün oluşturulması çalışmaları başlatılmış, ancak henüz yayınlanmamıştır.

Ontolojik modelleme bilgisi ve deneyiminin eksikliği, ontoloji geliştirme araçlarının yeterince tanınmaması ve dahası anlamsal ağ uygulamalarına yönelim için henüz yeterli talebin bulunmaması gibi nedenlerle ontoloji çalışmalarının yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Bu nedenle anlamsal ağ uygulamalarının yaygınlaşmasını teşvik edebilecek ontolojilerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, tarım ve gıdanın bazı alt alanları ve ilişkili bazı alanlar için geliştirilmiş ontolojiler bulunmasına karşın organik tarım ve agro-ekoloji alanı için hazırlanmış ve yayınlanmış herhangi bir ontoloji bulunmamaktadır. Zira organik tarım ve agro-ekoloji konusundaki eğitim içeriği sunan Organic.Edunet web portalını[27] coğrafya ve dil kapsamı bakımından genişleterek otomatik çok dilli servislerle zenginleştirmeyi hedefleyen Organic.Lingua projesinde[28] de bu ihtiyaç duyularak ontoloji geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Geliştirilen ontolojinin organik tarımla ilgili üstverilerin çok dilli olarak tanımlanmasında *sınıflama (classification*) etiketlerinin oluşturulması ve sistemler arasında değişiminde birörnekliğin sağlanması hedeflenmiştir. Organic.Lingua projesinde 2012 yılı başında başlatılan Organik Tarım ve Agro-Ekoloji (OTAE) Ontolojisi geliştirme çalışmalarının ikinci safhasına gelinmiş bulunulmaktadır. Bu makalede, ontolojilere ait kısa bir tanıtım yapılarak OTAE ontolojisinin geliştirilmesinde izlenen modelleme yaklaşımları ve araçlar açıklanmaktadır.

2. Ontoloji Türleri ve Ontoloji Geliştirme

Geliştirme amaçlarına bağlı olarak ontolojiler kavramlar, özellikler, örnekler, mantıksal formüller gibi çeşitli bileşenlerden oluşurlar. Kavramlar ontolojilerin temel bileşenleridir. Kavramların kesin (açık) bir metinsel tanımı, bir özellikler kümesi ve bir mantıksal formülü söz konusudur. Bunu organik tarım ontolojisinde "BitkiselKökenliİşlenmişÜrün" kavramı için açıklarsak:

- Metinsel tanımı: *Bitkisel kökenli işlenmiş ürün, depolama, taşıma ve dağıtımında dayanıklılık sağlamak üzere pişirilmiş, dondurulmuş, konsantre edilmiş, konserve veya başka şekillerde hazırlanarak tüketime sunulmuş bitki kökenli ürünlerdir.*
- Özellikler kümesi: Bitkisel kökenli işlenmiş ürünün renk, *şekil, akışkanlık, asit düzeyi* vb özellikleri vardır.
- Mantıksal formül: $BitkiselKökenliİşlenmişÜrün \cap Gıda \cap \forall hasChild.BitkiselKökenliÜrün$

Bir kavram ona ait olan örnekler (instances) kümesi ile de tanımlanabilir. Örneğin, "*Pekmez X*", "*BitkiselKökenliİşlenmişÜrün*" kavramının bir örneğidir.

Ontolojik bileşenler arasında anlamsal, terminolojik ve örneksel ilişkiler olup bu ilişkilerin tanımı da ontolojilerin bir parçasıdır. Kavramlar arasında *is-a, part-of* gibi anlamsal ilişkiler geçerli iken örneksel ilişkiler kavrama ait örnekler arasındaki ilişkileri tanımlanmaktadırlar. Terminolojik ilişkiler ise (*has-synonym* gibi) daha çok eşanlamlı terimleri tanımlamak için kullanılırlar. Örneğin, "*Altıntop*", "*Greyfurt*"un eş anlamlısıdır.

