



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 13.11.2023
Kabul Tarihi : 19.02.2024

Received Date : 13.11.2023
Accepted Date : 19.02.2024

İNSAN KAYNAKLARINDA ETKİLİ İŞE ALIM SÜRECİ İÇİN TÜRKÇE BİR ONTOLOJİ GELİŞTİRİLMESİ

DEVELOPING A TURKISH ONTOLOGY FOR EFFECTIVE RECRUITMENT PROCESS IN HUMAN RESOURCES

Selin BİTİRİM¹ (ORCID: 0000-0002-3575-5855)
Duygu ÇELİK ERTUĞRUL^{2*} (ORCID: 0000-0003-1380-705X)

¹Computer Engineering Department, Eastern Mediterranean University, 99628, Famagusta, North Cyprus, via Mersin 10, Turkey

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Duygu ÇELİK ERTUĞRUL, duygu.celik@emu.edu.tr

ÖZET

Geçmişten günümüze insanlar iş başvurusunda bulunurken özgeçmişlerini oluşturmakta ve değerlendirilmek üzere şirketlerin İnsan Kaynakları (İK) birimine göndermektedir. Özgeçmişler, bireylerin iş bulma hedefleri için genelde yapısız formatta yüklenen en önemli belgeleridir. Anlamsal Web teknolojisinin (Berners-Lee vd., 2001) temel bileşeni olan Ontolojiler (Guarino vd., 2009), makineler tarafından yorumlanabilir bilgiler içerir ve yapısız veri kaynaklarını daha yapısal hale sokmak için çözümler sağlar. Bu çalışmada, Türkiye'de yerleşik büyük şirketlerin insan kaynaklarının İş Önerme sistemlerine entegre olabilecek, Türkçe olarak oluşturulmuş Özgeçmiş Öneri Sistemi Ontolojisi (Resume Recommender System Ontology —RRSO) sunulmaktadır. Çalışmanın çıktısı olan RRSO, bu alanda yapılan nadir Türkçe ontolojilerden biri olup, özellikle büyük şirketlerin İK gibi yoğun iş süreçlerini barındıran birimlerinde önyargısız işe alımı destekleyen ve işe alımın karar destek aşamalarında çalıştırılan JRS'ler için temel bir yapı taşı olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, anlamsal web, ontoloji, insan kaynakları, özgeçmiş, karar destek sistemleri

ABSTRACT

From past to present, job candidates create their resumes when applying for a job and send them to the Human Resources (HR) department of companies for assessment. Resumes are individuals' most important documents for their employment goals, usually uploaded in unstructured format. Ontologies (Guarino et al., 2009), a core component of Semantic Web technology (Berners-Lee et al., 2001), contain machine-interpretable information and provide solutions for making unstructured data conversions more structured. In this study, Resume Recommender System Ontology (RRSO) created in Turkish, which can be integrated into the Job Recommender Systems of HRs of large companies located in Turkey, is presented. RRSO, which is the outcome of the study, is one of the rare Turkish ontologies in this field, and we believe that it can be a base block for JRSs that support unbiased recruitment and used in the decision support stages of recruitment, especially in units of large companies with intensive business processes such as HR.

Keywords: Artificial intelligence, semantic web, ontology, human resources, resume, decision support systems

GİRİŞ

Farklı sektörlerde ait birçok şirket, milyonlarca iş ilanı oluştururken kendi İnsan Kaynakları (İK) aday havuzlarından seçim yapmakta ve açık pozisyonlara uygun personeli bulmakta zorluk yaşamaktadır. Ayrıca iş arayan adayların, doğru iş imkanına kanallanması de karışık ve sıralı süreçler yığınına kapsamaktadır. İş başvurusu yapan adaylar özgeçmişlerini farklı yapılar, farklı formatlarda, ve farklı dillerde hazırlamış olabilirler. Bu durum, açık iş pozisyonuna uygun personeli bulma ve atama sürecinde, İK departmanında iş gücü ve zaman kaybına neden olabilmektedir. Çünkü İK birimlerinin özgeçmiş havuzlarında heterojen, yapılandırılmamış, ve makineler tarafından yorumlanması güç olabilen, yapısız formda yığınla özgeçmiş verisi bulunmaktadır.

Ontoloji (Guarino vd., 2009) ve anlamsal teknolojiler (Berners-Lee vd., 2001); farklı kaynaklardan gelen verileri entegre etmek, uyumlu hale getirmek, ortak bir kavramsallaştırma üzerinden, yeni anlamlı verilerin çıkarımını sağlamak ve akıl yürütmeyi kolaylaştırmak için yararlı araçlardır. Ayrıca, İK süreçlerini Web ortamından kolayca yürütmek için günümüzde çeşitli İş Önerme Sistemleri (Job Recommender Systems- JRS) geliştirilmiş olup, bunlardan; CASPER (Mishra & Rathi, 2020; Siting vd., 2012), ResuMatcher (Guo vd., 2016), eRecruiter (Hong vd., 2013) gibi JRS çözümleri en iyi bilinenler arasındadır. Ancak, iş adaylarına, iş fırsatı sunma konusunda rehberlik eden, Türkçe dilinde İK süreçlerini destekleyen JRS çözümlerine az sayıda (ör. kariyer.net, secretcv, vb. firmalar) rastlanmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmamızda, Türkçe özgeçmişlerden anlamsal veriler çıkarılabilecek, çıkarılabilir verileri anlamsal formda betimleyebilen, ve bir Türkçe-tabanlı Öneri Sistemine entegre olabilecek olan bir Özgeçmiş Öneri Sistem Ontolojisi (Resume Recommender System Ontology- RRSO) geliştirilmesi hedeflenmiştir. Türk şirketlerindeki İK birimlerinin, işe alım süreçlerine ve özgeçmiş havuzlarına entegre edilebilmesiyle, özgeçmiş öneri sistemlerine temel olabilecek bir ontoloji oluşturulmuştur. Ontolojinin doğruluğu ve uygulanabilirliği hem bir ontoloji değerlendirme aracı hem de bir dizi test özgeçmişlerin ontolojiye eklenmesi ile test edilmiş ve sonuçlar olumlu yönde olmuştur.

RRSO, endüstriyel iş pozisyonlarını ve işe başvuran bireylerin mevcut eğitimlerini, geçmiş iş tecrübelerini, ve yeteneklerini modellemek için kullanılabilir. Daha açık belirtmek gerekirse, RRSO ontolojisinde, İK işe alım sürecinde kullanılan iş arayan bireylere ait “özgeçmişler” ve tanımlanan “açık iş pozisyonları” gibi temel verilerin kavramsal (ör. kişisel bilgiler, eğitim bilgileri, iş tecrübeleri bilgileri, yetkinlik bilgileri vb.) hiyerarşisinin oluşturulması ve kavramlara ait öğeleri içermektedir.

Bölüm 2’de literatürdeki benzer diğer çalışmalar irdelenip ve kıyaslanmaktadır. Bölüm 3’te bu çalışmada izlenen yöntem ve kullanılan materyaller anlatılmaktadır. Bu bölümün alt bölümlerinde, geliştirilen RRSO’nun, özgeçmiş ve iş pozisyonu veri kaynaklarında bulunan kavramlara ait temel öğelerin Türkçe dilinde toplanması için kullanılan Türkçe kaynaklar, oluşturulan alan ilgili kavramsal sınıflar ve hiyerarşisi, sınıflar arasında kurulan özellikler, ve sınıflara ait öğeler anlatılmaktadır. Bölüm 4’te RRSO’nun yapısı ve nihai ölçümlerine ilişkin detaylı bilgi; bölüm 5’te sonuçlar ve tartışmalar kısımları sunulmaktadır. Son bölüm, çalışmanın çıktılarını genel olarak irdelemekte ve çalışmanın gelecek kısımlarını anlatmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, İK süreçlerini farklı amaçlarda desteklemeye yönelik (ör. aday özgeçmiş-iş imkânı eşleşmesi, çalışan memnuniyeti, işten ayrılma isteğinin saptanması, vb.) çeşitli çalışmalar yapılmış olup bir dizi JRS çözümleri ve alan ontolojilerinin oluşturulması çalışmalarına yer verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu çalışmada, Türkçe özgeçmişlerden anlamlı içerik çıkarabilen ve Türkçe JRS çözümlerine entegre olabilen bir Özgeçmiş Öneri Sistem Ontolojisi (Resume Recommender System Ontology- RRSO) geliştirilmiştir. Geliştirilen RRSO, Türkçe dillinde yazılmış aday özgeçmişlerinden gerekli olan anlamsal içerikleri çıkararak, mevcut açıkta olan iş ilanlarına eşleştirebilen ve kullanıcıya uygun iş ilanları önerileri üreten anlam tabanlı JRS çözümlerine entegre edilebilir. JRS geliştiricileri, RRSO ontolojisini geliştirecekleri kendi çözümlerine bir bilgi tabanı olarak entegre edebilir. Ayrıca, kendi çıkarım modülü üzerinde uygun semantik kurallar tanımlayabilir ve böylece özgün iş ilanı-uygun aday eşleşme modüllerini geliştirebilirler.

