

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**YARI DENETİMLİ VE GENİŞLETİLEBİLİR
KURAL TABANLI BİR SAĞLIK BİLGİ SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Özgün YILMAZ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa TÜRKSEVER

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 619.01.00

Sunuş Tarihi : 20.12.2013

Bornova-İZMİR

2013

Özgün YILMAZ tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak sunulan “**Yarı Denetimli ve Genişletilebilir Kural Tabanlı Bir Sağlık Bilgi Sisteminin Geliştirilmesi**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **20.12.2013** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Mustafa TÜRKSEVER	
Raportör Üye	: Doç. Dr. Rıza Cenk ERDUR	
Üye	: Prof. Dr. Yalçın ÇEBİ	
Üye	: Doç. Dr. Murat Osman ÜNALIR	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Ayşegül ALAYBEYOĞLU	

ÖZET**YARI DENETİMLİ VE GENİŞLETİLEBİLİR KURAL TABANLI BİR
SAĞLIK BİLGİ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

YILMAZ, Özgün

Doktora Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa TÜRKSEVER

Aralık 2013, 101 sayfa

Tez çalışmasında, akıllı sağlık bilgi sistemleri geliştirilmesi için yenilikçi bir sağlık bilgi sistemi mimarisi sunulmaktadır ve ayrıca bu tür sistemlerin geliştirilmesi için bazı stratejiler tartışılmaktadır. Bu mimariyi gerçekleştiren sistemler, Web Ontology Language (OWL) ontolojilerinde hastaların elektronik sağlık kayıtlarını saklayabilecek, hastaneler arasında bu kayıtları paylaşabilecek ve sağlık personeline öneriler sunarak, sağlık personeli karar vermede, desteklenecektir. Bu mimariden türetilen sistemler akıllıdır, çünkü bu sistemler kural tabanlıdır, çıkarsama yapılmaktadır ve kendisini geliştirme yeteneğine sahiptir. Kendini geliştirme yeteneği, sağlık personeli tarafından verilen geçmiş kararlardan kuralların elde edilmesi ve bu kuralların sisteme eklenmesi ile sağlanmaktadır. Sistem, yarı denetimli kural çıkarımı ile sağlık personeline kendi kurallarını oluşturma olanağı sunmaktadır. Sunulan mimari tüm bu özellikleriyle yeni ve özgündür. Durum çalışması olarak, dış hekimliği alanında kullanılması için geliştirilen mimariye uyan bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin kullanılması bir senaryo ile anlatılmıştır. Bu sistem değerlendirme için dış hekimlerine deneme amacıyla kullandırılmıştır.

Bu mimariden türetilen bir sistemden karar verme desteği alınarak, deneyimli ve deneyimsiz sağlık personeli arasındaki bilişsel fark giderilebilir. Bu sayede hasta memnuniyeti sağlanır, deneyimsiz sağlık personeli karar vermede desteklenir ve personel bilgi dağarcığını geliştirebilir. Bu sistemi kullanarak, bir personel daha önce hiç tanı koymadığı bir duruma tanı koyabilir. Bu sistemin sayesinde, genel kitap bilgisi sistemde saklanarak, personelin kitaplara olan gereksinimi azaltılabilir.

Anahtar sözcükler: Sağlık bilgi sistemi, Elektronik sağlık kayıtları, Çok etmenli sistem, Karar destek sistemi, Akıl yürütme, Ontoloji.

ABSTRACT**DEVELOPMENT OF A SEMI-SUPERVISED AND EXTENSIBLE
RULE-BASED HEALTH INFORMATION SYSTEM**

YILMAZ, Özgün

PhD. in Computer Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa TÜRKSEVER

December 2013, 101 pages

In this thesis, a novel health information system architecture for developing intelligent health information systems is proposed and also some strategies for developing such systems are discussed. The systems fulfilling this architecture will be able to store electronic health records of the patients using Web Ontology Language (OWL) ontologies, share patient records among different hospitals and provide physicians expertise to assist them in making decisions. Systems derived from this architecture are intelligent because they are rule-based, make use of rule-based reasoning and have the ability to improve and evolve themselves. The improvement capability is provided by extracting rules from previously given decisions by the physicians and then adding the extracted rules to the system. The system gives physicians opportunity to construct their own rules through semi-supervised rule induction. The proposed system is novel and original in all of these aspects. As a case study, a system is implemented conforming to the developed architecture for use by dentists in the dental domain. The use of the developed system is described with a scenario. For evaluation, the developed dental information system was used and tried by a group of dentists.

By getting decision support from a system derived from this architecture, the cognitive gap between experienced and inexperienced physicians can be compensated. Thus, patient satisfaction can be achieved, inexperienced physicians are supported in decision making and the personnel can improve their knowledge. A physician can diagnose a case, which he/she has never diagnosed before, using this system. With the help of this system, it will be possible to store general domain knowledge in this system and the personnel's need to medical guideline documents will be reduced.

Keywords: Health information system, Electronic health record, Multi-agent system, Decision support system, Reasoning, Ontology

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince hep yakınlığını ve desteğini gördüğüm tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Mustafa Türksever'e, her zaman dostluğunu hissettiğim ve tez çalışmalarım sırasında sürekli danıştığım ve fikir alışverişinde bulunduğum hocam Doç. Dr. Rıza Cenk Erdur'a, jüri üyesi olarak görev alan hocalarım Prof. Dr. Yalçın Çebi'ye, Doç. Dr. Murat Osman Ünalır'a ve Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Alaybeyoğlu'na değerli önerilerinden ve katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca, her zaman yanımda olan anneme, babama ve kardeşime de çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatüre Katkılar	5
1.2. Teze Genel Bakış	6
2. ALTYAPI	8
2.1. Sağlık Alanında Bilgisayarların Kullanımı	8
2.1.1. Elektronik sağlık kayıtları	9
2.1.2. Terminoloji	11
2.1.3. Standartlar	12
2.1.4. Elektronik hasta kaydı uygulamaları	15
2.2. Yazılım Etmenleri	18

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.2.1. Yazılım etmenlerinin tez çalışmasına katkısı	22
2.3. Anlamsal Web.....	22
2.4. JADE.....	23
2.5. Protege-OWL API	25
3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR	27
4. BİLGİNİN MODELLENMESİ.....	33
4.1. Hasta Ontolojisi	39
4.1.1. Diş hekimliği için hasta modeli	40
4.2. Alan Ontolojisi.....	44
4.3. Tanı Ontolojisi	46
4.3.1. Protez kullanmayı etkileyen sistemik hastalıklar	50
4.3.2. Bazı bölümleri dişsiz çenelerin Kennedy'ye göre sınıflandırılması.....	52
4.4. Tedavi Ontolojisi	53
5. SAĞLIK BİLGİ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ.....	56
5.1. Motivasyon	56
5.2. Sistem Mimarisi	57

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

5.3. Etmenlerin Etkileşimleri.....	59
6. GELİŞTİRİLEN SİSTEM	64
6.1. Geliştirilen Sistemin Çalıştırılması.....	67
6.2. Geliştirilen Kurallar	71
6.3. Örnek Senaryo	83
7. SONUÇ	89
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	93
ÖZGEÇMİŞ	101
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Etmenlerin sınıflandırılması (Franklin and Graesser, 1997)	21
2.2 JADE platformu (Yılmaz, 2009)	25
4.1 Geliştirilen mimaride bilginin temsili.....	34
4.2 Tüm ontolojinin genel yapısı	36
4.3 Dental hasta modeli	40
4.4 Ağız içindeki dişler ve dişlerin numaraları.....	45
4.5 Ağız içinin modellenmesi	45
4.6 Dişin modellenmesi	46
4.7 Tanı ile ilgili kavramlar	47
4.8 Tedavi ile ilgili kavramlar	53
5.1 Sistem mimarisine genel bakış	58
5.2 Hasta kayıtlarının paylaşımı	58
5.3 Geliştirilen mimaride etmenler arasındaki etkileşimler.....	60
6.1 Arama penceresi	65
6.2 Bir örnek (individual) için veri giriş penceresi.....	66
6.3 Muayene örneği için bilgi girişi penceresi	67

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.4 Çalıştırılan komut için JADE etmen yönetim penceresi	69
6.5 İki farklı kapsayıcıdan oluşan platform için JADE etmen yönetim penceresi.	71
6.6 İnsan ağzındaki dişler.....	83
6.7 Kullanıcının sistemden uzmanlık alması	84
6.8 Kural çıkarım penceresi	85
6.9 Kullanıcının kural çıkarım sürecine katılması	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Tez çalışmasıyla literatür çalışmalarının karşılaştırılması.....	28
4.1 Denemelerde kullanılan ontolojilerin yapısı.....	37
4.2 Yapılan çıkarsama denemeleri.....	38
4.3 İlgili hastanın bilgilerinin okunması.....	39
6.1 Geliştirilen etmenlerin sınıfları.....	68

KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ACL	Agent Communication Language
AMS	Agent Management System
API	Application Programming Interface
DF	Directory Facilitator
EHR	Elektronik Health Record
ESK	Elektronik Sağlık Kaydı
FDI	World Dental Federation
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
FIPA SL	FIPA Semantic Language
HBP	Hareketli Bölümlü Protez
JADE	Java Agent Development Framework
JRE	Java Runtime Environment
MAS	Multi-Agent System
OWL	Web Ontology Language
PACS	Picture Archiving and Communication System
RDF	Resource Description Framework
RDFS	RDF Schema
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language
SWRL	Semantic Web Rule Language
UML	Unified Modelling Language
USBS	Ulusal Sağlık Bilgi Sistemi
W3C	World Wide Web Consortium

WHO	World Health Organization
XML	Extensible Markup Language

1. GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin, sağlık sektörü üzerinde önemli etkileri olmuştur. Günümüzde sağlık bilgi sistemleri, hemen hemen her hastanede kullanılmaktadır. Sağlık bilgi teknolojileri genel olarak verimliliği, servis kalitesini arttırmak ve hastanelerdeki maliyetleri azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Lapointe et al., 2011). Hastane bilgi sistemlerinde, hastaların sağlık kayıtları elektronik ortamda saklanır. Eğer bu hasta bilgileri, hastaneler arasında paylaşırlırsa, maliyetler daha da düşürölüp, daha yararlı bilgi sistemleri oluşturulabilir. Hasta bilgilerinin farklı hastaneler arasında paylaşılması ile sağlık personeli bir hastanın geçmiş bilgilerini inceleyerek hastanın durumunu detaylı bir şekilde kavrayabilir ve gereken kararları daha hızlı bir şekilde alarak hastaya müdahale edebilir. Bu özellikle hastanın bilincinin yerinde olmadığı ve konuşamayacak durumda olduğu acil durumlarda çok önemli olabilir. Yine bir acil durumda, müdahale etmeden önce doktorun hastanın bazı test sonuçlarını görmesi gerekebilir. Eğer hasta şans eseri önceden bu testleri yakın zamanda yaptırmışsa doktor bu bilgilere de anında ulaşabilir. Bunlara ek olarak, eğer hastanın bilinci açık olsa bile, hasta sağlık geçmişini yeterli derecede anlatamayabilir.

Hasta kayıtlarının hastaneler arasında paylaşılması harcanan zamanı ve maliyetleri daha da azaltacaktır ve hasta memnuniyetini arttıracaktır. Çünkü hastanın tüm geçmiş sağlık bilgilerine erişilebilir ve hastanın geçmiş sağlık bilgilerini saklamasına ve her seferinde yanında getirmesine gerek kalmamaktadır.