Terminolojik ontolojiler kısa açıklamalı terim listeleri (glossary), sözlükler, denetimli sözdağarcıkları, taksonomiler, tesaruslar veya ansiklopedik veritabanları şeklinde olabilirler [16]. Bu tip ontolojiler esas olarak terimler ve bunlar arasındaki ilişkilere odaklanan ontolojilerdir. Kullanıcı topluluğunun uzlaşmasıyla terminolojik ontolojilerden geliştirilen veri ontolojileri bilgi sistemleri arasında veri değişimini kolaylaştırmak için üzerinde uzlaşılmış ve standart modellemelere dayanırlar. Veri ontolojilerinde kavramlara ait özellikler kümesi ve kavramlar arasındaki ilişkiler tanımlanırlar. Mantıksal ontolojiler

ise kavramın anlamını formal anlam ile garantileyen FOL ve DL gibi formal mantığa dayanırlar ve mantıksal tanımlamalar içeren ontoloji türleridir[16].

Ontoloji geliştirmede genelde senaryo-yönelimli yaklaşımlara başvurulsa da tek doğru yol ya da uygulanabilir tek bir yaklaşım/yöntem yoktur[14]. Ancak tüm yaklaşımlarda ontolojilerin gerçek dünya modeli olduğu ve ontolojideki kavramların da bu gerçekliği yansıtması gerektiği daima göz önünde tutulmaktadır. Bu nedenle ontoloji geliştirmede ontoloji mühendisliği önemlidir. Şöyle ki, ontoloji geliştirme ihtiyaç açıklamasından ilgili yöntemler ve tekniklere ve hatta sürdürülebilirliğe kadar tüm süreçlerin tanımlarını içermelidir[3, 11]. Bunlar en başta, ontolojinin hangi alana ait olduğu, ne için kullanılacağı, ne gibi sorunları çözeceği, kimlerin kullanacağı ve ne şekilde sürdürülebileceği gibi açıklamaları gerektirir. Bu nedenle alan uzmanları ve ontoloji mühendislerinin birlikte çalışmaları önemlidir.

Ontolojiler çeşitli modelleme dilleri ile tanımlanabilir ve anlamsal ağ uygulamaları gerçekleştirilebilir. RDF[2] gibi çoğu XML formatında bilgi kodlama dilleri yanında CL, DOGMA, Loom gibi ontoloji modelleme dilleri ve ontoloji geliştirme araçları söz konusudur. Ontoloji geliştirmede sofistike ancak kullanıcı dostu araçların önemli oldukları söylenebilir[13]. Ontoloji geliştirmede Protégé-2000, Ontolingua ve Chimaera gibi yaygın ontoloji düzenleme araçları[24] kullanılsa da SemanticMediaWiki[30] ve MoKi[25] viki tabanlı uygulamaların özellikle çok rollü ve kolobratif geliştirme senaryolarında daha etkili oldukları düşünülmektedir. Zira ontoloji geliştirme araçlarının semantik ağ sözlüğünün oluşturulması ve güvenilirliğinin sağlamasında, kolay inceleme ve güncelleme olanakları gibi temel özellikler sunması son derece önemlidir.

Organic.Lingua projesinde Organik Tarım ve Agro-Ekoloji Ontolojisi geliştirme çalışmalarında MoKi aracını kullanılmıştır[25]. MoKi yapısal viki sayfalarıyla eklemli işletme modellerinin oluşturulmasını destekleyen bir araç olup alan uzmanları, dil uzmanları ve farklı deneyimlerde bilgi mühendislerinden oluşan heterojen grupların birlikte çalışmasını olanaklı kılmaktadır.