RRSO, JRS çözümlerinde sıklıkla tercih edilen ve en önemli Doğal Dil İşleme (NLP) yaklaşımlarından biri olan Adlandırılmış Varlık Tanıma (NER) adımı da kullanılabilir. Bu adımda, bir özgeçmiş üzerinde bulunabilen İK alanındaki en önemli özelliklerin/kavramların tespitinde katkı sağlayabilir. NER tekniği, bir metin içindeki kişi, organizasyon/kuruluş, ünvan, konum, beceri ve diğer varlık adlarını tespit edebilen önemli bir bilgi çıkarım adımdır. Kavram çıkarımı adımı ontolojiler, araştırmacılar tarafından NER süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

(Rimitha vd., 2019; Nguyen vd., 2013; Çelik vd., 2013; Tamburri vd., 2020). Bu çalışmada, geliştirilen RRSO ontolojisi JRS çözümlerinde araştırmacılar/geliştiriciler için meslek, beceri, organizasyon vb. kavramların bir özgeçmişin içerisi”nden çıkarsanmasında temel bir yapı taşı olacaktır. RRSO’yu kavramsal/ilişkisel bir taksonomi gibi kendi JRS sistemlerine entegre edebilmeleri için, OWL API (Horridge & Bechhofer, 2011) kütüphanesi kullanılarak “RRSO.owl” ontoloji dosyasını kolayca işleyebilirler.

Yapılan literatür taramalarımızda, 2010-2023 arasında yayınlanan diğer benzer çalışmalar taranmış ve konumuza en yakın olanlar aşağıda detaylı irdelenmiş ve Tablo 1 üzerinde kıyaslamaları yapılmıştır.

Rimitha vd., (2019), kullanıcıların profil bilgilerini kullanarak, bir dizi uygun iş önermesi yapan ontoloji tabanlı bir JRS çözümü tasarlamışlardır. Favori işler listesi ve yakın zamanda görüntülenen işler gibi kişisel iş tercihleri, kullanıcı özellikleri olarak toplanmıştır. Araştırmacılar JRS üzerinde iki ardışık algoritmayı değerlendirmişlerdir. İlk adımda, belirli bir kullanıcının yakın zamanda görüntülediği ve favorilerine eklediği iş ilanları kullanıcı profili verilerinde tutulmaktadır. Bir sonraki adımda, toplanan profil verileri, kullanıcıya uygun bir dizi iş bulmak için işlenmesi sağlanmıştır. Deneysel çalışmalarda, sistemin önerdiği iş sayısı normal aramaya göre daha az ve kullanıcının tercihlerine göre daha ilgili sonuçlar döndürüldüğü raporlanmıştır.

Nguyen vd., (2013) araştırmalarında, kullanıcı grubu olarak yeni mezun bireyleri hedef almışlardır. Araştırmacılar, işin taleplerine ve öğrencilerin kariyerlerini olumlu yönde geliştirme yeteneklerine göre, kullanıcılara en uygun iş pozisyonlarını öneren ontoloji tabanlı bir JRS önermişlerdir. Ontolojiler, endüstriyel iş pozisyonlarını ve öğrencilerin yeteneklerini modellemek için geliştirilmiştir. Araştırmacılar, iş tavsiyesi için iş modelleme ile öğrenci modelleme arasındaki eşleşmeyi sağlayan eşleştirme sürecinde bir dizi fonksiyon kullanmışlardır. Deneysel çalışmalar, önerilen JRS'nin önerileri ile işe alım uzmanının seçimleri arasında yüksek bir korelasyon olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Literatürdeki Benzer Çalışmalar ve Kıyaslamalar.

Çalışma (Yazar)	Yıl	Yaklaşım	Amacı	Benzerlikler/Farklılıklar
Gutiérrez et al.	2019	Model Tabanlı	Bilgiye dayalı iş öneri sistemi önerilmiştir. İş arayan bireylerin profil bilgileri (ör. yaş, cinsiyet), iş bilgileri içeren bir sistem tasarlanmıştır. Yetkinliğe dayalı analiz ile beceri geliştirmeye yönelik öneri sistemi düşünülmüştür.	Mevcut öneri sistemleri üzerinde (ör. Résumatcher, CASPER, Proactive vb.) kendi sıralama (Rank) algoritmalarını değerlendirmişlerdir. Yeni bir öneri sistemi veya ontolojisi geliştirmemişlerdir. Önerilen yaklaşım, gerçek iş pozisyonlarına henüz bağlanmamıştır.
Rácz et al.	2016	Olasılık Model Tabanlı	Yetkinlikler alanına dair bir ontoloji kullanılarak beceri eşleştirilmesi üzerine bir model önerilmiştir.	IT alanına dair yetkinlikler bilgisini işlemek için çoklu modele dayalı bir çerçeveye önermişlerdir. IT alanında spesifik bir iş ilanlarına başvuran adaylar arasında, beceri benzerliklerini ölçümlenmek için algoritma geliştirmeye odaklanılmıştır.
Rimitha et al.	2019	Ontoloji Bilgi Tabanlı	İngilizce dilinde ontolojiye dayalı özgeçmiş verilerine (ör. Kişi profil, iş tecrübeleri, eğitim durumu, sertifikalar ve yetkinlikler) bağlı olarak bir iş öneri sistemi geliştirilmiştir. Ontoloji, OWL dilinde olup, Protégé aracı kullanılarak, üzerinde; Sınıflar, OTP ve DTP gibi öznel ilişkileri, öğeler yaratılmıştır. Araçlar: Java, GitHub Jobs API, MySQL.	Önerilen sistemin analizi için uygun değildir. Her iki çalışmada da ontolojiye dayalı bilgi çıkarımı önerilmiştir.
Nguyen et al.	2013	Ontoloji Bilgi Tabanlı	Yeni mezun bireyleri hedef alan ontoloji tabanlı bir iş öneri sistemi geliştirilmiştir. İş talepleri ile öğrenci yetkinlikleri eşleştirilmiştir. Çalışmada, öneri adımında eşleştirme fonksiyonlarına odaklanılmış ve Euclidean Distance yaklaşımı uygulanmıştır.	Araştırmacılar, öğrencilerin mezun oldukları alanı hedef alarak iş önerileri yaparken, bizim çalışmada, bireylerin kişi profil, geçmiş iş tecrübeleri, eğitim durumu, sertifikalar, yetkinlik gibi bilgilerine önermeler yapılmaktadır. Her iki çalışmada da ontolojiye dayalı bilgi çıkarımı önerilmiştir.
Salazar et al.	2015	Ontoloji Bilgi Tabanlı	İş arayanlar ile işverenler arasındaki bilgiyi eşleştirmek için bir çoklu ajan sistemini içeren bir iş öneri sistemi geliştirilmiştir. Kullanılan araçlar: JAVA, OWL API, Protégé, JADE Framework, HR-XML standart, SPARQL. Vaka tabanlı Akıl Yürütme’ye (Case-based) dayalı yaklaşım kurgulanmıştır.	Araştırmacılar eşleştirme sürecimde Çoklu Ajan Sistemi (MAS) yaklaşımı uygularken, bizim çalışmada sadece İş Öneri Sistemlerine temel olabilecek bir ontoloji geliştirilmiştir. Henüz sistem geliştirilmemiştir. Fakat her iki çalışmada da ontolojiye dayalı bilgi çıkarımı düşünülmüştür.
Çelik et al.	2013	Ontoloji Bilgi Tabanlı	İş arayanlar ile işverenler arasındaki bilgiyi eşleştirmek için İngilizce dilinde Kural-tabanlı bir İş Öneri Sistemi önerilmiştir. Kullanılan araçlar: OWL, Protégé editör, OWL API, Java, SWRL, Jaro-Wrinkler benzerlik algoritması.	Araştırmacılar, İngilizce dilindeki özgeçmişleri işlerken bizim çalışmamızda Türkçe özgeçmişler kapsama alınmış ve Türkçe İK alanına uygun bir ontoloji geliştirilmiştir. Ayrıca, bizim RRSO ontolojisinde daha çok kavramsal yapıya yer verilmiştir (ör. Türkiye’deki kayıtlı tüm okullar). RRSO kullanılarak bir Türkçe özgeçmişini daha geniş bir kavramsal alanda betimlemek mümkündür (ör. geniş kapsamlı profil bilgileri, eğitim bilgileri, yetkinlik bilgileri, sertifika bilgilerine dair kavramlar RRSO’da çerçevelenmiştir). Her iki çalışmada da ontolojiye dayalı bilgi çıkarımı önerilmiştir.
Tamburri et al.	2020	Model Tabanlı	Veri madenciliği ve yapay zekâ kullanılarak bireylerin İngilizce özgeçmişlerinden iş pozisyon ve beceri bilgilerini çıkarmaya çalışmışlardır. Çalışmada, gerçek veri seti üzerinde çeşitli makine öğrenimi modelleri (BERT Cloud and BERT Local, Simple-NN) uygulanarak birçok test çalışmaları yürütülmüştür.	Araştırmacılar, kullandıkları modelleri hazır ontolojiler (ISCO, O*NET ve ESCO) üzerinde test etmişlerdir. İş ilanı ve beceri/yetkinliğe dayalı eşleştirmeye odaklanmıştır. Kendi ontolojilerini oluşturmuşlar ve sadece beceri/yetkinlik bilgilerini ele almışlardır.