Tezin amacı, akıllı ve dağıtık bir sağlık bilgi sistemi geliştirmektir. Bu sistem, hem hasta bilgilerini tutmakta, hem de uzmanlara öneriler sunarak uzmanların karar almasını desteklemektedir. Ayrıca, eğer hastalar izin veriyorsa, hasta bilgilerinin uzak hastaneler arasında paylaşılmasını mümkün kılmaktadır. Sistemin, ontolojiler kullanılarak bilgi paylaşımını ve bilginin yeniden kullanımını desteklemesi ve kural tabanlı çıkarsama yapılması amaçlanmaktadır. Ontolojiler modüler (Pathak et al., 2009) bir yapıdadır. Ayrıca uzmanların verdikleri

kararlardan kurallar elde edilerek, bu kuralların sisteme eklenmesi ile sisteme kendisini geliştirme özelliği kazandırılmaktadır. Sistem dağıtık bir mimaride olup çok sayıda hastaneyi desteklemektedir. Örneğin bir hastaneye hasta geldiğinde eğer varsa bu hastanın başka hastanelerdeki kayıtlı bilgileri elde edilebilmektedir. Bu sistem, durum çalışması olarak, diş hekimliğinde, hareketli bölümlü protezlerde (HBP) ağız hazırlık aşamalarının belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistem mimarisinde, sağlık personelinin karar vermede destekleyen bir öneri sistemi de bulunmaktadır. Bir hastaya tanı koymak ve yapılacak tedaviye karar vermek deneyimli doktorlar açısından bile hatalara açık bir süreçtir. Bunun nedeni, hastanın o anlık sağlık durumuna ek olarak, yaş, cinsiyet, ekonomik durum ve sağlık geçmişi (hastaya geçmişte konulan tanı ve uygulanan tedaviler) gibi çok sayıda faktörün olmasıdır. Bu faktörler doktor tarafından yanlışlıkla göz ardı edilebilir veya hasta hatırlayamadığı için veya hastanın şuuru yerinde olmadığı için hasta tarafından doktora söylenemeyebilir. Bir hasta için uygun olan bir tedavi seçeneği, aynı belirtileri gösteren bir başka hasta için uygun olmayabilir. Bu karar verme süreci kendisini uyarlayabilen bir uzman sistem tarafından desteklenirse çok sayıda fayda elde edilebilir.

Kural tabanlı bir öneri sistemi ile uzmanlık alan bilgisi sistemin kaynak kodundan ayrılmıştır. Yeni kurallar tanımlanarak, sisteme yeni işlevler, sistemin kaynak kodunda değişiklik yapmadan kolaylıkla eklenebilir. Bu sayede esnek ve genişletilebilir bir sistem geliştirilmiştir. Kural tabanlı sistemlerin zayıf yönü kendisini uyarlayamamasıdır. Kural tabanlı sistemler, daha önceden tanımlanan kuralların çerçevesinde öneriler sunar. Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistemde ise sistem otomatik veya yarı denetimli olarak kural çıkarımı ile yeni kurallar elde edebilmekte ve bu sayede sistem kendisini geliştirebilmektedir.

Tez çalışmasında geliştirilen sistem mimarisi anlamsal web teknolojilerini kullanmaktadır. Hastaların sağlık kayıtları OWL (Web Ontology Language) (Bechhofer et al., 2004) diliyle oluşturulmuş ontolojilerde saklanmaktadır.

Anlamsal web (Berners-Lee et al., 2001), web kaynaklarının daha zengin ve açık bir şekilde betimlenmesinin sağlanması için W3C (World Wide Web Consortium) tarafından yürütülen bir çabadır. Anlamsal web, esas olarak makineler tarafından anlaşılabilir bilgi alışverişi yapılabilmesi için tanımlanmış standartlardan oluşmaktadır. Böylece etmenler gibi özerk yazılım birimleri, anlamsal sayfaları ve verileri anlayarak temsil ettikleri kullanıcılar adına çeşitli işler yapabileceklerdir. Bu standartlardan olan RDF (Resource Description Framework), XML tabanlı serileştirme söz dizimi (syntax) ile özne-yüklem-nesne üçlülerinden oluşan veri modeli belirtimleri yapmaya yarar. Yine bu standartlardan olan OWL ise ontolojilerin tanımlanmasına ve paylaşılmasına olanak sağlar. Ontoloji, belirli bir alandaki kavramlar, kavramların özellikleri ve kavramlar arasındaki ilişkilerden oluşan, paylaşılmış kavramsallaştırmadır (McGuinness and van Harmelen, 2004). OWL, nesneye yönelik bir yaklaşımla modellenmiştir ve belirli bir alanın yapısı, sınıflar (class), özellikler (property), kısıtlamalar (restriction) ve örnekler (individual) kullanılarak betimlenmektedir.

Ontolojilerin kullanılmasının nedeni, yüksek ifade edilebilirlik, bilginin paylaşımı, bilginin yeniden kullanımı ve çıkarsama desteğinin sağlanmasıdır. Burada tıbbi uzmanlık alanı, ontolojiler ve kurallar ile temsil edilmektedir. Kural dili olarak, SWRL (Semantic Web Rule Language) (Horrocks et al., 2004) veya çıkarsama motoru tarafından desteklenen başka bir kural dili kullanılabilir. Doktorlara karar desteği, tanı ve tedavi önerileri sunularak gerçekleştirilmektedir. Öneriler, sistemde tanımlı kurallar ile çıkarsama yapılarak hasta verisinden yeni gerçekler bulunarak elde edilmektedir.

Ontolojileri kullanmak için Jena (Apache Jena, 2013) ve OWL API (OWLAPI, 2013) gibi yazılım çerçeveleri kullanılabilir. Çıkarsama motoru olarak FaCT (Horrocks, 2003), RacerPro (RacerPro, 2012), Pellet (Pellet, 2012) veya HermiT (Hermit, 2013) kullanılabilir. Ontolojileri sorgulamak için SPARQL (SPARQL Query Language for RDF) (Prud'hommeaux and Seaborne, 2008) sorgulama dili kullanılabilir. SPARQL'ın avantajı sorguda 'VE' dışındaki mantıksal operatörlerin de kullanılabilmesidir.

Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistem dağıtık ve çok etmenlidir. Yazılım etmenleri teknoloji, karmaşık ve dinamik, heterojen ortamların yapısına uygun ve özerk (autonomous) davranış gösteren yazılımların geliştirilmesine yönelik bir teknolojidir. Genel olarak etmenler, belirli bir ortamda bulunan ve bulundukları ortamda amaçlarına ulaşmak için özerk davranış gösteren sistemlerdir. Günümüzde yazılım etmenleri; anlamsal web uygulamaları, dağıtık yapay zeka, robot bilimi (robotics), yapay yaşam (artificial life), dağıtık sistemler, insan-bilgisayar etkileşimi, akıllı ve uyarlanabilen arayüzler, akıllı arama, filtreleme, vb. alanlarda kullanılmaktadır (Wooldridge, 2002). Geliştirilen mimaride, farklı bilgisayarlarda çalışan, birbirleriyle haberleşmesi gereken özerk (autonomous) ve proaktif davranış gösteren etmenlerin özelliklerine sahip yazılım birimlerine ihtiyacımız vardır. Bu nedenle geliştirilen mimaride yazılım etmenleri kullanılmıştır. Yazılım etmenleri, JADE (Jade, 2013), JADEX (Braubach and Pokahr, 2007), JACK (Agent Oriented Software, 2013), vb. üçüncü parti etmen geliştirme çerçeveleri kullanılarak geliştirilebilirler.

Tez çalışması kapsamında, akıllı ve dağıtık sağlık sistemleri geliştirilmesi için yeni ve özgün bir sağlık bilgi sistemi mimarisi sunulmaktadır. Bu mimari, tıp ve diş hekimliği ile ilgili sistemlerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Bu mimariden geliştirilen sistemler hem sağlık bilgi sistemi, hem de sağlık personeline öneriler sağlayan karar destek sistemi gibi davranacaktır. Bu mimariden türetilen bir sistem, elektronik hasta kayıtlarını saklayabilecek, farklı hastaneler arasında hasta kayıt bilgileri paylaşımına olanak verecek ve sağlık personeline karar almada öneriler sunarak sağlık personeli destekleyecektir. Son kararı sağlık personeli kendisi verecektir. Sistemin akıllı olması, kural tabanlı çıkarsama yapması ve kendisini geliştirebilmesinden kaynaklanmaktadır. Sistemin kendisini geliştirmesi, kural çıkarımı (rule induction) yapılarak sağlanmaktadır. Kural çıkarımı ile doktorların geçmişte verdiği kararlardan kurallar elde edilir ve bu kurallar sisteme eklenerek sistemin iyileştirilmesi sağlanır. Kural çıkarımı, otomatik veya yarı denetimli olarak gerçekleştirilebilir. Bu bağlamda, sistem, doktorların kendi kurallarını oluşturmaya imkan sağlamaktadır. Sistemin kendini geliştirebilme özelliği önemlidir, çünkü bazı durumlarda sistem doktorlara herhangi bir öneri

sunamayabilir veya rutin uygulamanın dışına çıkılması gerekebilir. Sistemin kendisini geliştirme özelliği ile bu gibi durumların üstesinden gelinebilir. Tez çalışmasında geliştirilen mimari tüm bu özellikleriyle yeni ve özgündür.

Durum çalışması olarak, geliştirilen mimariden, diş hekimliğinde kullanılmak üzere bir sistem gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, hareketli bölümlü protezlerde ağız hazırlıklarının belirlenmesi konusunda diş hekimlerine öneriler sunmaktadır. Geliştirilen sağlık bilgi sistemi Java programlama diliyle, Netbeans geliştirme ortamında geliştirilmiştir. Çoklu dil desteği vardır. Etmen geliştirme çerçevesi olarak JADE (JADE, 2013) kullanılmıştır. Ontoloji manipülasyonu için Protege-OWL API (Protege, 2013a), kural tabanlı çıkarsama (inference) yapmak için JESS (Jess, 2013) kural motoru kullanılmıştır. Kural dili olarak da SWRL (Semantic Web Rule Language) kullanılmaktadır. Ayrıca ontolojilerin sorgulanması SPARQL sorguları ile gerçekleştirilmektedir.

1.1. Literatüre Katkılar

Tez çalışmasının literatüre yapmış olduğu katkılar, şu şekilde sıralanabilir:

1. Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistem, hastaların medikal kayıtlarını saklayan ve bu kayıtların hastaneler arasında paylaşımına olanak sağlayan bir sağlık bilgi sistemidir. Uzmanları karar almalarında desteklemek amacıyla, uzmanlara öneriler sunan kural tabanlı bir öneri alt sistemi barındırır. Ayrıca uzmanların verdikleri kararlardan kurallar elde edilerek, bu kuralların sisteme eklenmesi ile sisteme kendisini geliştirme özelliği kazandırılmıştır. Yapılan literatür taramasında, akıllı, hasta kayıtlarının paylaşımını destekleyen, uzmanlara karar almalarında destek veren, uzmanların girdikleri kurallardan çıkarsama yapan ve en önemlisi kendini geliştirme özelliği olan bir sisteme rastlanmamıştır.
2. Geliştirilen sistemde, medikal alanın modüler temsili konusunda yeni bir yaklaşım oluşturulmuştur. Geliştirilen ontolojiler modüler bir yapıda saklanmaktadır. Bununla esneklik ve yönetim kolaylığı amaçlanmıştır.

3. Tez çalışmasında, diş hekimliği için hasta ontolojisi, insan ağzını modelleyen ontoloji ve protetik diş tedavisi ile ilgili tanı ve tedavi ontolojileri geliştirilmiştir. Yapılan literatür taramasına göre, geliştirilmiş olan diş hekimliğinde hastayı modelleyen hasta ontolojisi ve protetik diş tedavisi alanında yapılan tanı ve tedavi ontolojileri tamamen yenidir, daha önce yapılmamıştır.
4. Geliştirilen sistemde ayrıca hasta kayıtlarının gizliliği korunmaktadır. Sağlık personeli, sadece kendi ekledikleri kayıtlara ve izin verilen kayıtlara erişebilmektedir. İzin verilmeyen bir kayda erişilmek istendiğinde, bu izin hastanın şifre girmesi ile mümkün olmaktadır.
5. Geliştirilen sistemde, kural çıkarımı işlemi otomatik veya yarı denetimli olarak yapılabilmektedir. Sistem, sağlık personeline kolaylıkla kendi kurallarını oluşturma olanağı sağlamaktadır.

1.2. Teze Genel Bakış

Tezin bundan sonraki bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde, tezin altyapısını oluşturan; sağlık alanında bilgisayarların kullanımı, yazılım etmenleri, anlamsal web, JADE etmen geliştirme çerçevesi, Protege-OWL API konu ve kavramlarıyla ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde ise ilgili literatür çalışmaları incelenmiştir. Hastane bilgi sistemleri, elektronik sağlık kayıtları ve sağlık alanında ontoloji kullanan sistemlerle ilgili diğer çalışmalar anlatılıp, karşılaştırılmıştır. Ayrıca, tez çalışması literatür çalışmaları kapsamında değerlendirilmiştir. Dördüncü bölümde, bilginin modellenmesi, üst ontoloji, hasta ontolojisi, alan ontolojisi, tanı ontolojisi ve tedavi ontolojisi anlatılmıştır. Beşinci bölümde, motive edici senaryo, sistem mimarisi ve etmenler arasındaki etkileşimler anlatılmıştır. Altıncı bölümde, geliştirilen sağlık bilgi sisteminde kullanılan teknolojiler, yazılımın çalıştırılması ve geliştirilen kuralların bir kısmı açıklanmıştır. Sonrasındaysa, bu sistem geliştirilirken edinilen tecrübeler paylaşılmıştır. Yedinci bölümde, sistemin kural çıkarımı ile kendini geliştirme

özelliği örnek bir senaryo üzerinden anlatılmıştır. Sekizinci bölümde, tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ve ileriye yönelik öneriler anlatılmıştır.