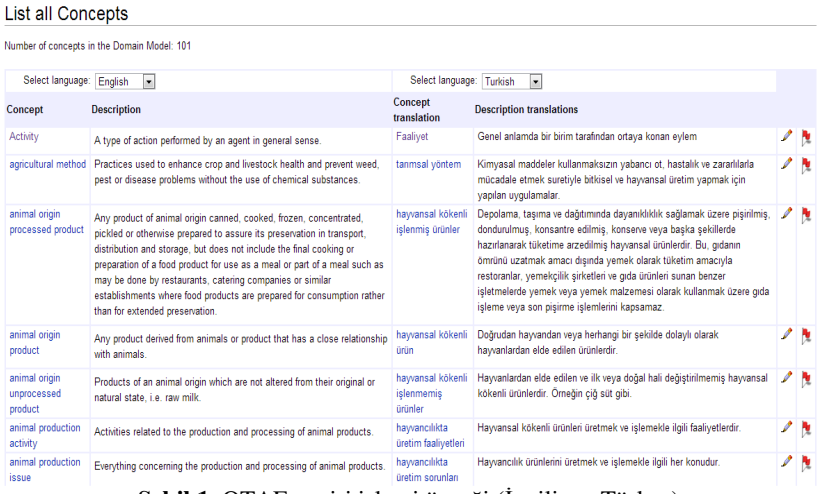
3. Organik Tarım ve Agro-Ekoloji Ontolojisi Geliştirme Çalışmaları

OTAE ontolojisi geliştirmede iteratif bir yaklaşımla çalışılmıştır. İlk fazda kabaca tanımlanan yapı Kasım 2012'de başlatılan ikinci fazda yeniden elden geçirilmiştir. Ontoloji geliştirmede ölçek alan kapsamı önemli bir başlangıç noktası olup Organic.Lingua projesi kapsam itibariyle yalnız organik tarım amaçlıdır. Ontolojinin etkinliği uygulamalarda kullanma, problem çözme yöntemlerine başvurma veya alan uzmanlarıyla çalışma şeklinde yürütülebilir. Organic.Lingua projesinde bu üç yöntem de uygulanmaktadır. Dahası eğer çok dilli ontoloji (multilingual ontology) geliştirme söz konusu olduğunda farklı diller için alan uzmanı, çevirmen ve ontoloji uzmanlarının birlikte çalışması son derece önemlidir.

OTAE ontolojisinin aralarında Türkçe'nin de bulunduğu 17 Avrupa dilinde çevirileri mevcut olup çeviri işleminde İngilizce referans olarak diğer dillere çeviri işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). MoKi aracında kavramlar, terimler ve özelliklerin eklenmesi ve güncellenmesi için listelerden yararlanılmaktadır (Şekil 2,3). Bu listeler aynı zamanda tanımlı hiyerarşiler ve ilişkileri de göstermektedirler. Oluşturan kavramlar ve terimler arasındaki ilişkiler IsA Tarayıcısı ile grafiksel olarak da düzenlenebilmektedir (Şekil 4).

MoKi aracındaki tartışma, uyarı (notification), izleme (watch) ve geçmiş (history) gibi araçlarla kavramlar ve terimler üzerindeki tartışmalar ve uyarılar etkin şekilde çalışılabilmektedir.

MoKi, viki-tabanlı bir kollobratif ontoloji modelleme aracı olarak ontolojideki her bir varlık için yapısal ve yapısal olmayan içeriğin her ikisini de ilişkili bir viki sayfasında bulundurma fikrine dayanan bir tasarımla geliştirilmiştir[5]. MoKi bu sayfa içeriklerine kullanıcının rolü ve yetkinliğine göre farklı çoklu erişim modları sağlayarak modelleme ekibinin farklı uzmanları (örneğin alan uzmanları ve bilgi mühendisleri) arasında tartışmalar ve uyarılar yoluyla birlikte çalışmayı desteklemektedir. Sonuç olarak MoKi çok dilli ve çok rollü senaryolara dayanan ontoloji modelleme metodolojilerini desteklemektedir.