Salazar vd., (2015), iş arayanların ve işverenlerin bilgileri arasındaki eşleşmeyi kolaylaştırmak için ontoloji bilgi tabanına sahip vaka bazlı bir Çoklu Ajan Sistemi (MAS) önermiştir. HR-XML standardı, ontolojiler yoluyla bilgi gösterimini standartlaştırmak ve özgeçmişleri haritalandırmak için kullanılmıştır. Önerilen sistem Prometheus metodolojisine göre tasarlanmış ve ardından sistemin bir prototipi geliştirilmiştir. Araştırmacılar, bir örnek olay çalışması yaparak sistemlerini doğrulamak için deneysel çalışmalar sunmuşlardır.

Çelik vd., (2013), iş arayanların çevrimiçi işe alım şirketlerinin web siteleri üzerinden yükledikleri serbest formatlı özgeçmişleri, ontoloji tabanlı JRS çözümü aracılığıyla otomatik olarak yapılandırılmış bir forma dönüştürebilen ve sistemin ilişkisel yapısında ilgili alanlara aktarabilen bir JRS motoru önerilmiştir.

Tamburri vd., (2020), işgücü piyasasındaki becerileri yerelleştirmek ve özgeçmişlerden makine öğrenimi modellerini kullanarak boş iş pozisyonlarından becerileri çıkarmak için DataOps modelinin ve yapay zekanın kullanılmasını önermişlerdir. Gerçek veri seti kullanılmışlar (Hollanda ve Belçika'daki Flaman iş bulma kurumlarından alınan gerçek veriler) ve bu veriler üzerinden makine öğrenmesi ile sonuçlar elde edilmiş ve paylaşılmıştır. Temel amaçlar, çıkarılan beceri bilgilerini çeşitli ontolojilerin (ISCO, O*NET, ESCO) içindeki iş ve meslek kavramları ile eşleştirilmiştir. DataOps, özgeçmişleri uygun iş fırsatlarıyla işlemek, beceri çıkarmak, eşleştirmek ve becerileri içeren ifadeleri bulup, Büyük Veri ve Makine Öğrenimi modellerini birleştirmek için kullanılmıştır. Model eğitimi için BERT Cloud, BERT Local ve Simple-NN ön eğitim modellerini kullanmışlardır.

Gutiérrez vd., (2019), beceri ve yeterliliklere dayalı olarak iş arayanlara kişiselleştirilmiş iş önerileri sunmayı amaçlayan "İşgücü Piyasası Gezini" adlı kullanıcı merkezli bir sistem önermişlerdir. Bu sistem, açık iş pozisyonlarını, bilgi ve becerileri araştırarak potansiyel yeterlilik boşluklarına çözüm üretmeyi hedeflemektedir. Sistemde, iş arayanların profil verilerini XML formatında toplamak için MyCareer API'si kullanılmıştır. Konum bilgisi için GeoServices kullanılmış ve önceki kullanıcı aramalarını depolamak için MySQL tercih edilmiştir. Karma yöntemlerin kullanıldığı deneysel çalışmalar olumlu sonuçlar göstermiştir. Değerlendirme sonuçları, prototipin iş arayanlara geçmişleri ve yaşlarına bakılmaksızın uygun açık pozisyonları keşfetme, anlama ve bulma konusunda başarılı olduğunu göstermiştir. Ancak, önerilen prototip henüz gerçek iş pozisyonlarıyla ilişkilendirilmemiştir.

Rác vd., (2016), belirli bir iş ilanı için gerekli beceri bilgilerinin, bireylerin profil bilgileri ile ne kadar uyumlu olduğu araştırılmıştır. Ontoloji kullanarak filtreleme ve eşleştirme yöntemleri uygulanarak farklı beceriler arasındaki benzerliklere odaklanan bir model geliştirmişlerdir. Modellerini değerlendirmek için maksimum entropiye dayalı olasılıksal eşleştirme analizi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, uygulanan algoritma ile, aynı iş ilanı için başvuran bireyler arasında tamamen farklı sıralamalar üretebildiğini göstermiştir. Bu nedenle, hangi algoritmanın maksimum doğru sıralamayı vereceğinin büyük ölçüde alana bağlı olduğu belirlenmiştir.

Benzer çalışmalarla ilgili literatürde yer alan bazı önemli IK süreçlerini destekleyen JRS çözümleri, kullandıkları ontolojileri ve metodolojileri Tablo 1'de kıyaslanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, iş öneri sistemlerindeki iş ilanı-aday bilgileri eşleşme süreçlerinde gerekli olan bilgilerin eksiksiz resmini sağlamayı hedefleyen bir Özgeçmiş Öneri Sistem Ontolojisi (RRSO) geliştirilmiştir. Bu ontoloji sayesinde, İş Öneri Sistem çözümlerinde bir özgeçmiş ve bir iş ilanı eşleştirilirken, kritik kavramların ve özniteliklerin (örneğin, kişi profil bilgileri, eğitim bilgileri, iş tecrübe bilgileri, sertifikalar, ödüller, yetkinlikler vb.) otomatik olarak çıkarılması ve anlamsal olarak eşleştirilebilmesi mümkün olabilmektedir.

RRSO, Stanford üniversitesinin Protégé 5.0 ontoloji geliştirme aracı (O'Connor vd., 2005) kullanılarak, W3C standardı olan Web Ontology Language (OWL) dili (Cardoso & Pinto, 2004) ile geliştirilmiştir. NeOn projesine bağlı Ontology Design Patterns (ODP) sitesinin altında diğer araştırmacıların erişim sağlaması için http://ontologydesignpatterns.org/wiki/Main_Page/RRSO adresinde halka açık paylaşılmıştır. RRSO'nun son versiyonunda 28 sınıf, 23 nesne tipinde özellik, 7 veri türünde özellik, 25314 mantıksal aksiyom, 24982 açıklama aksiyomu, 24924 sınıf öğeleri ve toplamda 75356 adet aksiyom tanımlarını içermektedir. Söz dizimsel ve yapısız şekilde gelen özgeçmişlerin modellenmesine yönelik bu yaklaşımla bir konsept kanıtı sağlamaktayız.

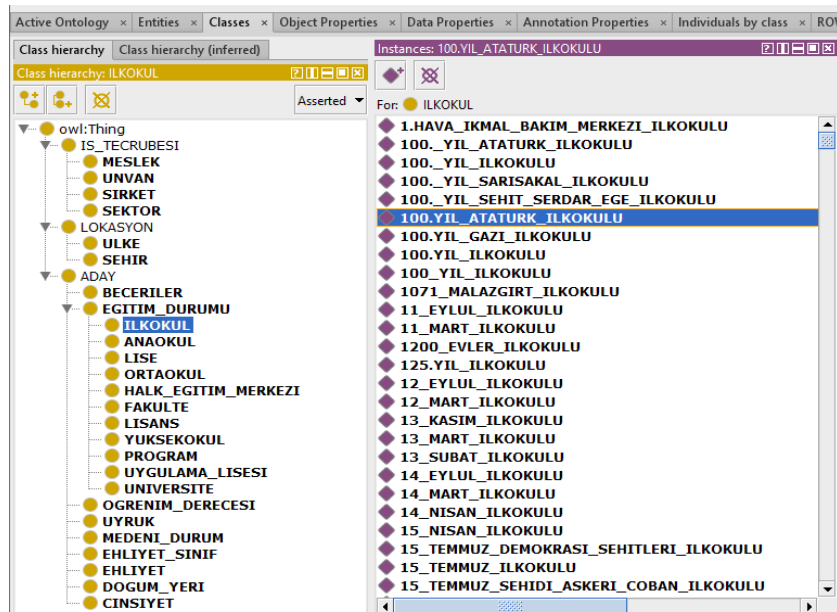
Ontoloji Öğelerinin Temini ve RRSO Bilgi Tabanına Eklenmesi

OWL ontoloji modelleme dili (Cardoso & Pinto, 2004) tarafından sağlanan "owl:OWLNamedIndividual" yapısı kullanılarak, bir ontolojideki her bir sınıfın altına o sınıfa ait öğelerin ilavesi gerçekleştirilebilir. Bunun için, OWL API (Horridge & Bechhofer, 2011) kullanılarak, Java dili ile bir sınıfa ait tüm öğeler (ör. Türkiye'deki ilk öğretim okullarının "İlkokul" sınıfının altına aktarılması) bir Excel dosyasından okunup, ontolojideki uygun kavramın altına otomatik aktarılmıştır. Bu çalışmada, aşağıda geliştirdiğimiz Java fonksiyonu sayesinde (bkz. Tablo 2), RRSO ontolojisinde yaratılan 28 sınıfa (kavramlara) ait 24924 adet öğenin otomatik gömülmesi sağlandı.