2. ALTYAPI

2.1. Sağlık Alanında Bilgisayarların Kullanımı

Son yıllarda yaşanan hızlı teknolojik gelişmelerin sağlık sistemlerine de büyük etkileri olmuştur. Günümüzde, finans yazılımlarını kullanmadan modern bankacılık yapılamayacağı gibi, modern tıp ve modern biyoloji araştırmaları da bilişim teknolojilerini kullanmadan yapılamaz. Yaşayan canlıları kapsayan bilim dallarında çok fazla miktarda veri üretilmektedir. Bu durum, geleneksel kağıt tabanlı dokümanlar ile bilgi yönetimi ve veri analizi yapılmasını imkansız hale getirmektedir. Ayrıca, sağlık personeli zaten sürekli olarak bilişim teknolojileri ile bir şekilde iç içe olmaktadır. Örneğin, bir hastanın bilgilerine ulaşmak veya kaydetmek için, bir konuda meslektaşlarına danışmak için, bilimsel makaleler okumak için, teşhis koyarken planlama aşamasında, hasta bakımı için stratejiler planlarken, laboratuvar veya radyolojik muayene sonuçlarını yorumlarken veya vaka tabanlı ve popülasyon tabanlı araştırma yaparken, sağlık personelinin bilişim teknolojilerini kullanması kaçınılmazdır.

Tıbbı, yoğun bilginin olduğu diğer alan ve bilimlerden ayıran ise karmaşıklık, belirsizlik ve söz konusu olanın insan hayatı olmasıdır. Topluma en iyi sağlık hizmetini sunma isteği, sağlık personeli ve biyomedikal araştırmacılarının kullandığı büyük miktardaki bilginin etkin bir şekilde organizasyonuna ve yönetimine ayrı bir önem verilmesini gerektirmektedir. Bu durum, özelleşmiş yaklaşımlara ve biyoloji, klinik tıp ve bilişim teknolojileri konusunda bilgili ve yetkin araştırmacılara ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Shortliffe and Cimino, 2006).

Bilgisayarların biyomedikal alana (biomedicine) uygulanması yeni olmasına rağmen, biyomedikal bilgi işlemin, klinik ve bilimsel etkisi kayda değerdir. Hastane bilgi sistemleri, artık her hastanede, iletişim, bilgi yönetimi, vb. amaçlarla bir şekilde kullanılmaktadır. Doktorlar, bütün ilaçların arasından arama yaparak ilaçların yan etkisi, ilaçlar arası etkileşim, vb. konularda çok kısa sürede bilgi

edinebilmektedir. Elektrokardiyografiler (EKG) ilk olarak bilgisayar programları tarafından analiz edilmektedir. Akciğer fonksiyon testleri, çeşitli laboratuvar ve radyolojik anormalliklerin yorumlanmasında da benzer teknikler uygulanmaktadır. İçinde gömülü mikro işlemci bulunan cihazlar hastaların izlenmesinde ve yoğun bakım veya ameliyathane gibi birimlerde uyarı vermek için kullanılmaktadır. Sağlık personeli ve sağlık araştırmacıları literatürü takip etmek için bilgisayarları kullanmaktadır. Çeşitli karar destek araçları geliştirilmekte ve bu araçlar hasta bakım sistemleriyle entegre edilmektedir. Bunun klinik tıp üzerinde büyük etkisi olmaktadır (Shortliffe and Cimino, 2006).

2.1.1. Elektronik sağlık kayıtları

Hasta sağlık kaydı, sağlık kuruluşunda hasta ile ilgili toplanan ve oluşturulan verilerin bütünüdür. Amacı, sağlık personeli açısından, önceden yapılan gözlemleri hatırlayabilmek, diğer personeli bilgilendirmek, öğrencileri yetiştirmek, bilgi dağarcığını geliştirmek, performansı izlemek ve yapılan müdahalelerin doğruluğunu kanıtlamaktır (Reiser, 1991; Tang and McDonald, 2006). Bu farklı konular aslında tek bir ortak amaca yöneliktir. Bu ortak amaç, sağlık biliminin uygulamalarını daha ileriye taşımaktır (Tang and McDonald, 2006).

Elektronik sağlık kaydı ise bir kişinin hayatı boyunca elde edilen tüm sağlık bilgilerinin elektronik bir veri ambarında saklanması ile gerçekleştirilir. Bu kayıtlara yetkilendirilmiş kişiler erişebilir (Tang and McDonald, 2006). Bu kayıtların gizliliği ve güvenliğinin sağlanması önemlidir. Veriler güvenli bir ortamda saklanmalı ve yine güvenli bir şekilde iletişime açılmalıdır. Bu da ancak şifreleme ve güvenli iletişim protokollerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir.

Klinik bilgi işlem alanında, günümüzde hiçbir konu elektronik sağlık kayıtları (ESK) kadar ilgi görmemektedir. Sağlık kuruluşları, stratejik planlama ve yerel veya bölgesel rekabet içinde oldukları diğer kuruluşlarla karşılaştırma yaparken, isteklerine cevap veren sistemler olmamasından şikâyetçilerdir.

Geçmişte planlama ve değerlendirme için çoğunlukla yönetimsel ve mali veriler kullanılırken, günümüzdeyse klinik veriler de işin içine girmiştir. Kağıt tabanlı sağlık kayıtlarının bu işler için yetersiz olduğu görülmüştür (Dick and Steen, 1991; Shortliffe and Blois, 2006). Kağıt tabanlı kayıtlar, özellikle erişim konusunda sıkıntı yaratmaktadır (Shortliffe and Blois, 2006).

Geleneksel kağıt tabanlı kayıtlar, 19. yüzyılda ortaya çıkmıştır ve modern tıbbın gereksinimlerini karşılamada yetersizdir. Farklı kaynaklardan gelen kayıtlar birbiriyle uyumsuzdur ve bu kayıtların birleştirilmesi çok zordur. Sadece bir doktor tarafından girilen kayıtlar, kronolojik sırayla kaydedilmektedir ve anında özel bir bilgiye ulaşılması zordur ve oldukça zaman alıcıdır. Ayrıca hataya açıktır ve oldukça maliyetlidir (Shortliffe and Blois, 2006).

Çok sayıda sağlık kuruluşu entegre edilmiş klinik sistemler geliştirilmesi üzerinde çalışmaktadır. Bu sistemler, klinik tıp alanında işlem görmenin yanında, yönetimsel ve mali alanlarda da hizmet vermektedir. Bu sistemlerin en önemli dayanak noktası ise elektronik sağlık kayıtlarıdır. Bu aslında, sağlık kayıtlarının yeniden tanımlanması demektir. Bu kayıtlar, elektronik ortamda saklanan, gerektiğinde her yerden erişilebilen, güvenilir, güvenli, gizli, hem sağlık personeli hem de hastalar tarafından kabul gören ve hasta bilgisiyle ilgili olmayan diğer sistemlerle entegre edilebilen yapılardır (Shortliffe and Blois, 2006).

Elektronik sağlık kayıtları bu bağlamda pek çok avantaj sunmaktadır. Bunların en önemlisi, belirli bir bilgiye çok kısa sürede kolayca erişilebilmesidir. Bir çalışma için gerekli veri otomatik olarak elektronik sağlık kayıtlarından elde edilebilir. Üretkenlik artar. Verinin analizi, görselleştirilmesi, erişimi ve paylaşımı kolaylaşır. Elektronik sağlık kayıtları, karar destek sistemlerinde de kullanılabilir. Burada, elektronik sağlık kayıtları, bir nesne veya ürün gibi değil de, bir kurumun teknoloji desteğiyle kullanması gereken bir dizi süreç olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle, elektronik sağlık kayıtlarını gerçekleştirmek aslında bir sistem entegrasyon işidir, bir kuruluşun marketten satın alıp hemen kullanabileceği bir ürün değildir (Shortliffe and Blois, 2006).

2.1.2. Terminoloji

Medikal bilgisayar bilimi (medical computer science), bilgisayar biliminin metodlarının medikal konulara uygulandığı, bilgisayar biliminin alt dalıdır. Son yıllarda kullanılan biyomedikal bilgi işlem ise kesin bir tanım yapmadan, bilgisayarların biyoloji veya tıpta bir amaçla kullanılması anlamına gelmektedir. Bu terim ile kastedilen, bilgisayarların biyomühendislik uygulamaları ile ilişkilendirildiği ve ana bir araştırma alanı olarak değil de bir araç olarak görüldüğü alandır (Shortliffe and Blois, 2006).

İlk olarak Avrupa’da ortaya çıkan medikal informatik (medical informatics) ise medikal bilgi işlem (medical computing) daha geniş bir alanı kapsamaktadır. Medikal informatik, medikal istatistik, kayıtların saklanması ve medikal bilginin doğası gibi konuları da kapsamaktadır. Medikal informatik, bilgisayarlardan ziyade bilgi işlemin uygulandığı alana odaklanmaktadır. Biyoinformatik teriminin ortaya çıkmasından sonra, medikal informatikteki medikalın sadece tıbbi ve doktorları çağrıştırdığını iddia edenler olmuştur. Bu yüzden artık biyomedikal informatik terimi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu terim, sağlık uygulamaları, klinik uygulamaları ve biyomedikal araştırmaları kapsayan geniş bir alanı tanımlamaktadır. Bilgisayarlardan ve biyomedikal informatik alanında kullanılmalarından bahsedildiği zaman biyomedikal bilgisayar bilimi (metodoloji bakımından) ve biyomedikal bilgi işlem (yapılan etkinlikten söz ederken) terimleri kullanılmaktadır. Biyomedikal informatik, bilgisayar bilimine ek olarak daha birçok bilimden yararlanır (Shortliffe and Blois, 2006).

Özetlemek gerekirse, biyomedikal informatik, biyomedikal bilgi, veri ve bilgi dağılımı ile ilgili, bu bilgilerin saklanması, erişimi ve problem çözümü ve karar almada en iyi şekilde kullanılmasıyla ilgilenen bir bilimsel alandır. Biyomedikal alanındaki tüm temel ve uygulamalı bilimlere kapsar ve özellikle bilgi işlem ve iletişim gibi alanlarda modern bilgi bilimine çok yakından bağlıdır. Biyomedikal informatik alanının yeni bir disiplin olarak ortaya çıkmasında en

önemli nedenler, bilgi işlem ve iletişim alanındaki teknolojik gelişmeler, kağıt tabanlı metotların yetersizliği ve bu alanda bilinçli kararlar almanın öneminin anlaşılması olarak sıralanabilir (Shortliffe and Blois, 2006).

2.1.3. Standartlar

Diğer alanlarda olduğu gibi biomedikal alanda da çeşitli standartlaşma çabaları vardır. Bu çabalar, tıbbi terimler sözlükleri (medical thesauruses), klinik kodlama sistemleri ve sağlıkla ilgili ontolojileri kapsamaktadır (Juarez et al., 2009).

Tıbbi terimler sözlükleri, klinik kodlama sistemleri uyumluluğu sağlamak ve belirsizlikleri önlemek için geliştirilmiştir. Bu sistemlerden en çok kullanılanları aşağıda listelenmektedir:

- **International Classification of Diseases (ICD):** ICD, Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization) tarafından desteklenen bir sınıflandırma sistemidir. Son sürümü ICD 10'dur. ICD, sağlık kayıtlarında ve ölüm belgelerinde kaydedilen hastalık ve diğer sağlık sorunlarını sınıflandırmaya yarayan uluslar arası bir standarttır. Bu kayıtlar, üye devletlerin ulusal ölüm ve hastalık istatistiklerinin derlenmesinde kullanılmaktadır (World Health Organization, 2013; Juarez et al., 2009). Tez çalışması kapsamında geliştirilen ontolojilerde, tanı ile ilgili kavramlarda ICD kodları kullanılmaktadır.
- **Unified Medical Language System (UMLS):** UMLS, yazılım sistemleri arasında birlikte işlerliği sağlamak amacıyla çok sayıda kaynaktan, çok sayıda sağlık ve biyomedikal terimleri ve standartları içerir. UMLS'nin ana amacı, biyomedikal bilginin makineler tarafından okunabilmesi ve işlenebilmesinin sağlanmasıdır. Ayrıca, geliştiricilere sağlık ve biyomedikal bilgi sistemleri oluşturmaları için bilgi kaynakları ve yazılım

araçları sağlanması da amaçlanmaktadır (National Library of Medicine, 2006).