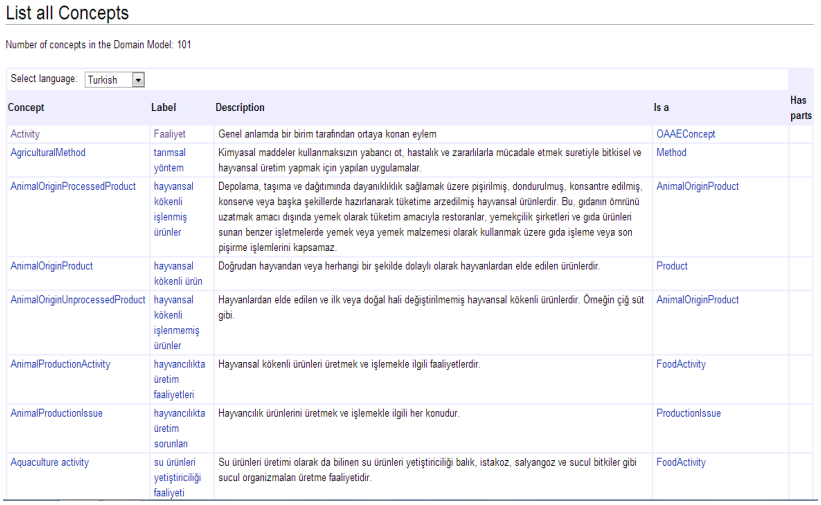
List all Concepts

Number of concepts in the Domain Model: 101

Select language: English | Select language: Turkish

Concept	Description	Concept translation	Description translations
Activity	A type of action performed by an agent in general sense.	Faaliyet	Genel anlamda bir birim tarafından ortaya konan eylem
agricultural method	Practices used to enhance crop and livestock health and prevent weed, pest or disease problems without the use of chemical substances.	tarımsal yöntem	Kimyasal maddeler kullanmaksızın yabancı ot, hastalık ve zararlılarla mücadale etmek suretiyle bitkisel ve hayvansal üretim yapmak için yapılan uygulamalar.
animal origin processed product	Any product of animal origin canned, cooked, frozen, concentrated, pickled or otherwise prepared to assure its preservation in transport, distribution and storage, but does not include the final cooking or preparation of a food product for use as a meal or part of a meal such as may be done by restaurants, catering companies or similar establishments where food products are prepared for consumption rather than for extended preservation.	hayvansal kökenli işlenmiş ürünler	Depolama, taşıma ve dağıtımında dayanıklılık sağlamak üzere pişirilmiş, dondurulmuş, konsantre edilmiş, konserve veya başka şekillerde hazırlanarak tüketime arzedilmiş hayvansal ürünlerdir. Bu, gıdanın ömrünü uzatmak amacı dışında yemek olarak tüketim amacıyla restoranlar, yemekçilik şirketleri ve gıda ürünleri sunan benzer işletmelerde yemek veya yemek malzemesi olarak kullanmak üzere gıda işleme veya son pişirme işlemlerini kapsamaz.
animal origin product	Any product derived from animals or product that has a close relationship with animals.	hayvansal kökenli ürün	Doğrudan hayvandan veya herhangi bir şekilde dolaylı olarak hayvanlardan elde edilen ürünlerdir.
animal origin unprocessed product	Products of an animal origin which are not altered from their original or natural state, i.e. raw milk.	hayvansal kökenli işlenmemiş ürünler	Hayvanlardan elde edilen ve ilk veya doğal hali değiştirilmemiş hayvansal kökenli ürünlerdir. Örneğin çiğ süt gibi.
animal production activity	Activities related to the production and processing of animal products.	hayvancılıkta üretim faaliyetleri	Hayvansal kökenli ürünleri üretmek ve işlemekle ilgili faaliyetlerdir.
animal production issue	Everything concerning the production and processing of animal products.	hayvancılıkta üretim sorunları	Hayvancılık ürünlerini üretmek ve işlemekle ilgili her konudur.