Tablo 2. Java Ortamından Bir Sınıf Kavramına Bir Öğesinin OWL/XML Formatında Eklenmesi.

No	Java Ortamından Bir Sınıfa Öğe Tanımlama İçin "classassertion" Sanal Kodu
1	try {
2	o = m.createOntology(Base_IRI); //RRSO'nun temel URL yapısını taşır
3	if (o instanceof OWLMutableOntology) {
4	OWLClass cls = f.getOWLClass(IRI.create(Base_IRI + "#" + className)); // sınıf eğer yoksa yaratılır
5	OWLNamedIndividual ind = f.getOWLNamedIndividual(IRI.create(Base_IRI + "#" + individual)); // öğe
6	OWLClassAssertionAxiom ax = f.getOWLClassAssertionAxiom(cls, ind); // sınıfa önceki satırda yaratılan öğe bir axiom bağlantısı yardımı ile atanır
7	AddAxiom addAx = new AddAxiom(o, ax); // yaratılan axiom RRSO'ya bağlanır
8	m.applyChange(addAx); // değişiklikler RRSO üzerinde kayıt edilir
10	OWLAnnotation indvLabelAnno = f.getOWLAnnotation(f.getRDFSLabel(), f.getOWLLiteral(label, "tr"));
11	OWLAxiom ax1 = f.getOWLAnnotationAssertionAxiom(ind.getIRI(), indvLabelAnno);
12	m.applyChange(new AddAxiom(o, ax1));
13	// kavram-öge bağlantısı içeren axiom OWL/XML formatında RRSO'ya kaydedilir
14	m.saveOntology(o, new OWLXMLOntologyFormat(), IRI.create(file));
15	}
16	m.removeOntology(o);

Örneğin, RRSO geliştirilirken, eğitim bilgilerini içeren OWL sınıfına, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı resmi internet adresinde (MEB Okullar ve Diğer Kurumlar Arama Sitesi, 2023) Türkiye'de var olan çoğunluk anaokulu, ilkokul, ortaokul, lise (ör. İmam-Hatip, Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Uygulama Okulu, Halk Eğitim Merkezi vb.) okul isimleri elde edilerek, yukarıdaki Java fonksiyonu ile iteratif halde RRSO'ya aktarılması sağlanmıştır. Ayrıca, Türkiye'de bulunan tüm üniversiteler, fakülteler, yüksekokullar, programlar ve bölümler hem Wikipedia hem de YÖK veri tabanından (Wikipedia Üniversiteler Listesi, 2023; YÖK Üniversiteler Listesi, 2023; Memurlar Sitesi, 2023) toplanmış ve yine sınıf öğesi olarak Java fonksiyonları sayesinde RRSO'ya eklenmiştir.

**Şekil 1.** RRSO'da Bulunan Sınıflar ve İlkokul Kavramına Ait Tanımlanan Türkiye'deki İlk Öğretim Okulları Öğeleri.

İş tecrübeleri segmentinde, ünvanlar (Wikipedia Ünvanlar Listesi, 2023), meslekler (Wikipedia Meslekler Listesi, 2023), sektörler ve şirketler (MEB Sektörler Listesi, 2023; Wikipedia Şirketler Listesi, 2023) listeleri toplanmış,

Excel haline getirilmiş ve ardından yukarıdaki Java fonksiyonu kullanılarak RRSO'ya eklenmiştir. Buna ek olarak, kişilerin sahip oldukları “beceriler” öge olarak RRSO'ya kaydedilmiştir. Özet olarak, yukarıdaki Java fonksiyonu kullanılarak (Tablo 2), RRSO'nun mevcut sürümünde içerdiği 28 adet sınıfın içine 24924 adet sınıf ögesi Excel dosyalarından RRSO'ya "owl:OWLNamedIndividual" yapısında eklenmiştir.

Yaratılan Sınıflar ve Hiyerarşi

Öğelerin eklenmesinden önce, RRSO ontolojisinin sınıf hiyerarşisini oluşturabilmek için, öncelikle alan ilgili ortak kavramlar belirlenmiştir (Eğitim segmenti kavramları → ilkökul, lise, üniversite, yüksek okul, fakülte, vb.). Ardından, daha spesifik kavramlar eklenerek hiyerarşi taslağı tamamlanmıştır. Şekil 1, RRSO'nun ana sınıfları ve alt sınıflarını, sınıflara ait girilen öğelerin bir kısmını göstermektedir. Ontolojideki sınıfların toplam sayısı 28 olup, bu sınıflar arasında 3 adet ana sınıf ve 25 adet “subclassOf” ilişkisine sahip alt sınıflar bulunmaktadır. Ana sınıflar (kavramlar) owl:Thing altında toparlanmış olup, her bir ana sınıfın altında o sınıfa ait alt sınıf (kavramlar) yaratılmıştır: ör. “IS_TECRUBESI → Sektör”, “IS_TECRUBESI → Meslek”, “EGITIM_DURUMU → Öğrenim_Durumu”, “EGITIM_DURUMU → Program”, “ADAY → Cinsiyet” vb. pek çok alt kavram yaratılmıştır.

Sınıflar Arasındaki İlişkisel Özellikler

RRSO üzerinde, kavram oluşturmanın yanı sıra “has_Ad_Soyad”, “has_Cinsiyet”, “has_Medeni_Durum”, “has_Ehliyet_Sınıf”, “has_Dogum_Tarihi”, “has_Uyruk”, “has_Dogum_Yeri”, “has_Telefon” gibi birçok OWL Nesne Tipi özellik veya OWL Veri Tipi özellikler de oluşturulmuştur. Bu özellikler sınıflar arası ilişkileri temsil etmekte olup, OWL bireylerine işaret edecek şekilde ilişkilendirilmiştir.

Tablo 3. RRSO Üzerinde Yaratılan OTP (23 Adet) ve DTP (7 Adet) Türündeki Tüm İlişkisel Özellikler Sunulmaktadır. Ayrıca, Tanımlanan Bir İlişkinin Hangi Sınıflar Arasında Kurulduğu Parantez İçerisinde Verilmiştir.

Kişisel Bilgiler Özellikler	Eğitim Bilgisi Özellikler	İş Bilgisi Özellikler	Beceri Özellikler
has_Ad_Soyad (Aday, xsd:String)	has_Egitim_Durumu (Aday, Egitim_Durumu)	has_Sirket_Adi (Aday, xsd:String)	has_Beceri (Aday, Beceri)
has_Cinsiyet (Aday, Cinsiyet)	has_Ogrenim_Derecesi (Aday, Ogrenim_Derecesi)	has_Unvan (Aday, Unvan)	
has_Medeni_Durum (Aday, Medeni_Durum)	has_Anaokul (Aday, Anaokul)	has_Sektor (Aday, Sektor)	
has_Dogum_Tarihi (Aday, xsd:date)	has_Ilkokul (Aday, Ilkokul)	has_Meslek (Aday, Meslek)	
has_Dogum_Yeri (Aday, Lokasyon)	has_Ortaokul (Aday, Ortaokul)		
has_Uyruk (Aday, Uyruk)	has_Lise (Aday, Lise)		
has_Ehliyet (Aday, Ehliyet)	has_Uygulama_Lisesi (Aday, Uygulama_Lisesi)		
has_Ehliyet_Sınıf (Aday, Ehliyet_Sınıf)	has_Halk_Egitim_Merkezi (Aday, Halk_Egitim_Merkezi)		
has_E_mail (Aday, xsd:String)	has_Universite (Aday, Universite)		
has_Telefon (Aday, xsd:String)	has_Fakulte (Aday, Fakulte)		
has_Is_Adres (Aday, xsd:String)	has_Program (Aday, Program)		
has_Ev_Adres (Aday, xsd:String)	has_Lisans (Aday, Lisans)		
	has_Yuksekokul (Aday, Yuksekokul)		

RRSO ontolojisindeki sınıflar arası nesne tipi özelliklerin (ör. PERSON → “has_Ehliyet” → DRIVERLICENCE) ve sınıf-veri türü arasındaki özelliklerin (ör. PERSON → “has_Ad_Soyad” → xsd:string “AYSE GULER”) ilk kurulması yine Java platformu üzerinden sağlanmıştır. RRSO'da toplamda 32 adet nesne tipi (Object Type Properties - OTP) ve veri tipi özellik (Data Type Properties - DTP) tanımlanmıştır. Tablo 3'te RRSO üzerinde yaratılan tüm OTP ve DTP türündeki özellikler, Kişisel Bilgiler Özellikleri, Eğitim Alanı Özellikleri, İş Bilgileri Özellikleri ve Beceri Özellikleri olarak gruplara ayrılarak sunulmuştur.