- **HL7 (Health Level 7) Standartları:** HL7 standartları, elektronik sağlık bilgisinin alışverişi, paylaşımı ve entegrasyonu için bir çerçeve sunar. Bu standartlar, bilginin paketlenmesini ve iletimini, sistemler arası entegrasyonu sağlamak için bilginin yapısını ve veri tiplerini tanımlar. Ayrıca klinik uygulamaları ve sağlık hizmetlerinin yönetimi, dağıtımı ve değerlendirilmesini de destekler (Health Level 7, 2013).
- **Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC):** LOINC, Regenstrief Institute tarafından başlatılan bir girişimdir. Laboratuvar sonuçları, sağlık hizmeti yönetimi ve bilimsel araştırmalar için bilgi alışverişini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. LOINC kodları, farklı sistemler arasında iletişim kuran, mesaj alanlarında laboratuvar ve klinik gözlemler için kullanılan evrensel belirteçlerdir (Regenstrief Institute, 2010).
- **Clinical Terms Version 3 (CTV3):** CTV3, James Read tarafından geliştirilen, hasta bakımı ve tedavisini tanımlayan standart terimlerden oluşan Read kodlarının bir sürümüdür. CTV3, SNOMED CT'nin geliştirilmesiyle sonuçlanan SNOMED sistemine öncülük etmiştir (National Library of Medicine, 2010; Juarez et al., 2009).
- **Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (SNOMED CT):** SNOMED CT, Amerikan Patologlar Kurumu (College of American Pathologists) tarafından oluşturulan terimler sözlüğüdür. Şimdiyse IHTSDO (International Health Terminology Standards Development Organisation) tarafından devam ettirilmektedir. SNOMED CT, sağlık hizmetlerini, makineler tarafından anlaşılır kayıtlar oluşturulmasını sağlayarak, geliştirmektedir (SNOMED International, 2013; Juarez et al.,

2009). Tez çalışması kapsamında geliştirilen ontolojilerde, SNOMED CT kodları kullanılmaktadır.

Standartlaşmaya başka bir yaklaşım ise ontolojilerdir. Ontolojiler, kısaca bir alanı betimleyen paylaşılmış kavramsallaştırmalardır. Ontolojiler, ifade edilebilirlik bakımından ilişkisel veritabanlarından daha üstündür. Ontolojiler, sadece kavramlar hiyerarşisi değildir, belirli bir alanda, kavramlar, özellikler, kısıtlamalar ve kavramlar arası ilişkilerdir. Bu nedenle, ontolojiler sınıflandırma sistemlerinden daha üstündür, belirli bir alanı daha iyi temsil ederler. Ontolojiler, bilgi paylaşımını, bilginin yeniden kullanımını ve çıkarsama yapılmasını desteklerler (Juarez et al., 2009). Tıp alanında en çok bilinen ontoloji çalışmaları şunlardır:

- **Generalized Architecture for Languages, Encyclopedias and Nomenclatures (GALEN):** GALEN klinik kodlama yapmaya yarayan bir tıbbi terimler sözlüğü sunucusudur. Bu terimler sözlüğü, biçimsel (formal) bir dil olan GRAIL (GALEN Concept Representation Language) ile yazılmıştır ve OWL sürümü de vardır (Rogers et al. 2001; OpenGALEN, 2013; Juarez et al., 2009).
- **OpenEHR:** OpenEHR, bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin bir şekilde, sağlık hizmetlerini, tıbbi araştırmaları ve ilgili diğer araştırma alanlarını desteklemesini hedefleyen açık kaynak (open source) bir katılım projesidir. OpenEHR, tıbbi bilginin temsil edilip paylaşılabilmesi amacıyla, ontolojiler, terimler sözlüğü ve anlamsal bir sağlık bilgi işlem platformu içerir (OpenEHR Foundation, 2007).
- **The Gene Ontology (GO):** Tüm türler arası gen ve gen ürünleri özelliklerinin temsilini standartlaştırma çabasıdır. GO projesi, gen ürünleri özelliklerinin betimlendiği bir denetlenen terimler sözlüğü ve üyeler tarafından girilen gen ürünleri açıklama verisi sunar. Ayrıca bu veriye

erişim ve bu veriyi işleme için çeşitli araçlar sağlar (Gene Ontology Consortium, 2012; Juarez et al., 2009).

- **The Open Biological and Biomedical Ontologies (OBO):** OBO kuruluşu, biyomedikal alanda ontolojilerin geliştirilmesinde bir takım ilkelerin belirlenmesi amacıyla bu alanda uzman kişilerin katılımıyla oluşturulmuş bir çabadır. Amacı biyomedikal alanda birlikte işleyebilen ortogonal ontolojilerin geliştirilmesidir (OBO Foundry, 2013).
- **The Foundational Model of Anatomy Ontology (FMA):** FMA ontolojisi, insanlar ve bilgisayarlar tarafından anlaşılabilirlik şeklinde insan anatomisini modelleyen bir ontoloji sunar. FMA ontolojisi diğer canlı türlerini kapsayacak şekilde genişletilebilir. FMA ontolojisi, anatomik bilgiyi, eğitim, klinik tıp, elektronik sağlık kayıt sistemleri, biyomedikal araştırma ve diğer sağlıkla ilgili alanlar için bilgi mühendisleri ve uygulama geliştiricilerinin kullanımına sunar. Hedef, anatomik sınıf temsillerinde tutarlılık ve standartlar sağlamaktır (FMA, 2013).

Tez çalışmasında, yüksek ifade edilebilirlik, bilgi paylaşımı, bilginin yeniden kullanımı ve hazır çıkarsama desteği nedeniyle medikal alan OWL ontolojileri ile temsil edilmektedir. Tıbbi terimlerin bir hiyerarşi oluşturacak şekilde düzenlenmesi büyük bir avantajdır. Geliştirilen ontolojilerde, bu anlatılan standartlardan ICD ve SNOMED CT kodları kullanılmaktadır.

2.1.4. Elektronik hasta kaydı uygulamaları

Dünya’da, elektronik hasta kaydı ve bu kayıtların paylaşımıyla ilgili pek çok uygulama vardır. Bu bölümde en bilinen uygulamalar anlatılmaktadır. Avrupa Birliği’nin (European Union) yürütme organı olan Avrupa Komisyonu (European Commission), dijital ekonomiyi canlandırmak amacıyla, 2020 yılına kadar Avrupa Birliği’ne üye tüm ülkelerin vatandaşlarının Avrupa’nın herhangi bir yerinden kendi elektronik sağlık kayıtlarına erişimini mümkün kılacaktır. Böylece hastalar

sınır ötesi, diğer üye ülkelerden sağlık hizmetleri alabileceklerdir. Yürürlüğe giren 2011/24/EU yönergesiyle (Directive 2011/24/EU), üye ülkelerin 2013 yılında buna olanak sağlayacak hasta haklarıyla ilgili yasal düzenlemeleri yapması gerekmektedir. Tüm üye ülke vatandaşlarının sağlık kayıtları merkezi bir yerde toplanacaktır. Burada, hasta bilgilerinin güvenliğinin sağlanması ön plana çıkmaktadır (European Union, 2011; Kierkegaard, 2011).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, elektronik sağlık kaydı kullanımı her geçen gün artmaktadır (Hsiao et al., 2010). HITECH (The Health Information Technology for Economic and Clinical Health) yasası ile sağlık sistemlerinde elektronik sağlık kayıtlarının anlamlı bir şekilde kullanılması, ulusal bir hedef olarak desteklenmektedir. Bu kayıtlar merkezi bir yerde saklanmalarına rağmen, sağlık kurumları arasında değiş tokuş yapılabilmektedir. Bu yasa ile elektronik sağlık kayıtları kullanımı, devlet tarafından mali destekler sunularak özendirilmektedir. Anlamlı kullanım ile ek yararlar elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sayede sağlık alanında kalite, güvenlik ve etkinliğin iyileştirilmesi, eşitsizliklerin azaltılması amaçlanmaktadır. Genel amaç, halk sağlığının ve sağlık sisteminin performansının iyileştirilmesidir (CDC, 2012; Blumenthal, 2010a; Blumenthal, 2010b).

Avustralya'da vatandaşların tüm sağlık bilgilerini yaşamları boyunca saklayacak kişinin kendisi tarafından kontrol edilebilen bir elektronik sağlık kayıt sistemi bulunmaktadır. Bu sisteme kayıt olmak isteğe bağlıdır. Sağlık bilgilerinin kimlerle paylaşılacağını ve neyi içereceğini kişi kendisi belirlemektedir (Australian Government Department of Health, 2013).

Danimarka'da ülkedeki tüm sağlık ocakları, hastaneler, eczaneler ve laboratuvarlar ulusal bir ağ ile birbirine bağlıdır. Farklı kurumlar arası sağlık bilgisi alışverişi yapılmaktadır (Greenhalgh et al., 2010).

Ülkemizdeyse, Sağlıkta Dönüşüm Programı'nın temel bileşenlerinden biri olan Ulusal Sağlık Bilgi Sistemi (USBS), dönüşüm projesi kapsamında

uygulamaya koyulan düzenlemelerin en önemli aşamalarından biridir. Bu program ile ulusal çapta uygulanacak, standardizasyona önem veren ve karar sürecinde etkili olacak bir yapı hedeflenmektedir. USBS, “tüm vatandaşları kapsayan, her bireyin kendi bilgilerine erişebildiği, bireyin doğumundan önce başlayıp tüm yaşamı boyunca sağlığıyla ilgili verilerden oluşan işlevsel bir veri tabanının, yüksek bant genişlikli ve tüm ülkeyi kapsayan bir iletişim omurgasında paylaşılması ve tele-tıp uygulamalarına varan teknolojilerin mesleki pratikte kullanılmasını temel alan elektronik kayıt sistemi” olarak tanımlanmaktadır. Ek olarak, bu sistem, tüm sağlık kurum ve kuruluşlarının, insan gücü, taşınır, taşınmaz, idari ve mali verilerini de kayıt altına alacak şekilde tasarlanmıştır. Bu çerçevede e-Sağlık projeleri ile sağlık hizmeti veren kurumlarda hizmet kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2013).

E-Sağlık projelerinin temel amaçları şunlardır (Sağlık Bakanlığı, 2013):

- Sağlık verilerinin standardizasyonunun sağlanması
- Veri analiz desteği ve karar destek sistemleri oluşturulması
- E-sağlık paydaşları arasında veri akışının hızlandırılması
- Elektronik kişisel sağlık kayıtlarının oluşturulması
- Kaynak tasarrufunun sağlanması ve verimliliğin artırılması
- E-sağlık girişim süreçlerinin koordine edilmesi
- Bilimsel çalışmalara destek verilmesi
- E-sağlık kavramının ulusal anlamda benimsenmesinin hızlandırılması

Sağlık.NET platformu, Merkezi Hastane Randevu Sistemi (MHRS), Tele-Tıp, Ulusal Sağlık Veri Standartları (USVS), Sağlık Kodlama Referans Sözlüğü

(SKRS) ve internet üzerinden sunulan çok sayıda servis ile ülkemizdeki e-sağlık uygulamalarının temel bileşenlerini oluşturmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2013).

Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Sağlık.NET’i, “sağlık kurumlarında elektronik ortamda üretilen verileri, doğrudan üretildikleri yerden, standartlara uygun şekilde toplamayı, toplanan verilerden tüm paydaşlar için uygun bilgiler üreterek birinci, ikinci ve üçüncü basamak sağlık hizmetlerinde verim ve kaliteyi arttırmayı hedefleyen, entegre, güvenli, hızlı ve genişleyebilen bir bilgi ve iletişim platformu” olarak tanımlamaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2013).

Sağlık.NET platformundan pek çok yarar sağlanması planlanmaktadır. Bu yararlar, sağlık sektöründe sorunların ve önceliklerin belirlenmesi, önlemlerin alınması, sektör kaynaklarının, çalışma ve yatırımların planlanması, sunulan sağlık hizmetlerinin kalitesinin değerlendirilmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca, bilimsel araştırma ve çalışmalarda kullanılmak üzere sağlık verilerine erişim mümkün olacaktır (Sağlık Bakanlığı, 2013).

Tez çalışmasının ilgili olduğu, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde bir PACS (Picture archiving and communication system) sistemi bulunmaktadır. Bu sistem, röntgen filmlerinin arşivlenmesi ve iletişimde kullanılmaktadır. Kullanılan hasta bilgi sisteminde, uygulanan tedavi ve alınan ücret bilgileri tutulmaktadır.