Şekil 1. OTAE çeviri işlemi örneği (İngilizce-Türkçe)



List all Concepts

Number of concepts in the Domain Model: 101

Select language: Turkish

Concept	Label	Description	Is a	Has parts
Activity	Faaliyet	Genel anlamda bir birim tarafından ortaya konan eylem	OAAEConcept	
AgriculturalMethod	tarımsal yöntem	Kimyasal maddeler kullanmaksızın yabancı ot, hastalık ve zararlılarla mücadale etmek suretiyle bitkisel ve hayvansal üretim yapmak için yapılan uygulamalar.	Method	
AnimalOriginProcessedProduct	hayvansal kökenli işlenmiş ürünler	Depolama, taşıma ve dağıtımında dayanıklılık sağlamak üzere pişirilmiş, dondurulmuş, konsantre edilmiş, konserve veya başka şekillerde hazırlanarak tüketime arzedilmiş hayvansal ürünlerdir. Bu, gıdanın ömrünü uzatmak amacı dışında yemek olarak tüketim amacıyla restoranlar, yemekçilik şirketleri ve gıda ürünleri sunan benzer işletmelerde yemek veya yemek malzemesi olarak kullanmak üzere gıda işleme veya son pişirme işlemlerini kapsamaz.	AnimalOriginProduct	
AnimalOriginProduct	hayvansal kökenli ürün	Doğrudan hayvandan veya herhangi bir şekilde dolaylı olarak hayvanlardan elde edilen ürünlerdir.	Product	
AnimalOriginUnprocessedProduct	hayvansal kökenli işlenmemiş ürünler	Hayvanlardan elde edilen ve ilk veya doğal hali değiştirilmemiş hayvansal kökenli ürünlerdir. Örneğin çiğ süt gibi.	AnimalOriginProduct	
AnimalProductionActivity	hayvancılıkta üretim faaliyetleri	Hayvansal kökenli ürünleri üretmek ve işlemekle ilgili faaliyetlerdir.	FoodActivity	
AnimalProductionIssue	hayvancılıkta üretim sorunları	Hayvancılık ürünlerini üretmek ve işlemekle ilgili her konudur.	ProductionIssue	
Aquaculture activity	su ürünleri yetiştiriciliği faaliyeti	Su ürünleri üretimi olarak da bilinen su ürünleri yetiştiriciliği balık, istakoz, salyangoz ve sucul bitkiler gibi sucul organizmaları üretme faaliyetidir.	FoodActivity	