Bireylere Özgü Özgeçmişlerin OWL Formunda RRSO'ya Entegrasyonu

İK havuzlarında yapısız halde bulunan milyonlarca özgeçmişten gerekli verinin çıkarımı sağlandıktan sonra, bu özgeçmişleri anlamsal tabanlı açık iş pozisyon tanımları ile eşleştirmek mümkündür. Bunun için, bireylerin ve açık iş pozisyonlarının RRSO gibi bir Upper ontoloji yapısında bulunan genel kavramlardan betimlenerek, yapısal halde İK havuzlarında saklanması gerekir. Bu nedenle, İK işe alım süreçlerinde anlamsal tabanlı JRS çözümleri ve RRSO gibi

bir Upper ontoloji ile, aday tarafından yapısız halde yüklenen bir özgeçmişe ait anında bir OWL dosyası oluşturulabilir. Böylece, o özgeçmişteki yerleşik kavramsal tanımlamalar, açık bir iş ilanındaki kavramsal tanımlamalar ile bir anlamsal düzlemde eşleştirilebilir. Örneğin, bir özgeçmişteki kişisel bilgiler segmenti; “has_Medeni_Durum”, “has_Dogum_Tarihi”, “has_Dogum_Yeri”, “has_Uyruk”, “has_Meslek”, “has_Ehliyet”, vb. tanımları içerebilir.

Benzer şekilde, iş deneyimleri segmenti; “has_Sirket_Adi”, “has_Unvan”, “has_Sektor”, “has_Meslek” vb. gibi bazı önemli özellik tanımlamaları içerebilir. Bu özelliklerin değerleri, Tablo 4’te sunulan örnek kişi için (“A000002” TC no lu birey), RRSO Upper ontoloji formuna bağlı, OWL formuna dönüştürülmesi mümkündür. Tablo 4’te ki örnekte görüldüğü gibi, “A000002” no lu özgeçmiş sahibi, bireyin OWL dosyasında medeni durumunun “Evli” olduğuna, “A1” ve “B1” olmak üzere 2 adet ehliyet sahibi olduğuna, bir iş adresi “Mecidiyekoy Bentek Is Hanı K:3 No:6 Istanbul” olduğuna ve 2 adet telefon numarası “5440909909, 2120558989” olduğuna dair özgeçmiş için gerekli bilgileri içermektedir. Bireylerin özgeçmişlerinin OWL/XML formundaki dosyaları, bir Java fonksiyonu geliştirilerek RRSO ontolojisine bağlanarak aktarılması sağlanmıştır.

Tablo 4. “A_000002” Numaralı Bireyin Özgeçmişinden İlgili Verilerin OWL/XML Formunda Üretilmesi.

```
1 <ClassAssertion>
2 <Class IRI="#Aday"/>
3 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
4 </ClassAssertion>
5 <ObjectPropertyAssertion>
6 <ObjectProperty IRI="# has_Ehliyet_Sınıf"/>
7 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
8 <NamedIndividual IRI="#A1_Sinifi_Ehliyet"/>
9 </ObjectPropertyAssertion>
10 <ObjectPropertyAssertion>
11 <ObjectProperty IRI="# has_Ehliyet_Sınıf"/>
12 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
13 <NamedIndividual IRI="#B1_Sinifi_Ehliyet"/>
14 </ObjectPropertyAssertion>
15 <DataPropertyAssertion>
16 <DataProperty IRI="#has_Is_Adres"/>
17 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
18 <Literal>Mecidiyekoy Bentek Is Hanı K:3 No:6 Istanbul</Literal>
19 </DataPropertyAssertion>
20 <DataPropertyAssertion>
21 <DataProperty IRI="#has_Medeni_Durum"/>
22 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
23 <Literal datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">Evli</Literal>
24 </DataPropertyAssertion>
25 <DataPropertyAssertion>
26 <DataProperty IRI="#has_Telefon"/>
27 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
28 <Literal datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">5440909909</Literal>
29 </DataPropertyAssertion>
30 <DataPropertyAssertion>
31 <DataProperty IRI="#has_Telefon"/>
32 <NamedIndividual IRI="#A_000002"/>
33 <Literal datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">2120558989</Literal>
34 </DataPropertyAssertion>
```

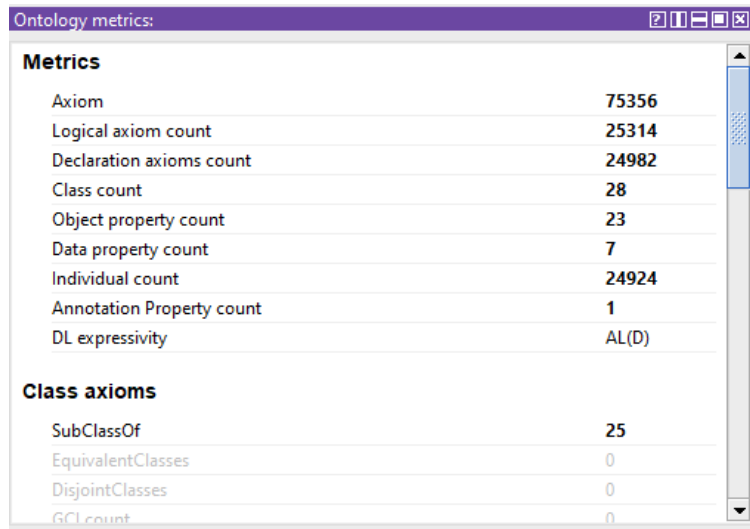
Tablo 5’in Satır 3’ünde, RRSO’nun bir ontoloji dosyası olarak yaratılması ve ontolojinin yüklenmesi, “o” değişkeni yaratılarak sağlanmıştır. Daha sonra, bir sınıf, bir DTP özelliği ve bir OWL ögesini birbirine bağlamak için, gerekli üçlü “Aksiyom” yapısının yaratılması gerekmektedir (bkz. satır # 4-5). Örneğin, “TCNO: #A000002” → “#has_Telefon” → “#5440909909” üçlüsünün oluşturulması, #ADAY sınıfı altında tanımlı bir ögeye (“TCNO: #A000002”), “#has_Telefon” adlı DTP’sine, bir rakamsal ifadenin (“XMLSchema#integer” → 5440909909) bağlanmasını gerektirir ve OWL API kütüphaneleri ile Java ortamından RRSO ontolojisine bağlanıp, yüzlerce aksiyomun yaratılması mümkün olmuştur. Aksiyomlar yaratılırken, eğer ontolojide eklenmek istenen hedef aksiyom zaten önceden eklenmişse, bunun kontrol edilmesi gerekir (Satır 8). Yapılan üçlü aksiyom eklemesinden sonra, ontoloji mutlaka güncellenerek kaydedilmelidir (Satır 11).

Tablo 5. RRSO Üzerinde “integer” Türündeki Bir DTP Özelliğinin Yaratılması.

```
1 public void save_Integer_DTP(String domindv, String dtpName, int rangeINTEGERval, File file) {
2     try {
3         o = m.loadOntologyFromOntologyDocument(IRI.create(file));
4         OWLNamedIndividual domain = f.getOWLNamedIndividual(IRI.create(Base_IRI + "#" + domindv));
5         OWLDataProperty dproperty = f.getOWLDataProperty(IRI.create(Base_IRI + "#" + dtpName));
6         OWLDataPropertyAssertionAxiom ax = f.getOWLDataPropertyAssertionAxiom(dproperty, domain, rangeINTEGERval);
7         if (o instanceof OWLMutableOntology) {
8             if (!o.containsAxiom(ax)) {
9                 AddAxiom addAx = new AddAxiom(o, ax);
10                m.applyChange(addAx);
11                m.saveOntology(o, new OWLXMLOntologyFormat(), IRI.create(file));
12            }
13        }
14        m.removeOntology(o);
15    } catch (Exception e) {
16        System.out.println("Could not create ontology: " + e.getMessage());
17    }
18 }
```

RRSO’NUN NİHAİ YAPISI VE BOYUTLARI

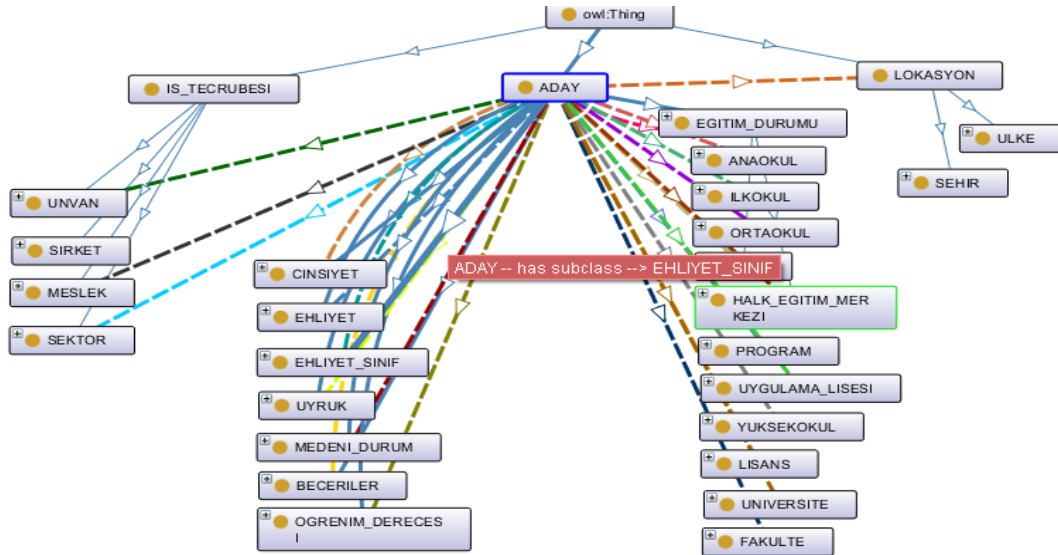
Daha önce de belirtildiği gibi, RRSO'nun son versiyonunda 28 sınıf/alt sınıf, 23 nesne tipinde özellik (OTP), 7 veri türünde özellik (DTP), 25314 mantıksal aksiyom, 24982 açıklama aksiyomu, 24924 sınıf öğeleri ve toplamda 75356 adet geniş çapta bir aksiyom seti içermektedir.