2.2. Yazılım Etmenleri

Yazılım etmenleri ve çok-etmenli sistemler, çalışma ortamı açık ve dinamik olan yazılım sistemlerinin geliştirilmesi için 1990’lı yıllarda ortaya çıkmıştır. Yazılım etmenleri teknolojisi, karmaşık ve dinamik, heterojen ortamlarda çalışan ve bu ortamlarda özerk davranışta bulunan yazılımların geliştirilmesini amaçlayan bir teknolojidir. Yazılım etmenleri; anlamsal web uygulamaları, dağıtık yapay zeka, robot bilimi (robotics), yapay yaşam (artificial life), dağıtık sistemler, insan-bilgisayar etkileşimi, akıllı ve uyarlanabilen arayüzler, akıllı arama, filtreleme, vb. alanlarda kullanılmaktadır (Wooldridge, 2002; Erdur, 2005; Yılmaz, 2009).

Russell and Norvig (1994) etmenin tanımını, algılayıcıları yardımıyla ortamı algılayan ve etkileyicileri yardımıyla bu ortamı etkileyen bir sistem olarak yapmaktadır. Minsky (1994) ise etmeni, bir işi nasıl yapıldığının anlaşılmasına gerek kalmadan kullanıcıları adına gerçekleştiren makine olarak tanımlamaktadır. Farklı etmen tanımlarının olmasına rağmen, donanım veya yazılım etmenlerinin taşınması gereken özellikler konusunda görüş birliği vardır diyebiliriz. Bu özellikler şunlardır (Erdur, 2005; Wooldridge, 2002; Yılmaz, 2009):

- **Özerklik (autonomy):** Bir etmenin, kendi eylemlerini ve içsel durumunu denetleyerek, insan kullanıcıların, diğer etmenlerin veya sistemlerin doğrudan katılımı olmadan görev başlatabilme ve çalışabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Özerklik, bir etmenin sınırsız özgürlüğe sahip olması anlamına gelmez. Bir etmenin özerkliği kullanıcısı tarafından denetlenebilmelidir ve etmenler gerektiğinde kullanıcılarından geribildirimlere göre eylemlerini planlamalıdır.
- **Karşıt eylemlilik (reactivity):** Gerçek dünyada, dinamik ve bilgiye tam erişilemeyen ortamlar çoğunluktadır. Bu nedenle, bir etmen devamlı bulunduğu ortamı algılamalı, ortamda oluşan değişimlere göre bilgisini, amaçlarını, eylemlerini değiştirip, ortamdaki değişimlere zamanında karşılık verebilmelidir. Ayrıca gerektiğinde diğer etmenlere mesaj göndererek söz konusu değişiklikleri onlara da bildirebilmelidir.
- **Amaç yönelimlilik (goal-orientedness):** Bir etmenin kendisinden beklenenleri gerçekleştirmesi için planlama yaparak bu planların gerektirdiği eylemleri gerçekleştirmesidir. Bir etmenin eylemde bulunması, ilgili yordam, yöntem veya fonksiyonların işletilmesi anlamına gelmektedir. Etmen, bir eylemin ön koşulları sağlandığı zaman, o eylemde bulunabilir. Etmen, bir eylemde bulunduğu anda içsel durumu (bilgi tabanı ve varsayımları) değişebilir. Ayrıca başka etmenlere ileti göndermesi gerekebilir.

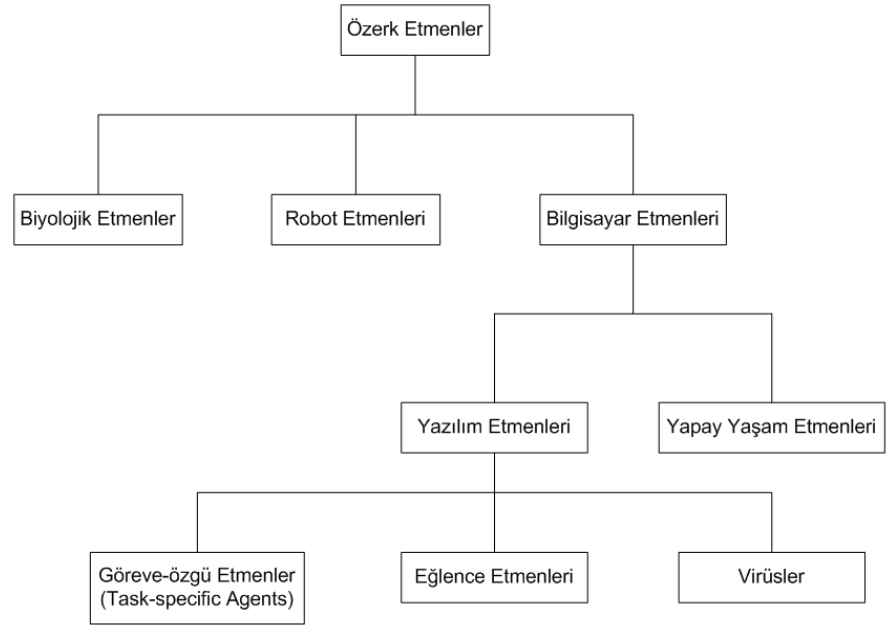
- Sosyal yetenek (social ability): Etmenler, bir iletişim dili kullanarak diğer etmenlerle veya insanlarla etkileşime geçebilir ve işbirliği yapabilir. Gerçek dünyaya baktığımızda çok etmenli bir ortam olduğunu görmekteyiz. Amaçlarımızı, diğer insanları hesaba katmadan gerçekleştiremeyiz. Bir etmen de planlarına ilişkin görevlerini gerçekleştirmek için diğer etmenler veya insan kullanıcıları ile etkileşime girmek durumunda kalabilir.
- Kalıcı süreklilik (temporal continuity): Bir etmen, sürekli aynı görevi yapmamalıdır. Etmenler, belli bir ortamda sürekli çalıştıkları için, başlattıkları görevleri tamamladıktan sonra da etkin olarak kalabilmeli ve ortamı algılayıp yeni eylemleri gerçekleştirmek için hazır olarak beklemelidir.

Bu özellikler bir etmenin kesinlikle sahip olması gereken birincil özelliklerdir. Bu özelliklerden başka, genellikle geliştirilen uygulamaya bağlı olan ve bir sistemin etmen olma kavramını güçlendiren özelliklere ise ikincil özellikler denir. İkincil özellikler şunlardır (Erdur, 2001; Wooldridge, 2002; Yılmaz, 2009):

- Gezicilik (mobility): Etmenin bir elektronik ağ üzerinde hareket edebilmesi demektir. Örneğin, gezici bir etmen, bir işlemi işlem gücü daha yüksek olan bir bilgisayarda yapıp geri dönebilir veya bir bilgisayar ağı üzerinde bulunan diğer veri kaynaklarına ulaşarak bilgi toplayabilir.
- Öğrenme (learning): Bir etmenin kendisini ortama uyarlayabilmesi, kullanıcısının eğilimlerini öğrenerek eylemlerini bu doğrultuda değiştirebilmesi yeteneğidir.
- Akılcılık (rationality): Bir etmenin amaçlarına uygun planlama yapmasıdır. Akılcı bir etmenin, kasıtlı olarak, amaçlarına ulaşmayı engellemek için plan yapmaması gerekir.

- Dürüstlük (veracity): Bir etmenin kasıtlı olarak yanlış bilgi alışverişinde bulunmamasıdır.
- Olumluluk (benevolence): Etmenlerin birbiriyle çelişen amaçlarının olmaması ve her etmenin, istenenleri yerine getirmeye çabalamasıdır.

Şekil 2.1’de Franklin and Graesser’e (1997) göre etmenlerin sınıflandırılması görülmektedir. Bu sınıflandırmada, yazılım etmenleri bilgisayar etmenleri altında sınıflandırılmıştır. Göreve özgü etmenler de yazılım etmenlerinin altında yer almaktadır. Bu tez çalışmasında geliştirilen etmenler de göreve özgü etmenlerdir.



Şekil 2.1 Etmenlerin sınıflandırılması (Franklin and Graesser, 1997)

Bir sistem tek etmenli olabileceği gibi çok etmenli de olabilmektedir. Tek bir etmenin yalnız başına kendi bilgi ve bireysel yeteneklerini kullanarak çözemediği veya etkin bir biçimde çözemeyeceğini düşündüğü problemler olabilmektedir. Bu durumu, birbiriyle işbirliği yaparak eşgüdümlü bir biçimde çözmek için bir araya gelen etmenlerin oluşturduğu ağ, çok etmenli sistem (multi-agent system - MAS) olarak adlandırılmaktadır (Durfée et al., 1989).

2.2.1. Yazılım etmenlerinin tez çalışmasına katkısı

Tez çalışmasında geliştirilen, hasta kayıtlarının paylaşımını sağlayan ve sağlık personeline öneriler sunan sistem etmen tabanlı olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemin çalışma ortamı ile etmenlerin çalışma ortamları birbirine uymaktadır. İkisi de dinamik değişimlerin çok olduğu ortamlarda çalışan, her yerden erişilebilir bilgi işlemi esas alan sistemlerdir. Geliştirilen sistemde, uzak bilgisayarlarla sürekli mesajlar ile iletişimin olması, otomatik karar alma ve bir davranışta bulunmanın gerekmesi ve etmenlerin de özerk, karşıt eylemli ve proaktif olması nedeniyle, tez çalışmasındaki sistem etmen tabanlı olarak geliştirilmiştir.

2.3. Anlamsal Web

Anlamsal web (Berners-Lee et al., 2001), W3C tarafından yürütülen, web kaynaklarının daha zengin ve açık bir şekilde ifade edilmesini sağlayan bir çabadır. Anlamsal web, esas olarak makineler tarafından anlaşılabilir bilgi alışverişi yapılabilmesi amacıyla tanımlanmış bir takım standartlardan oluşmaktadır. Böylece etmenler gibi akıllı ve özerk yazılım birimleri, bu standartlar kullanılarak oluşturulan anlamsal sayfaları ve verileri anlayarak temsil ettikleri kullanıcıları adına çeşitli işler yapabileceklerdir. Bu standartlardan olan RDF (Resource Description Framework), XML (eXtensible Markup Language) tabanlı serileştirme söz dizimi ile özne-yüklem-nesne üçlülerinden oluşan belirtiler yapmaya yarar. Yine bu standartlardan biri olan OWL ise ontolojilerin tanımlanmasına ve paylaşılmasına olanak sağlar. Ontoloji, belirli bir alandaki kavramlar, kavramların özellikleri ve kavramlar arasındaki ilişkilerden oluşur. OWL, nesneye yönelik bir yaklaşımla modellenmiştir ve belirli bir alanın yapısı, sınıflar (class), özellikler (property), kısıtlamalar (restriction) ve örnekler (individual) kullanılarak betimlenmektedir. Betimleme mantığı ile OWL kullanılarak oluşturulmuş ontolojiler üzerinde çıkarsama yapılabilir. Bu sayede, ontolojinin tutarlılığı denetlenebilir veya çıkarsama yapılarak betimleme mantığı çerçevesinde yeni gerçekler elde edilebilir (Wang et al., 2004, Yılmaz, 2009).

2.4. JADE

JADE (Java Agent Development Framework - Java Etmen Geliştirme Çerçevesi) tamamen Java diliyle gerçekleştirilmiş bir etmen geliştirme çerçevesidir. JADE, FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) şartnamesine uyumlu olduğu belirtilen bir orta katman ile çok etmenli sistemlerin oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bir dizi hata ayıklama ve kurulum araçlarını da içermektedir. JADE etmen platformu, işletim sistemleri farklı olabilen değişik bilgisayarlara dağıtılabilir ve platformun yapılandırması, uzak kullanıcı grafik arayüzü kullanılarak denetlenebilir. Yapılandırma çalışma zamanında bile değiştirilebilir. Gerekğinde etmenler bir bilgisayardan diğerine taşınabilir. JADE çerçevesinin sistem gereksinimi Java Runtime Environment (JRE) 1.4 sürümü veya yukarısidir (JADE, 2013).

İletişim altyapısı esnek ve etkin iletişim sunmaktadır. JADE ACL (Agent Communication Language - Etmen İletişim Dili) iletilerini yönetmek için her etmene özel gelen kuyruğu yaratır. Etmenler kendi kuyruklarına farklı yollardan erişebilirler. JADE platformunda bütün FIPA iletişim modeli gerçekleştirilmiştir. Bu modelin bileşenleri olan; etkileşim protokolleri, zarf, ACL, içerik dilleri, kodlama şekilleri, ontolojiler ve taşıma protokolleri bütünleştirilmiştir. Taşıma düzeneği, duruma en uygun protokolü seçerek her duruma uyum sağlayabilir. FIPA tarafından tanımlanmış etkileşim protokollerinin çoğu desteklenmektedir. FIPA-SL (Semantic Language - Anlamsal Dil) ve etmen yönetim ontolojisi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kullanıcı tanımlı içerik dilleri ve ontolojilerin gerçekleştirilmesi ve etmenler tarafından otomatik kullanılması desteklenmektedir (Caire, 2007; Yılmaz, 2009).