Şekil 2. OTAE kavram listeleme işlemleri

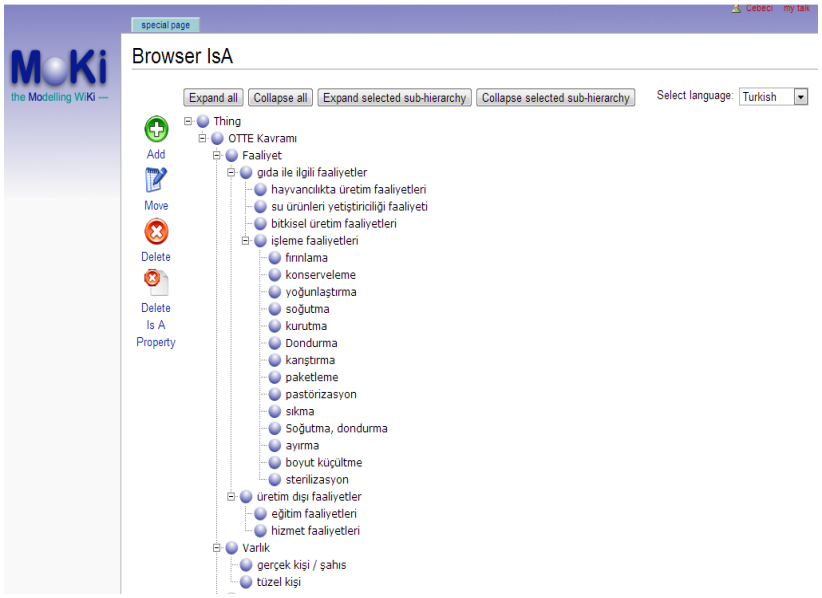
List all Properties

Number of user defined properties: 31

Select language: English

Property	Description	Domain	Range	Subpropertyof of	Inverse of	Functional	Inverse functional	Transitive	Symmetric
[[HasSynonym[]]						No	No	No	No
Affects	X <affects> Y. Agent X acts on object Y in such a way that Y changes state or location. E.g. "sterilization" <affects> "bacteria"; "pest control" <affects> "pest"; "pollution of agriculture" <affects> "agriculture".	Issue				No	No	No	No
Afflicts	X <afflicts> Y. The disease X could adversely affect the health of an organism Y. E.g. "BSE" <afflicts> "cows".				IsAfflictedBy	No	No	No	No
BenefitsFrom	Y <benefitsFrom> X. A result Y that is advantageous to some beneficiary, produced by the behaviour of an agent X. A consequence Y achieved through a means X. E.g. "biological control"					No	No	No	No

Şekil 3. OTAE özellikler listesi işlemleri



Şekil 4. OTAE kavram tarayıcısı (isA Browser)

4. Sonuçlar

OTAE ontolojisi yaşam döngüsü itibariyle henüz geliştirme altındadır. OATE'de şu ana kadar 101 kavram ve alt kavram olmak üzere 270 terim, 31 ilişki ve özellik tanımı yapılmış bulunmaktadır. OTAE ontolojisi ilk olarak Organic.Edunet'in öğrenme kaynakları üstverilerinin tanımlanmasında
AgLR aracılığıyla organik tarım eğitimi için çok dilli web platformunda kullanılacaktır. Onyedi dilde çevirisi bulunan OTAE ontolojisinin ayrıca formal tanımlarının yapılması ve Organic.Lingua konsorsiyumu tarafından sürdürülmesi planlanmaktadır.

.5. Kaynaklar

[1] Aqeel-ur-Rehman & Z.A. Shaikh, "ONTAgri: Scalable Service Oriented Agriculture Ontology for Precision Farming", Int. Conf. on Agricultural and Biosystems Engineering, Advances in

[2] Biomedical Engineering Vols 1-2: 411-413. (2011). (Retrieved from http://www.ier-institute.org/2160-0589/abe1/v1-2/411.pdf)

[3] Brickley, D. and Guha, R.V. (1999). "Resource Description Framework (RDF) Schema Specification". Proposed Recommendation, World Wide Web Consortium: http://www.w3.org/TR/PR-rdf-schema.

[4] Boyce, S., & Pahl, C. "Developing Domain Ontologies for Course Content". Educational Technology & Society, 10 (3), 275-288. (2007).

[5] Dodds, L. & T. Scott, Wildlife Ontology, (2010). (Retrieved from http://purl.org/ontology/wo/)

[6] Dragoni, M. & C. Ghidini. "Collaborative and Multilingual Ontology Construction in the Organic.Lingua Project", 18th Int. Conf. on Knowledge Engineering and Knowledge Management, (2012). (Retrieved from http://ekaw2012.ekaw.org/sites/ekaw2012.ekaw.org/files/ekaw2012pd_submission_18%20(3).pdf)

[7] Ellakwa, S.F., El-azhary, E. & P. El-kafrawy. " Integrated Ontology for Agricultural Domain. International Journal of Computer Applications 54(2):46-53, (2012)

[8] Hughes, L. M., Bao, J., Hu, Z.-L, Honavar, V. & J. M. Reecy, "Animal trait ontology: The importance and usefulness of a unified trait vocabulary for animal species", J. Animal Science 86(6)1485-1491, (2008). (Retrieved from http://www.journalofanimalscience.org/content/86/6/1485.full)

[9] Ilic, K., E. A. Kellogg, P. Jaiswal, F. Zapata, P. F. Stevens, L. P. Vincent, S. Avraham, L. Reiser, A. Pujar, M. M. Sachs, N. T. Whitman, S. R. McCouch, M. L. Schaeffer, D. H. Ware, L. D. Stein, & S. Y. Rhee. "The plant structure ontology, a unified vocabulary of anatomy and morphology of a flowering plant". Plant Physiol. 143:587–599, (2007).(Retrieved from http://www.plantphysiol.org/content/143/2/587.full)