Metrics	
Axiom	75356
Logical axiom count	25314
Declaration axioms count	24982
Class count	28
Object property count	23
Data property count	7
Individual count	24924
Annotation Property count	1
DL expressivity	AL(D)
Class axioms	
SubClassOf	25
EquivalentClasses	0
DisjointClasses	0
GCI count	0

Şekil 2. RRSO Son Sürümünün Metrik Bilgileri.

Şekil 2, Protégé Ontoloji düzenleyicisinden elde edilen RRSO'nun istatistiksel bilgilerini göstermektedir. Ayrıca Şekil 3'te Protégé editörünün OntoGraph sekmesinden elde edilen RRSO'nun kavramsal ilişki yapısı sunulmuştur.



Şekil 3. RRSO'nun Son Sürümündeki Sınıf, Alt Sınıf, Sınıflar-Arası İlişkilere Ait Kurulan Kavramsal Bağlar.

Çalışmanın Katkıları

Çalışmanın katkılarını özetlersek, geliştirilen RRSO bilgi tabanını oluşturmak ve doğrulamak için aşağıdaki işlem adımları sırasıyla gerçekleştirilmiştir:

- **Araştırma ve Analiz:** İlk olarak, İş Öneri Sistemleri alanındaki temel kavramları belirlemek için kapsamlı bir araştırma yapıldı. İK yönetimindeki işe alım sürecine dair kavramlar, işlem adımları, ve ilgili tüm unsurları belirlemek amacıyla, Web ortamında özgeçmiş belgeleri, ilgili literatür çalışmaları, ve ilgili diğer ontoloji çalışmaları tarandı. Özellikle, literatürde yer alan Ontoloji-tabanlı İş Öneri Sistemi uygulamaları ve önerileri araştırıldı.
- **Ana Kavramları Tanımlama:** İş Önerme sistemleri alanındaki temel kavramlar; kişi profil bilgileri (yaş, cinsiyet, ehliyet, doğum yeri, vb.), eğitim bilgileri, iş bilgileri, yetkinlikler vb. ilgili unsurlar belirlendi. Örneğin, RRSO'nun geliştirilmesi sırasında “Eğitim” segmentine ait ilgili sınıf öğeleri için, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB Okullar ve Diğer Kurumlar Arama Sitesi, 2023) resmi internet sitesinde yer alan Türkiye'deki tüm anaokulu, ilkokul, ortaokul, lise isim bilgileri şehir ve ilçe bilgileri ile toplandı. Bu öğeler, Java programlama dilinde yazılan bazı ontoloji oluşturma fonksiyonları aracılığıyla RRSO'ya “OWL Individual” öğeleri olarak aktarıldı. Ayrıca, Türkiye'deki tüm üniversiteler, fakülteler, yüksekokullar, programlar ve bölümler, Wikipedia, YÖK ve diğer bazı Web alanlarından (Wikipedia Üniversiteler Listesi, 2023; YÖK Üniversiteler Listesi, 2023; Memurlar Sitesi, 2023) taranan bilgilerle, aynı Java fonksiyonları aracılığıyla RRSO'ya eklenmiştir. Toplamda 24924 adet “OWL Individual” öğeleri RRSO bilgi tabanına eklenmiştir.
- **Sınıfları ve Alt Sınıfları Belirleme:** Bir önceki adımda belirlenen ana kavramlar (Aday, İş Tecrübesi, Lokasyon) kavramları kendi içinde alt sınıflara ayrılarak, toplamda RRSO üzerinde 25 farklı alt sınıf oluşturuldu.
- **İlişkileri Belirleme:** Bu aşamada, sınıflar arasındaki olası ilişkiler belirlendi. Örneğin, bir adayın uyruk bilgisi (Aday <Class> → hasUyruk<Property> → Uyruk<Class>) gibi ilişkiler belirlendi.
- **Özellikleri ve Nitelikleri Tanımlama:** Önceki adımda belirlenen tüm özellikler, Nesne Tipi Özelliği (OTP) ve Veri Tipi Özelliği (DTP) olarak iki türde belirlenmiştir. RRSO üzerinde yaratılan toplam 28 sınıf (3 ana sınıf + 25 alt sınıf) üzerinde, 23 adet iki kavram arası OTP ilişkileri ve 7 adet kavramlar-veri tipleri arası DTP türü ilişkiler yaratılmıştır.
- **Ontolojiyi Modelleme:** Geliştirilen RRSO, aşamalı olarak Protégé 5.0 ontoloji geliştirme aracı ve W3C standardı olan Web Ontology Language (OWL) dili kullanılarak oluşturuldu. Önceki adımlarda eklenen tüm anlamsal yapıların Protégé aracı üzerindeki sayısal bilgileri Şekil 2'de gösterilmiştir.
- **Doğrulama ve İyileştirme:** Oluşturulan RRSO'nun kalite ölçümü için OntoMetric aracı kullanıldı. Bu araç, ontolojinin tutarlılık, doğruluk ve eksiksizlik gibi kriterlere uygunluğunu değerlendirdi. Elde edilen sonuçlar, ontolojinin yüksek kalitede olduğunu göstermekte ve ileri bölümlerde detaylı bir şekilde tartışılmaktadır.

- **Uygulama ve Test Etme:** Ayrıca, RRSO üzerinde bir dizi gerçek özgeçmiş test verisi olarak kullanılarak bazı testler gerçekleştirildi. Bu sayede, gerçek dünya özgeçmişlerinin RRSO'ya uygun bir şekilde eklenebildiği, uygun kavramlara ve öğelere işaret edilebildiği, öğeler arasındaki bağlantıların doğru ve eksiksiz kurulabildiği doğrulandı. Sonuç olarak, RRSO'nun İK süreçlerindeki uygulanabilirliği ve kullanılabilirliği, gerçek dünya verileri ile test edilerek ve desteklenerek çalışmada bir konsept kanıtı sunulmuştur.

RRSO DOĞRULAMA VE TEST ÇALIŞMALARI

Bu bölümde, geliştirdiğimiz RRSO'nun tasarımını ve kalitesini ölçmek için yaygın olarak bilinen bir ontoloji kalite ve test aracı olan OntoMetric aracı (OntoMetric Web Portal¹ Rostock Üniversitesi, 2023; Lantow, 2016) kullanılmıştır ve sonuçları verilmiştir. OntoMetric aracı, bir ontolojinin yapısal düzgünlüğü, ilişkisel/içerik zenginliği hakkında kalite metrikleri kullanarak bazı değerlendirme sonuçları üretir. OntoMetric beş kategoriye göre toplam 160 özelliği irdeler. Bu beş kategori; "ontolojinin içeriği", "dil", "geliştirme metodolojisi", "yaratma araçları" ve "kullanım maliyetleri" olacak şekilde irdelenir. OntoMetric aracı, bir ontoloji kalite test Web portalı olarak geliştirilmiştir. Ontoloji geliştiricileri, geliştirdikleri ontolojilerinin kaliteye dayalı metrik sonuçlarını bu portal aracılığıyla kolaylıkla elde edebilmektedirler. OntoMetric 4 farklı metrik türü altında sınıflandırılmaktadır. Bunlar: "Şema Metrikleri", "Bilgi Tabanı Ölçüm Metrikleri", "Sınıf Metrikleri" ve "Grafik Metrikleri" dir. Şekil 4'te, geliştirdiğimiz RRSO'nun son sürümü, bu 4 kalite metrikleri açısından değerlendirmek amacıyla, Rostock Üniversitesi'nin OntoMetrics ontoloji doğrulama ve test aracı üzerinde yüklenmiş, denenmiş ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Bu metriklerden en önemli olanlardan bir kısmı seçilmiş olup, aşağıda amaçları ve formülleri ile irdelenmiştir.