JADE, bir çalışma ortamı, sınıf kütüphaneleri ve grafiksel araçlardan oluşur. Çalışma ortamı, JADE etmenlerinin “yaşadıkları” ortamdır. Bir sunucuda etmen veya etmenlerin çalıştırılabilmesi için sunucuda mutlaka bir JADE çalışma ortamının önceden etkin olması gerekir. JADE çerçevesi yardımıyla, programcılar, sınıf kütüphanelerini, doğrudan veya özelleştirip kullanarak, kendi

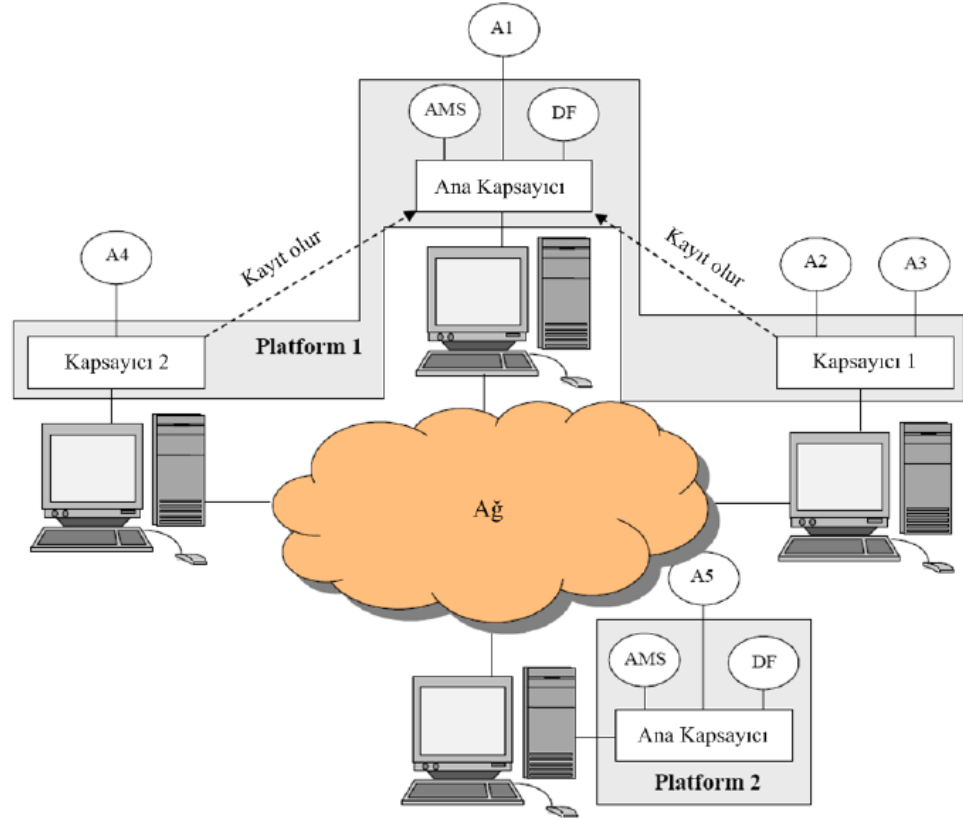
etmenlerini geliştirirler. Grafiksel araçlar ile çalışan etmenlerin etkinlikleri izlenebilir ve etmenler yönetilebilir (Caire, 2007; Yılmaz, 2009).

JADE çalışma ortamının çalışan her kopyasına, kapsayıcı (container) denilmektedir. Bir kapsayıcı çok sayıda etmen kapsayabilir. Aktif olan bir veya daha fazla sayıdaki kapsayıcıya ise platform denilmektedir. Her platformda sadece tek bir ana kapsayıcı (main container) aktif olabilir. Diğer kapsayıcılar başlatıldıkları anda bu ana kapsayıcıya kayıt olmalıdırlar. Bunun sonucu olarak, bir platformda ilk başlatılan kapsayıcı, ana kapsayıcı olmak zorundadır. Sonradan eklenen diğer kapsayıcılar ana kapsayıcı olmamalıdır ve ana kapsayıcının adresini bilmelidirler. Şekil 2.2’de üç ve bir kapsayıcıdan oluşan iki JADE platformu ve A1, A2, A3, A4 ve A5 etmenleri görülmektedir. JADE etmenleri, tekil bir adla tanımlanırlar ve birbirlerinin adını bildikleri sürece adresini de bilirler ve hangi kapsayıcı veya platformda olurlarsa olsunlar, birbirleriyle iletişimde bulunabilirler. Örneğin şekildeki A2 ve A3 etmenleri aynı kapsayıcıdadır, A1 ve A2 etmenleri aynı platformda ve farklı kapsayıcılardadır, A4 ve A5 etmenleri ise farklı platformlardadır (Yılmaz, 2009).

Ana kapsayıcı başlatıldığında otomatik başlatılan iki özel etmeni kapsar. Ana kapsayıcı, diğer kapsayıcılardan kayıt kabul etmesinin yanında, bu yönüyle de farklıdır. Bu özel etmenler, AMS (Agent Management System - Etmen Yönetim Sistemi) ve DF (Directory Facilitator - Dizin Servisi) etmenleridir. AMS, platformdaki her etmenin tekil adlandırılmasını garanti eder. Ayrıca adlandırma servisi sağlar ve platformdaki yetkiyi simgeler. AMS’ye bulunan isteklerle, uzak kapsayıcılarda etmen yaratılabilir veya yok edilebilir. DF etmeni ise sarı sayfalar servisi sağlar. Etmenler, sundukları servisleri DF etmenine anahtar kelimeler ile kaydedebilirler. Böylece bir etmen, amaçlarına ulaşmak için gerekli servisleri sağlayan etmenleri, DF etmenini sorgulayarak bulabilir (Yılmaz, 2009).

JADE’de etmenler arası iletişim, FIPA tarafından tanımlanan ACL dili iletileri ile sağlanmaktadır. Etmenler eşzamansız (asenكرون) ileti aktarımları ile birbirleriyle iletişim kurmaktadır. Her etmenin bir ileti kuyruğu vardır ve gelen

iletiler bu kuyruğa eklenmektedir. Bir etmenin ileti kuyruğuna bir ileti geldiğinde etmen uyarılmaktadır (Caire, 2007; Yılmaz, 2009).



Şekil 2.2 JADE platformu (Caire, 2007)

2.5. Protege-OWL API

Protege-OWL API (Knublauch, 2010), OWL, RDF ve RDFS (RDF Schema) dokümanlarının manipüle edilmesine yarayan açık kaynak kodlu bir Java kütüphanesidir. Protege-OWL API, OWL dosyalarının kaydedilmesini ve yüklenmesini, OWL veri modellerinin sorgulanmasını, kullanılmasını ve çıkarsama yapılmasını sağlayan sınıf ve metotlar sağlar. Protege-OWL API, Protege platformunun bir parçasıdır ve Protege ontoloji editörü (Protege, 2013b) tarafından da kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Protege ontoloji editörü ile tam uyumludur. Protege ontoloji editörü tez çalışmasında geliştirilen tüm ontolojilerin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Protege-OWL API, *model* paketinin altında yer alan Java ara yüzleri üzerine odaklanmaktadır. Bu ara yüzler, OWL modeline, sınıflara, özelliklere ve örneklerle erişim için kullanılır. Uygulama geliştiricileri bu ara yüzleri, gerçekleştirmelerine erişmeden kullanmalıdır. Bu sayede soyutlama sağlanmaktadır (Protege, 2010).

Tez çalışmasında kural dili olarak kullanılan SWRL (Semantic Web Rule Language) OWL tabanlı bir kural dilidir. SWRL, kullanıcıların OWL kavramlarını kullanarak, OWL'un desteklediği çıkarsamadan daha güçlü çıkarsama yapılmasına olanak tanır. Anlamsal olarak SWRL OWL ile aynı betimleme mantığı (description logic) temelleri üzerine kuruludur (Protege, 2013c; Horrocks et al., 2004).

Protege-OWL API kullanarak SWRL kurallarıyla işlem yapılabilir. Çıkarsama yapabilmek içinse JESS (Jess, 2013) kural motoru ve *SWRLJessBridge* eklentisi gereklidir. *SWRLJessBridge* sınıfı JESS kural motorunu kullanarak çıkarsama yapılmasını sağlar (Protege, 2012).

3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistem mimarisi, diş hekimliği ve tıbbın alt dallarına uyarlanabilir. Yapılan literatür taramasında, akıllı, hasta kayıtlarının paylaşımını destekleyen, uzmanlara karar almalarında destek veren, uzmanların girdikleri kurallardan çıkarsama yapan ve en önemlisi kendini geliştirme özelliği olan bir sisteme rastlanmamıştır. Tez çalışmasıyla literatür çalışmalarının karşılaştırılması Çizelge 3.1’de görülmektedir.

Tıbbın ve diş hekimliğinin bazı alt dalları için gerçekleştirilmiş OWL ile yazılmış ontoloji ve kural tabanlı sistemler sunulmuştur (Park and Kim, 2006; Lezcano et al., 2011; Casteleiro et al., 2009) , fakat bunlarda da öğrenebilme ve hasta kaydı paylaşımı gibi özellikler yoktur.

SHRINE (Shared Health Research Information Network) (McMurry et al., 2013), Beta (Takian et al., 2012), Australia eHealth (PCEHR) (Australian Government Department of Health, 2013), USBS (Doğaç et al., 2011) sistemleri elektronik sağlık kayıtları ile ilgilidir. Beta’da hastane içinde, diğer sistemlerde ise diğer hastanelerle hasta kayıt paylaşımı vardır.

Geliştirilen sistem mimarisi durum çalışması olarak, diş hekimliğinde, sınırlı bir alanda gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, hareketli bölümlü protezlerde ağız hazırlıkları aşamalarının belirlenmesi ve diğer benzer tedavi seçenekleri konularında öneriler vermektedir.

Literatürde, ontolojileri, sağlık alanında ve veri entegrasyonunda kullanan çeşitli çalışmalar (Kiani et al., 2010; Park and Kim, 2006; Juarez et al., 2009; Lezcano et al., 2011; Casteleiro et al. 2009; Kirn, 2003) bulunmaktadır. Tez çalışması kapsamında da ontolojiler geliştirilmiştir. Diş hekimliği için hasta ontolojisi, insan ağzını modelleyen ontoloji ve hareketli bölümlü protez konusuyla ilgili ontolojiler geliştirilmiştir. Yapılan literatür taramasına göre, geliştirilen hasta ontolojisi ve hareketli bölümlü protez konusuyla ilgili ontolojiler tamamen yenidir, daha önce hiç yapılmamıştır. İnsan ağzını modelleyen ontoloji ise daha

önceki bir çalışmada (Park and Kim, 2006) yapılmıştır fakat bu çalışmadaki modelleme oldukça basittir ve yeniliğe açıktır.

Çizelge 3.1 Tez çalışmasıyla literatür çalışmalarının karşılaştırılması

Çalışmalar	Kayıt paylaşımı	Ontoloji tabanlı olma	Modüler ontoloji kullanımı	Karar verme desteği	Kendini geliştirme
Pathak et al. (2009)	-	-	Evet	-	-
Kiani et al. (2010)	-	Evet	Hayır	Evet	Yok
Park and Kim (2006)	Yok	Evet	Hayır	Evet	Yok
Juarez et al. (2009)	Yok	Evet	Evet	Model tabanlı	Yok
Lezcano et al. (2011)	-	Evet	-	Evet	Yok
Casteleiro et al. (2009)	Var	Evet	Evet	Evet	Yok
Kirn (2003)	-	Hayır	Hayır	Hayır	Yok
Laleci et al. (2008)	-	Evet	Hayır	Evet	Yok
SHRINE (McMurry et al., 2013)	Var	Evet	-	Hayır	Yok
Takian et al. (2012)	Sadece hastane içinde	Hayır	Hayır	Hayır	Yok
USBS (Doğaç et al., 2011)	Var	Hayır	Hayır	İstatistiksel analiz	Yok
Australia eHealth (Australian Government DoH, 2013)	Var	Hayır	Hayır	Hayır	Yok
Tez çalışması	Var	Evet	Evet	Evet	Var

Pathak et al. (2009) tarafından yapılan çalışmada, modüler ontoloji geliştirme teknikleri ve bu tekniklerin biyomedikal alanda uygulamaları incelenmiştir. Günümüzde ontolojilerin karmaşıktığı ve devasa boyutlara ulaştığı tartışılmaktadır. Buna çözüm olarak, büyük ontolojilerin küçük parçalara

bölünerek modüler olarak ele alınması gerektiği sonucuna varılmaktadır (Pathak et al., 2009). Önerilen tez çalışmasında da ontolojiler modüler bir yapıda saklanmaktadır.