[10] Koenderink, N.J.J.P., Top, J.L & L. J. van Vliet. "Expert-Based Ontology Construction: a Case-Study in Horticulture", Proceedings of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05), (2005). (Retrieved from http://www.intellcontrol.com/files/bxwx/expert%20in%20horticulture.pdf)

[11] Liang, A.C., Lauser, B., Sini, M., Keizer, J. & S. Katz "From AGROVOC to the Agricultural Ontology Service / Concept Server - An OWL model for creating ontologies in the agricultural domain" in Proc. of the OWLED*06 Workshop on OWL: Experiences and Directions, Athens, Georgia (USA) November 10-11, 2006. (Eds. B.C. Grau, P. Hitzler, C. Shankey & E. Wallace) (Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-216/submission_31.pdf).

[12] López, M.F., Gómez-Pérez, A. & J.P. Sierra, "Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment", IEEE Intelligent Systems, January/February 1999. pp. 37-46, (1999). (Retrieved from http://oa.upm.es/5466/1/Building_a_Chemical_Ontology.pdf)

[13] Maliappis, M.T. "Applying an agricultural ontology to web-based applications", Int. J. Metadata, Semantics and Ontologies, 4 (1/2): 133-140, (2009).
20.

[14] Nagai, M., Horanont, T., Supnithi, T., Kawtrakul, A., Prathumchai, K. & R.Shibasaki, "Development of ontological information for agriculture in Thailand", World Conference on Agricultural Information and IT, IAALD AFITA WCCA 2008, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan, 24 - 27 August, 2008, (Eds: Nagatsuka, T.& S. Ninomiya) pp. 479-483, (2008). (Retrieved from http://www.cabi.org/GARA/FullTextPDF/2008/20083298207.pdf)

[15] Natalya, F. N. & D. L. McGuinness. "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology". Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001, (2001).

[16] Obitko, M. " Translations between Ontologies in Multi-Agent Systems", Ph.D. thesis, Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague, (2007). (Retrieved from http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/)

[17] Roussey, C., Soulignac, V., Champomier, J.C., Abt, V. & J.P. Chanet. "Ontologies in Agriculture", Proc. of Int. Conf. on Agricultural Engineering – AGENG 2010, Cemagref. (Ed. Clermont-Ferrand), p. 178. (2010). (Retrieved from http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-4759.pdf)

[18] Thunkijjanukij, A. "Ontology Development For Agrıcultural Research Knowledge Management: A Case Study For Thai Rice", Ph.D Thesis (Tropical Agriculture), Graduate School, Kasetsart University, 249 p. (2009). (Retrieved from ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/ak913e/ak913e00.pdf)

[19] Sowa, J. F. Knowledge Representation – Logical, Philosophical, and Computational Foundations, Pacific Grove, CA, USA: Brooks/Cole. (2000).

[20] Uschold, M. & M. Gruninger, "Ontologies: principles, methods, and applications". Knowledge Engineering Review, 11(2), 1-63, (1996)

Web siteleri

[21] DAML Ontology Library, http://www.daml.org/ontologie

[22] Datahub, http://datahub.io/group/ontologies

[23] EMBL EBI, OLS- Ontology Lookup Service, http://www.ebi.ac.uk/ontology-lookup/ontologyList.do

[24] Library of Medical Ontologies, http://www.loa.istc.cnr.it/medicine

[25] List of Ontology Modeling Tools, http://answers.semanticweb.com/questions/3316/list-of-ontology-modeling-tools

[26] MoKi, the Enterprise Modelling WiKi. https://moki.fbk.eu/website/index.php

[27] Ontologies on semanticweb.org, http://semanticweb.org/wiki/Ontology

[28] Organic.Edunet, http://portal.organic-edunet.eu

[29] Organic.Lingua, http://www.organic.lingua.eu

[30] Plant Ontology, http://www.plantontology.org

[31] Semantic Mediawiki, http://semantic-mediawiki.org

[32] W3C, http://www.w3.org/ wiki/Lists_of_ontologies