Schema metrics [more details](#)

Attribute richness:	0.25
Inheritance richness:	0.892857
Relationship richness:	0.479167
Attribute class ratio:	0.0
Equivalence ratio:	0.0
Axiom/class ratio:	2691.285714
Inverse relations ratio:	0.0
Class/relation ratio:	0.583333

Knowledgebase metrics

Average population:	890.142857
Class richness:	0.892857

Graph metrics [more details](#)

Absolute root cardinality:	3
Absolute leaf cardinality:	24
Absolute sibling cardinality:	28
Absolute depth:	64
Average depth:	2.285714
Maximal depth:	3
Absolute breadth:	28
Average breadth:	5.6
Maximal breadth:	11
Ratio of leaf fan-outness:	0.857143
Ratio of sibling fan-outness:	1.0
Tangledness:	0.0
Total number of paths:	28
Average number of paths:	9.333333

Class metrics [more details](#)

To see the calculated class metric results, pl

Class labels only

ADAY
ANAOKUL
BECERILER
CINSIYET
EGITIM_DURUMU
EHLIYET
EHLIYET_SINIF
FAKULTE
HALK_EGITIM_MERKEZI
ILKOKUL

Class connectivity:	0
Class fulness:	0.0
Class importance:	0.65455
Class inheritance richness:	2.545455
Class readability:	0
Class relationship richness:	0
Class children count:	11
Class instances count:	16314

Şekil 4. Rostock Üniversitesinin Ontometrics Ontoloji Doğrulama ve Test Aracı Üzerinde RRSO Son Sürümünün Kalite Metrik Sonuçları.

Sorgu Sayfası: <https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/ontologymetrics/ServletController>

OntologyID: [Optional.of\(http://EMU/ResumeOnt\)](Optional.of(http://EMU/ResumeOnt)), View Result in XML: <https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/tmp/20231215122947515.xml?>

¹<https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/ontologymetrics/index.jsp>

Şema metrikleri

Şema metrikleri ontolojinin tasarımına odaklanır. Alan bilgisinden ziyade, ontolojinin şema tasarımının zenginliğini, genişliğini, derinliğini ve kalıtım verilerini dikkate alır. Bu kategorideki en önemli metriklerden bazıları aşağıda listelenmiştir:

a. Öznelik zenginliği (Attribute Richness—AR): Tüm sınıfların özneliklerinin (ATT) sayısının sınıf sayısına (C) bölünmesiyle bulunur. Bu metrik sonucu, RRSO için, 0.25 olarak bulunmuştur. Sınıf başına öznelik sayısı arttıkça geliştirilen ontolojinin kalitesi de artar. Sonucun düşük çıkması sınıflara ait öznelik sayısının az olduğunu ve sınıfların kapsamlı bir şekilde modellenmediğini göstermektedir. RRSO'da AR değeri 0.25 olup, ileri versiyonlarında sınıf başına tanımlanan özneliklerin daha da artırılması planlanmaktadır.

$$AR = \frac{|ATT|}{C} \quad (1)$$

b. Kalıtım zenginliği (Inheritance Richness—IR): Sınıf başına ortalama alt sınıf sayısıdır, diğer deyişle, bir sınıfın alt sınıflarının sayısı $|H^C(C_1, C_i)|$ olarak tanımlanır. Formüldeki H, miras ilişkilerinin sayısını belirtir. Düşük IR'li bir ontoloji, derin (veya dikey) bir ontoloji olup; ontolojinin belirli bir konu alanını ayrıntılı bir şekilde kapsadığı anlamına gelmektedir. Fakat, yüksek IR'ye sahip bir ontoloji, sığ (veya yatay) bir ontoloji olacaktır; bu durum, ontolojinin düşük düzeyde ayrıntıyla geniş bir genel bilgi yelpazesini temsil ettiğini gösterir. IR metrik sonucu, RRSO için, 0.8928 olarak bulunmuştur. Bu değer RRS'nun yapısını daha çok yatay düzlemde ilerlediğini ifade eder. Çok dar kapsamlı bir alanı modelleyen ontolojilerde şema derinliği düşük çıkarken, kapsam arttıkça derinlik daha yüksek olacaktır. RRSO'da IR değeri 0.25 olup, ileri versiyonlarında sınıf başına tanımlanan özneliklerin daha da artırılması planlanmaktadır.

$$IR = \frac{\sum_{C_i \in C} |H^C(C_1, C_i)|}{|C|} \quad (2)$$

c. İlişki zenginliği (Relationship Richness—RR): IR kalıtım dışı ilişkilerin sayısının (P) ontolojide tanımlanan toplam ilişkilerin sayısına bölünmesiyle elde edilir. Toplam ilişki sayısı tüm miras ilişkileri (H) ve miras dışı ilişkilerin (P) toplamını içerir. Bu metrik sonucu, RRSO için, 0.4791 olarak bulunmuştur.

$$RR = \frac{|P|}{|H| + |P|} \quad (3)$$

d. Öznelik-Sınıf oranı (Attribute Class Ratio—ACR): Bu metrik, nitelikleri içeren sınıflar ile tüm sınıflar arasındaki ilişkiyi temsil eder. AR'nin farkı, niteliklerin miktarının sayılmamasıdır. Yalnızca bir sınıfın niteliklerinin olup olmadığı sayılır. Bu metrik sonucu, RRSO için, 0.0 olarak bulunmuştur.

$$ACR = \frac{\text{ClassesWithAttribures}}{\# \text{ of Classes}} \quad (4)$$

e. Aksiyom sınıf oranı (Axiom Class Ratio—AXCR): Aksiyomlar ve sınıflar arasındaki orandır, diğer deyişle, sınıf başına ortalama aksiyom miktarıdır. Bu metrik sonucu, RRSO için, 2691.29 olarak bulunmuştur.

$$AXCR = \frac{\text{Axioms}}{\# \text{ of Classes}} \quad (5)$$

f. Sınıfilişki oranı (Class Relation Ratio—CRR): Ontolojideki sınıflar ve ilişkiler arasındaki oranı belirtir. Bu metrik sonucu, RRSO için, 0.5833 olarak bulunmuştur.

$$CRR = \frac{\# \text{ of Classes}}{\# \text{ of Relationships}} \quad (6)$$

Bilgi tabanı ölçüm metrikleri

Verilerin bir ontolojiye yerleştirilme şekli de ontoloji kalitesinin çok önemli bir ölçüsüdür. Çünkü ontoloji tasarımının etkililiğini ve ontoloji tarafından temsil edilen gerçek dünya bilgisinin miktarını gösterebilir. Örnek metrikleri, bilgi tabanını bir bütün olarak tanımlayan metrikleri ve her şema sınıfının bilgi tabanında kullanılma şeklini açıklayan metrikleri içerir.

a. Ortalama nüfus (Average Population—AP): Bir ontolojideki sınıfların ortalama popülasyonu (AP), bilgi tabanındaki (I) öge sayısının tanımlanan sınıf sayısına (C) bölünmesidir. Bu metrik sonucu 890.14 bulunmuştur.

$$AP = \frac{|I|}{|C|} \quad (7)$$

b. Sınıf zenginliği (Class Richness—CR): Bu ölçüm, örneklerin sınıflar arasında nasıl dağıtıldığını gösterir. Bir ontolojinin sınıf zenginliği (CR), boş olmayan sınıfların (ögelere sahip sınıflar) (C') sayısının, toplam sınıf sayısına (C) bölünmesiyle elde edilen yüzdeldir. Bu metrik sonucu, RRSO için, 0.8928 olarak bulunmuş ve sınıf zenginliğinin oldukça yüksek olarak belirlenmiştir.

$$CR = \frac{|C'|}{|C|} \quad (2)$$

Sınıf metrikleri

Sınıf Metrikleri, ontolojilerin sınıflarını ve ilişkilerini irdeler. Şekil 4'te görüldüğü üzere, RRSO yapısındaki sınıfların listesi görülmektedir. Örneğin, "EĞİTİM DURUMU" adlı sınıfını incelersek, bu sınıfın önem derecesi 0.65% olarak tespit edilmiştir. Ayrıca sınıfın miras ilişkileri/zenginliği bağlantıları derecesi 2.545, miras ilişkisinde olduğu alt sınıflarının sayısı 11, ve sınıfın içinde tanımlanmış ögelerin sayısı ise 16314 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu sınıfın, RRSO üzerinde oldukça önemli bir ağırlığa sahip olduğunu ve zengin ilişkisel bağlantılar kurduğu anlamına gelmektedir.