Kiani et al. (2010) tarafından yapılan çalışma, diş hekimliğinde, tedavilerin ontoloji tabanlı müzakere edilmesi üzerinedir. Müzakere, değişik görüşteki çok sayıda kişinin katıldığı bir karar verme sürecidir. Bu nedenle, çok sayıda olasılık, karar vericiler tarafından değerlendirilmelidir. Bu da zaman alan zorlu bir iştir. Yazarlar buna çözüm olarak ontoloji tabanlı müzakereyi sunmaktadırlar. Projenin hedef alanı, diş hekimlerinin, 20 yaş dişinin tedavisi üzerine müzakere etmeleridir. Bu çalışmada ontolojiler ve çıkarsama kullanılmaktadır (Kiani et al., 2010).

Park and Kim (2006) tarafından yapılan çalışmada insan ağızı diş ontolojisi sunulmuştur. Tanımlanan SWRL kuralları ile kaybedilmiş dişin tedavisi için diş hekimlerinin karar almasına destek olunmaktadır. Bu çalışmadaki ontoloji modüler değildir, hastanın kendisi modellenmemiştir ve en önemlisi bu sistemin öğrenme yeteneği yoktur. İnsan ağızı diş ontolojisi de oldukça basittir ve yeniliğe açıktır.

Juarez et al. (2009) tarafından yapılan çalışmada, medikal bilgi temsili, bilgi yönetimi ve bilginin elde edilmesi tartışılmaktadır. Ontoloji tabanlı medikal bilgi temsili ve yönetiminin yapıldığı bir sistem de sunulmaktadır. Model tabanlı çıkarsama kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki ontolojiler modüler değildir, kural tabanlı çıkarsama yoktur ve sistemde öğrenme yeteneği de yoktur. Ayrıca hasta kayıt paylaşımı da yoktur.

Lezcano et al. (2011) tarafından yapılan çalışma, ADL (Archetype Definition Language) ile yazılmış medikal tanımların OWL ontolojilerine çevrilmesi ve elde edilen ontoloji üzerinde SWRL kuralları uygulanması üzerinedir. Bu çalışmada da ontoloji ve SWRL kullanılmaktadır. Burada amaç,

ADL ile oluşturulan klinik uygulamaları, OWL ontolojisine çevrilerek SWRL kuralları ile çıkarsama desteğinin sağlanmasıdır.

Casteleiro et al. (2009) tarafından yapılan çalışma, elektronik hasta kayıtları ile kanıt odaklı tıp arasında entegrasyonun sağlanması üzerinedir. Bunun sağlanması için OWL, OWL-S ve SWRL kullanan genel tıbbi bilginin ifade edildiği bir simülasyon çerçevesi ve sınamaya ortamı sunulmuştur. Bu sistemde kendini geliştirme yeteneği yoktur.

Kirn (2003) tarafından yapılan çalışmada, mobil cihazlar üzerinden kişilere sağlık servisleri sunan, her yerden erişilebilir (ubiquitous) sağlık hizmeti mimarisi olan ONKONet mimarisi sunulmaktadır. Gerçekleştirilen sistem etmen tabanlıdır. Etmenlerin iletişimi için hastane senaryoları ontolojisi kullanılmaktadır. Ontolojiler bilgi temsili amacıyla değil, etmenlerin iletişimi amacıyla kullanılmaktadır. Sistemin kendini geliştirme özelliği yoktur.

Laleci et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada, uzaktan sağlık durumu izlemesi yapma amacıyla geliştirilen çok etmenli SAPHIRE sistemi sunulmaktadır. Evdeki hastaları, uzaktan izleme amacıyla, karar destek sistemi sunularak maliyetin azaltılması planlanmaktadır. Anlamsal birlikte işlerliğin sağlanması için ontolojiler kullanılmıştır. Bu sistemde ontoloji üzerinde çıkarsama yapılmamaktadır. Ayrıca sistemin kendisini geliştirme özelliği de yoktur.

McMurry et al. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, SHRINE sistemi anlatılmaktadır. SHRINE, ulusal hastalık araştırmaları yapılmasını olanaklı kılan bir sistemdir. Amaç, hastalık araştırmalarında çok sayıda bölgeden, çok sayıda hasta durumunu inceleyebilmek ve veri toplayabilmektir. Bunun daha tutarlı araştırma sonuçları sağlayacağı ileri sürülmektedir. SHRINE açık kaynak kodlu bir projedir. Şu anda SHRINE gerçekleştirmeleri, otizm komorbiditesi, juvenil idyopatik artrit, diyabet gibi hastalıklarla ilgili yapılan araştırmalarda kullanılmaktadır.

Takian et al. (2012) tarafından gerçekleştirilmiş çalışmada, İngiltere’deki bir akıl sağlığı hastanesinde kullanılmaya başlanan Beta yazılım sistemi ile ilgili tecrübeler bildirilmektedir. Bu sistemde, elektronik sağlık kayıtlarına geçiş süreci ve öğrenilen tecrübeler anlatılmaktadır. Yazarlara göre böyle bir sistemi gerçekleştirmek hiç kolay olmamıştır. Sistem kullanılmaya ilk başladığında, sağlık personeli tarafından yadırganmış ve zaman kaybına neden olmakla itham edilmiştir. Bilgisayar kullanmayı iyi bilmeyen personel ve yazılımı kullanmada verilen yetersiz eğitim, diğer sorunlar olmuştur. Tüm bu zorluklara rağmen, klinik ve yönetsel pek çok yarar elde edilmiştir. Bu yararlar, çalışanların etkinliklerini izlemek, hizmet kalitesinin iyileşmesi, hasta kayıtlarına kolay erişim ve anlık durum hakkında bilgi alınması olarak sıralanmaktadır.

Avustralya’da hastaların elektronik sağlık kayıtları isteğe bağlı olarak hastanın tüm hayatı boyunca saklanmakta ve paylaşılmaktadır. Bu paylaşımın kontrolü hastanın kendisindedir. Kayıtların kimlerle paylaşılacağına hasta karar vermektedir (Australian Government Department of Health, 2013).

USBS, elektronik sağlık kayıtlarının saklanması ve paylaşılmasını ulusal olarak destekleyen bir sistemdir. USBS dağıtık değil, merkezi bir sistemdir. Karar desteği mantık tabanlı çıkarsama ile değil, toplanan verinin istatistiksel analizi ile gerçekleştirilecektir. Bu sistemin başarılı olmasında, Sağlık Bakanlığı’nın verdiği desteğin payı büyük olduğu iddia edilmektedir. USBS, 2009 yılında faaliyete geçmiştir. 2010 yılı haziran ayı itibarıyla devlet hastanelerinin % 99’unu, özel ve üniversite hastanelerinin % 71’ini kapsamaktadır. 72 milyon vatandaşın, 43 milyonunun elektronik sağlık kayıtları yaratılmıştır. Sistem, şu anda sadece pratisyen hekimler tarafından kullanılabilir (Doğaç et al., 2011).

Sonuç olarak geliştirilen sistem, hasta kayıtlarının hastaneler arasında paylaşımına olanak sağlamaktadır. Bir hastanın başka hastanelerdeki kayıtlarına erişilebilmektedir. Böylece doktor hastaya sormadan hastanın tüm sağlık durumu geçmişini inceleyebilmektedir. Bu da özellikle hastanın bilincinin açık olmadığı acil durumlarda önemlidir. Sistem, uzmanlık alanı modellemesini ontolojiler ile

modüler olarak yapmaktadır. Hasta modeli, alan modeli, tanı modeli ve tedavi modellerinin ayrı ayrı ontolojiler ile modellenmesi amaçlanmaktadır. Ontolojiler ile bilginin paylaşımı, yeniden kullanılabilirliği ve çıkarsama desteğinin olması sağlanmaktadır. Tanımlanacak kurallar ile bir uzmanlık alanı daha iyi tanımlanmaktadır. Tanımlanan kurallardan, çıkarsama yapılarak elde edilen yeni gerçeklerle sağlık personelinin karar alması destelenmektedir. Böylece personelin kitap bilgisine olan gereksinimi azaltılabilir. Tabi bazı durumlarda (gerekli ekipman olmaması, kullanılan yöntem veya tekniklerin terk edilmesi, vs.) genel bilgidan farklı hareket etmek gerekebilir. Bu gibi durumlar da sistemin sahip olduğu tecrübeden öğrenme yeteneği ile aşılmaktadır. Eğer sistemin önerdiği kararlardan hiç birisi uzman tarafından onaylanmazsa, sistem bu durumu bir kurala dönüştürerek kural tabanına eklemekte ve daha sonra benzer bir durum yaşandığında bu yeni kuraldan elde edilen öneri de uzmana sunulmaktadır. Sistem tüm bu özellikleri ile yeni ve özgündür.

Ayrıca, diş hekimliği için hasta ontolojisi, insan ağzını modelleyen ontoloji ve hareketli bölümlü protez konusuyla ilgili ontolojiler geliştirilmiştir. Yapılan literatür taramasına göre, geliştirilmiş olan diş hekimliğinde hastayı modelleyen hasta ontolojisi ve hareketli bölümlü protez konusuyla ilgili ontolojiler tamamen yenidir, daha önce yapılmamıştır. Daha önceki bir çalışmada (Park and Kim, 2006), diş hekimliği için insan ağzını modelleyen ontoloji geliştirilmiştir, fakat yapılan bu çalışma oldukça basit ve yeniliğe açıktır.

4. BİLGİNİN MODELLENMESİ

Bu bölümde bilginin modellenmesi anlatılmaktadır. Bilginin modellenmesinden kasıt hem uzmanlık alanının modellenmesi hem de hasta bilgilerinin modellenip saklanmasıdır. Tez çalışmasında, bilginin modellenmesi ontolojiler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ontolojiler, geleneksel modelleme yöntemlerinden olan ilişkisel veritabanlarına ve XML Schema'ya göre ifade edilebilirliği çok daha yüksektir. Ontolojilerin avantajları şunlardır:

- **Bilginin paylaşımı:** Ontolojiler sayesinde birbirleriyle etkileşim içinde olan farklı kuruluşların yazılım bileşenleri ortak bir bilgi dağarcığı üzerinde anlaşmış olur. Böylece farklı sistemler arasında anlamsal birlikte işlerlik sağlanmış olur.
- **Bilginin yeniden kullanımı:** Farklı kişilerce geliştirilmiş ontolojiler yeniden kullanılabilir. Örneğin diş hekimliği için geliştirilecek bir ontolojiye, başkaları tarafından geliştirilen ağız hastalıkları ontolojisi sıfırdan başlamadan direkt eklenebilir.
- **Çıkarsama:** Ontoloji kullanmanın en önemli avantajlarından biri de betimleme mantığı ve kural tabanlı çıkarsama yapılabilmesidir. Bu sayede bir alan daha iyi tanımlanabilir.