Grafik metrikleri

Grafik veya yapısal metrikler ontolojilerin yapısını irdeler. Bu bölüme dair RRSO'dan elde edilen sonuçlar, Şekil 4'te "Graph Metrics" başlığı altında sunulmuştur. Geliştirilen RRSO'nun son versiyonundaki ağaç yapısındaki derinlik, genişlik ve uzunluğa dair bilgilere işaret eden, bazı önemli metrikler hesaplanmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir: mutlak kök önem derecesi: 3, mutlak yaprak kardinalitesi: 24, mutlak derinlik: 64, ortalama derinlik: 2,285, maksimum derinlik: 3, mutlak genişlik: 28, ortalama genişlik: 5,6, maksimum genişlik: 11, yaprak yayılma oranı: 0,857, toplam yol sayısı: 28, ve ortalama yol sayısı: 9,333.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bir kuruluş ile çalışanları arasındaki ilişkiyi etkileyen tüm yönetim kararları/uygulamaları kurumsal firmaların İnsan Kaynakları (İK) birimleri tarafından yönetilmektedir. İnternet, küresel ölçekte dijitalleşmenin aşamalarını gözlemleyebilen organizasyonlar için çeşitli fırsatlar yaratmış, onların İK yönetimlerini ve süreçlerini etkilemiştir. Dijitalleşmeyi hızlandırmanın yanı sıra, COVID-19 gibi özel durumlar da, İK tarafının yürüttüğü iş süreçlerinde (ör., çevrimiçi personelin uzaktan performansının değerlendirilmesi, çevrimiçi işe alım görüşmesi, çevrimiçi personel memnuniyetini ölçme-değerlendirme, vb.) çeşitli değişikliklere veya yeniliklere neden olmuştur. Ayrıca, sosyal ağ iş-arama siteleri (ör, LinkedIn, kariyer.net, ResearchGate, vb.), iş adaylarının kendi profillerini oluşturmalarına ve hem resmi hem de gayri resmi çevrimiçi olarak kurumsal bilgi aramalarına yardımcı olmuştur. Bu makalede, kurumsal firmaların işe alım süreçlerinde, İK personelinin iş yükünü rahatlatacak, daha etkin süreç yönetimi sağlayacak ve JRS çözümlerine temel olacak, Özgeçmiş Öneri Sistemi Ontolojisi (Resume Recommender System Ontology- RRSO) bilgi tabanı sunulmaktadır. RRSO, Türkçe dilinde geliştirilmiş olup, Türkiye'de kurumsal firmaların İK alanında işe-alım süreçlerinde kullanabilecekleri derin bir bilgi tabanı, olarak literatüre kazandırılmıştır. Böylece, Türkçe özgeçmişler ile Türkçe iş ilanları arasında daha etkin eşleşmeler ve önermeler yapılabilecektir. Bu anlamda, çalışmanın araştırma alanına katkıları şu şekilde özetlenebilir:

- Türkiye'de yerleşik firmaların İK biriminin aday özgeçmiş havuzlarında bulunan milyonlarca özgeçmişin diğer veri kaynaklarıyla ilişkilendirilmesi RRSO Upper ontolojisi ile mümkün olabilmesi sağlanmıştır.
- Türkçe özgeçmişler ile Türkçe iş ilanları arasında kavramsal eşleşmeler ve bağlantıların çıkarılmasına yol açılmıştır.
- Araştırma çalışmalarında, Türkçe dilinde yapısız formatta saklanan özgeçmiş verilerin, yapay zekâ doğal dil işleme yöntemleri ile daha yapısal hale dönüşümünü sağlayan Adlandırılmış Varlık Tanıma (Named Entity Recognition-NER) çözümlerinde ontoloji bilgi tabanı olarak kullanılması imkânı sağlanmıştır.
- Yapısal hale dönüşümünü sağlayan Türkçe özgeçmişlerin, anlamsal tabanda OWL/XML formatında saklanmasına olanak sağlanmıştır.

— RRSO'nun son versiyonunda 28 sınıf/alt sınıf, 23 nesne tipinde özellik, 7 veri türünde özellik, 25314 mantıksal aksiyom, 24982 açıklama aksiyomu, 24924 sınıf öğeleri ve toplamda 75356 adet geniş çapta bir aksiyom seti içermektedir.

Gelecekteki bir çalışma olarak, RRSO ontolojisinin “İş Adayı — İş Pozisyon Tanımı” eşleşmesini sağlayacak kural tabanının yaratılarak genişletilmesi planlanmaktadır. Gelecekteki diğer bir çalışma ise, RRSO'nun REST API (Zhou vd.,2014) ve JAVA aracılığıyla diğer araştırmacılar tarafından arayüz/Web servisleri ile erişilebilir formda sunulması olacaktır. Çalışmanın yaygın etkisinin artırılması amacıyla İngilizce dil desteğinin eklenmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific American*, 284(5), 34-43. <https://doi.org/10.4102/sajim.v6i1.297>

Çelik, D., Karakas, A., Bal, G., Gültunca, C., Elçi, A., Buluz, B., & Alevli, M. C. (2013). Towards an information extraction system based on ontology to match resumes and jobs. In 2013 IEEE 37th annual computer software and applications conference workshops (pp. 333-338). IEEE. <https://doi.org/10.1109/COMPSACW.2013.60>

Guarino, N., Oberle, D., & Staab, S. (2009). What is an ontology? *Handbook on ontologies*, 1-17. https://doi.org/10.1007/978-3-540-92673-3_0

Guo, Shiqiang & Alamudun, Folami & Hammond, Tracy. (2016). Résumatcher: A Personalized Résumé-Job Matching System. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.04.013>.

Hong, W., Zheng, S., Wang, H., & Shi, J. (2013). A job recommender system based on user clustering. *J. Comput.*, 8(8), 1960-1967. <https://doi.org/10.4304/jcp.8.8.1960-1967>

Horrige, M., & Bechhofer, S. (2011). The OWL API: A java api for owl ontologies. *Semantic web*, 2(1), 11-21. <https://doi.org/10.3233/SW-2011-0025>

Kariyer.Net Web Sitesi, <https://www.kariyer.net>, LVD: 13-01-2023.

Lantow, B. (2016). OntoMetrics: Putting Metrics into Use for Ontology Evaluation. In *KEOD* (pp. 186-191). <https://doi.org/10.5220/0006084601860191>

Cardoso, J., & Pinto, A. M. (2015). The web ontology language (OWL) and its applications. In *Encyclopedia of Information Science and Technology, Third Edition* (pp. 7662-7673). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5888-2.ch755>

MEB Okullar ve Diğer Kurumlar Arama Sitesi, <https://www.meb.gov.tr/baglantilar/okullar/index.php>, Son Erişim: 27.10.2023

MEB Sektörler Listesi, <https://meslegimhayatim.meb.gov.tr/kariyer/sectorler>, Son Erişim: 27.10.2023

Memurlar Sitesi, www.memurlar.net/common/news/documents/458260/meslekyuksekokullari.pdf, Son Erişim: 27.10.2023

Mishra, R., & Rathi, S. (2020). Efficient and scalable job recommender system using collaborative filtering. In *ICDSMLA 2019: Proceedings of the 1st International Conference on Data Science, Machine Learning and Applications* (pp. 842-856). Springer Singapore. Casper proactive prospect. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1420-3_91

Nguyen, C. D., Vo, K. D., & Nguyen, D. T. (2013). Supporting career counseling with user modeling and job matching. In *Advanced computational methods for knowledge engineering* (pp. 281-292). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00293-4_21

O'connor, M., Knublauch, H., Tu, S., & Musen, M. (2005). Writing rules for the semantic web using SWRL and Jess. *Protégé With Rules WS*, Madrid, Mevcut: <https://www.researchgate.net/profile/Martin-Oconnor-7>. https://doi.org/10.1007/11574620_69

OntoMetric Web Portal, OntoMetric tool, Web adres: <https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/ontologymetrics/index.jsp>, Son Erişim: 13.11.2023.

Rimitha, S. R., Abburu, V., Kiranmai, A., Marimuthu, C., & Chandrasekaran, K. (2019). Improving Job Recommendation Using Ontological Modeling and User Profiles. In 2019 Fifteenth International Conference on Information Processing (ICINPRO) (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICInPro47689.2019.9092271>

Salazar, O. M., Jaramillo, J. C., Ovalle, D. A., & Guzmán, J. A. (2015). A case-based multi-agent and recommendation environment to improve the e-recruitment process. In Highlights of Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Sustainability-The PAAMS Collection: International Workshops of PAAMS 2015, Salamanca, Spain, June 3-4, 2015. Proceedings 13 (pp. 389-397). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19033-4_34

Secret.CV Web Sitesi, <https://www.secretcv.com/>, Son Erişim: 27.10.2023.

Siting, Z., Wenxing, H., Ning, Z., & Fan, Y. (2012). Job recommender systems: a survey. In 2012 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE) (pp. 920-924). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2012.6295216>

Tamburri, D. A., Van Den Heuvel, W. J., & Garriga, M. (2020). Dataops for societal intelligence: a data pipeline for labor market skills extraction and matching. In 2020 IEEE 21st International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI) (pp. 391-394). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IRI49571.2020.00063>

Wikipedia Meslekler Listesi, https://tr.wikipedia.org/wiki/Meslekler_listesi, Son Erişim: 27.10.2023

Wikipedia Şirketler Listesi, https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_merkezli_%C5%9Firketler_listesi, Son Erişim: 27.10.2023

Wikipedia Üniversiteler Liste, https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27deki_%C3%BCniversiteler_listesi, Son Erişim: 27.10.2023

Wikipedia Ünvanlar Listesi, https://tr.wikipedia.org/wiki/Meslek_unvanlar%C4%B1_listesi, Son Erişim: 27.10.2023

YÖK Üniversiteler Listesi, <https://www.yok.gov.tr/universiteler/universitelerimiz>, Son Erişim: 27.10.2023

Zhou, W., Li, L., Luo, M., & Chou, W. (2014). REST API design patterns for SDN northbound API. In 2014 28th international conference on advanced information networking and applications workshops (pp. 358-365). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WAINA.2014.153>