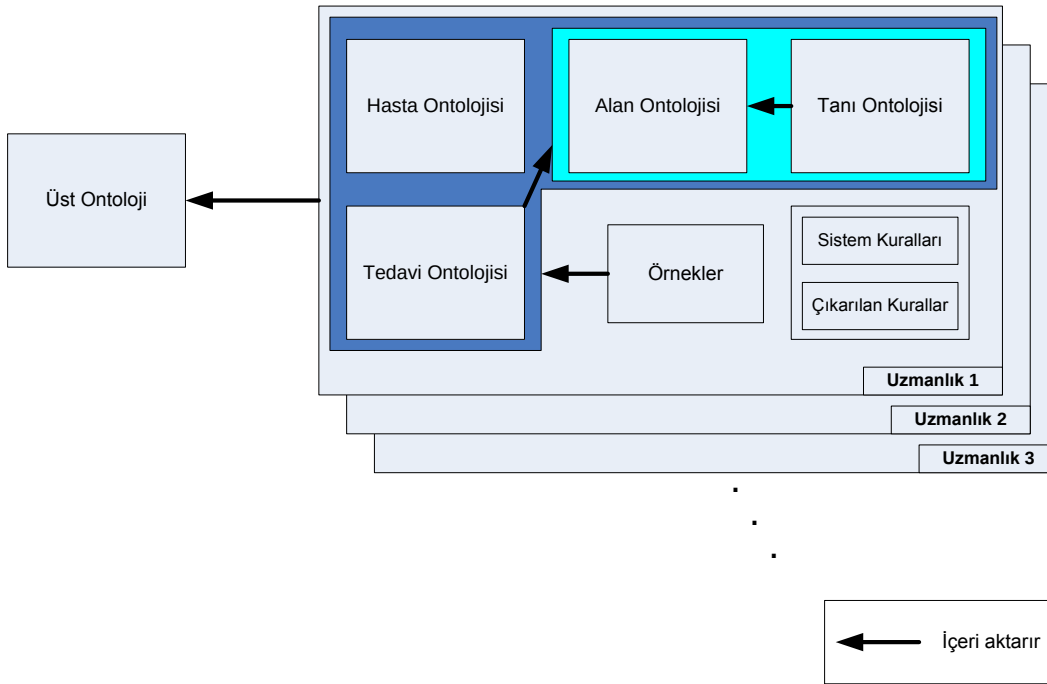
Tez çalışmasında geliştirilen mimaride, medikal bilgi dağarcığı küçük parçalara bölünmüştür. Bunun sebebi medikal bilginin çok büyük boyutlara ulaşabilmesidir. Bu sayede esneklik sağlanmaktadır ve bölünen ontolojinin yönetimi ve güncellenmesi kolaylaşmaktadır (Pathak et al., 2009).

Yaygın kullanılan standartlardan olan ICD ve SNOMED CT kodları ilgili kavramlarda kullanılmıştır.

Geliştirilen mimaride, bilginin temsili Şekil 4.1'de görülmektedir. Tüm bilgi dağarcığı ortogonal iki boyuta indirgenmiştir. Birinci boyut ilgili uzmanlıktır. İkinci boyut ise ilgili uzmanlığın (alt dal) kendi içinde hasta, alan,

tanı ve tedavi kısımlarına bölünmesidir. Örnekler ve kurallar da uzmanlık dalına göre gruplandırılmıştır. Sistem kuralları, sisteme uzmanlar tarafından ilk başta eklenen kurallardır. Bir de çıkarılan (sonradan elde edilen) kurallar vardır. Bu kurallar, sistem tarafından tecrübeden öğrenme sonucu oluşturulur.

Hasta ontolojisinde, genel bir hasta ontolojisine ek olarak uzmanlıkla ilgili hasta modellemesi yapılmaktadır. Bazı durumlarda genel bir hasta ontolojisi yeterli olmayabilir. Örneğin bazı durumlarda, maddi durum, hastaneye ulaşım, psikolojik durum gibi etmenleri de saklamak gerekebilir. Alan ontolojisi ile insan vücudunun yapısı modellenir. Tanı ve tedavi ile ilgili kavramlar ayrı ontolojilerde modellenir.



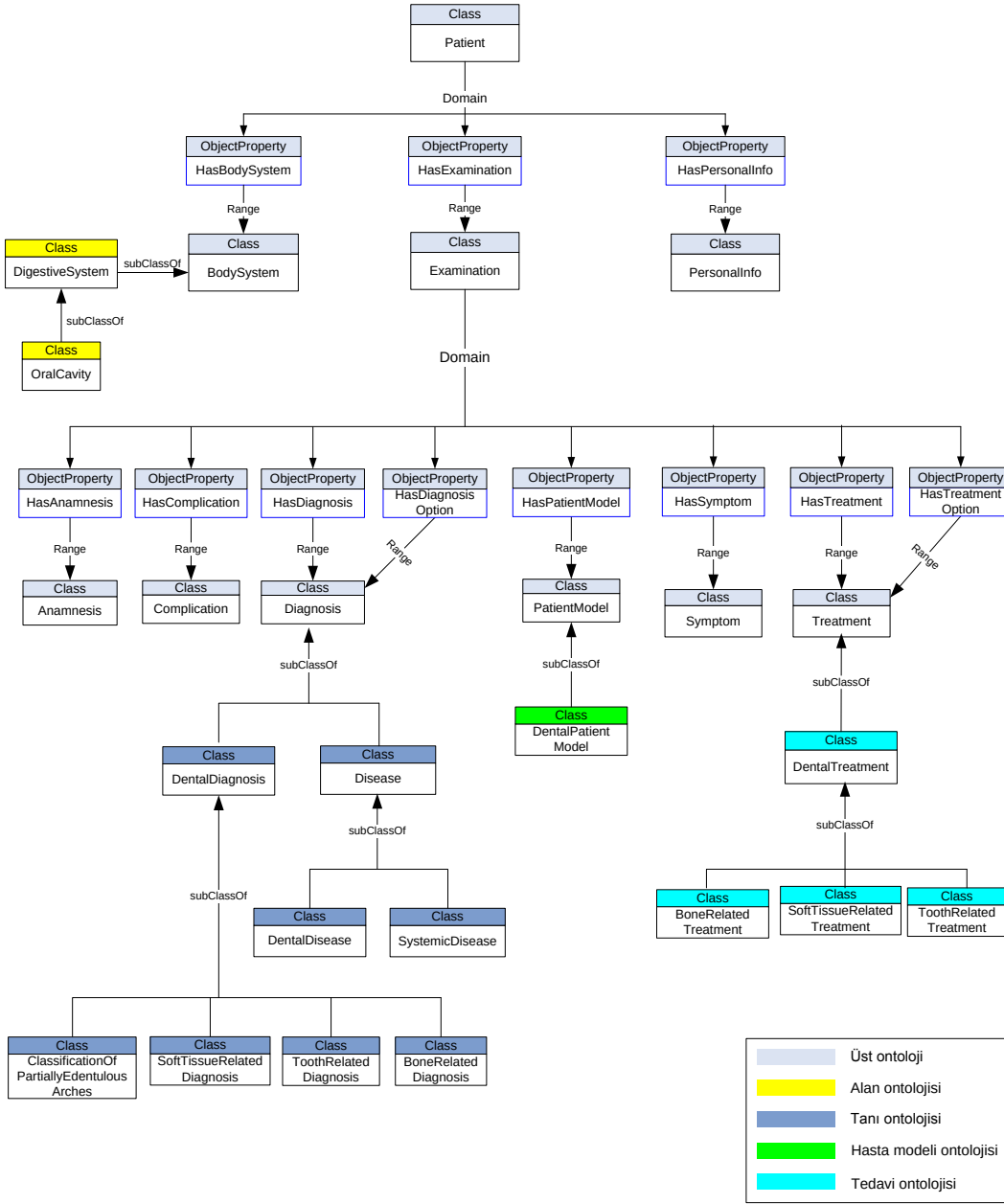
Şekil 4.1 Geliştirilen mimaride bilginin temsili

Geliştirilen tüm ontolojinin genel yapısı Şekil 4.2’de görülmektedir. Ontolojilerde çoklu dil desteği vardır. Şu anda, Türkçe ve İngilizce için dil desteği bulunmaktadır. Ontolojilerde çoklu dil desteği, *rdfs:label* özelliği ile sağlanmaktadır. Her *Patient* (*Patient* sınıfından yaratılmış örnek) örneği mutlaka bir *PersonalInfo* örneği ile ilişkilendirilmelidir. Bu OWL kısıtlamaları ile zorunlu

kılınmıştır. Her *Patient* örneği, sıfır veya çok sayıda *BodySystem* ve *Examination* örnekleri ile ilişkilendirilebilir. *BodySystem* sınıfı insan vücudunu yani organları, dokuları, kısımları, damarları, vs. bir hiyerarşi oluşturacak şekilde modeller. Örneğin ağız içini modelleyen *OralCavity* sınıfı *DigestiveSystem* (sindirim sistemi) sınıfının alt sınıfıdır. O da *BodySystem* sınıfının alt sınıfıdır. *Examination* (tıbbi muayene, inceleme) örneği de benzer şekilde sıfır veya çok sayıda *Anamnesis* (hasta hikayesi), *Complication* (komplikasyon), *Diagnosis* (tanı), *PatientModel* (hasta modeli), *Prescription* (reçete), *Symptom* (belirti), *Treatment* (tedavi), *X-RayExamination* (röntgen filmi) örnekleri ile ilişkilendirilebilir. Tüm bu kavramlar esneklik ve genişletilebilirlik nedenleriyle OWL sınıfları olarak modellenmiştir. *HasDiagnosisOption* ve *HasTreatmentOption* nesne özellikleri sağlık personeline öneriler sunmak amacıyla kullanılmaktadır. Olası tanı ve tedavi önerileri bu özellikler ile ilişkilendirilmektedir. *Diagnosis* ve *Treatment* sınıflarının da bir hiyerarşi oluşturacak şekilde alt sınıfları olmalıdır.

Genel bir bilgi sağlık sistemi çözümü sağlamak amacıyla, sistem, olabildiğince ontoloji değişikliklerinden etkilenmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Veri girişi yapmaya yarayan grafik kullanıcı arayüzü, ontoloji yapısı dinamik olarak dolaşarak oluşturulmaktadır. Böylece, kullanıcı arayüzleri, kullanılan ontolojilerden bağımsız olarak yaratılmaktadır. Öneriler sunacak olan özellikler, o özelliğe açıklama (annotation) eklenerek tanımlanır. Bunun için *@provides_assistance* anahtar kelimesi ilgili özelliğe yorum olarak eklenir. Şimdilik *HasDiagnosisOption* ve *HasTreatmentOption* özellikleri öneri sunmaktadır. Eğer gelecekte başka bir özelliğin öneri sunması istenirse, sistem yöneticisi *@provides_assistance* sözcüğünü ilgili özelliğe yorum olarak ekleyerek bunu sağlayabilir. Kaynak kodda değişiklik yapmaya gerek yoktur.

Ayrıca veri girişi pencerelerinde kullanıcıya imaj gösterilebilir. İlgili bilgiler, kullanıcının daha iyi anlaması için şekil üzerine çizilerek ve ipucu (tooltip text) metinleriyle gösterilebilir. Bu da şekil ayarları ve bilgilerinin bir dosyada saklanmasıyla olur.



Şekil 4.2 Tüm ontolojinin genel yapısı

Ontolojideki örnekler üzerinde kural tabanlı çıkarılma yapılarak yeni gerçeklerin elde edilmesi planlanmaktadır. Kural tabanlı çıkarılma kaynak ve zaman gerektiren bir iştir. Bu nedenle performansı arttırmak için bazı stratejilerin uygulanması planlanmaktadır. Sistemde çıkarılma ile bir hastayla ilgili gerçekler elde edilmektedir. Yani, bir hastanın bilgileri diğer hastaların bilgileri ile ayrık olduğu için bir hasta ile ilgili çıkarılma yapılacaksa bu hastayla ilişkili tüm

örnekler yaratılan geçici bir ontolojiye eklenerek çıkarsama bu geçici ontoloji üzerinde yapılabilir. Bu performansı oldukça arttıracaktır. Bunu kanıtlamak için deneme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan denemelerde, iki ontoloji kullanılmıştır. Bu iki ontoloji, tedavi önerileri elde etmek için yapılan çıkarsama ve bir hastanın tüm kayıtlarının okunma süresi bakımından karşılaştırılmıştır. Ontolojilerin saklama yeri olarak kullanılabilecek alternatiflerden olan, bellek, MS SQL Server veritabanı ve MS Access veritabanı için 10’ar deneme yapılmıştır. Ontolojiler tez çalışmasında geliştirilen ontolojilerden elde edilmiştir. Bu iki ontoloji, sınıf ve ilişki yapısı (Tbox) bakımından birbirlerinin aynısıdır. Farkları, örnek sayılarındanadır. Birinci ontolojide (ontoloji A), sadece bir tek hastanın bilgileri ve 3 adet muayene verisi vardır. Toplamda 138 sınıf, 111 ilişki ve 43 örnek (individual, instance) vardır. İkinci ontolojide (ontoloji B) ise 30 hastanın kaydı (hastaların kişisel bilgileri ve her birisi için 32 diğ) vardır. Çıkarsama yapılan hastanın verileri her iki ontolojide de birbirinin aynısıdır. İkinci ontolojide, 138 sınıf, 111 ilişki ve 1058 örnek vardır. Bu veriler Çizelge 4.1’de görülmektedir. Yapılan çıkarsama denemeleri Çizelge 4.2’de görülmektedir. B ontolojisinde, bir hastanın tüm bilgilerinin çekilerek, bir Java nesnesine okunması ise Çizelge 4.3’te görülmektedir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, tek hasta kaydının olduğu bellekte saklanan A ontolojisinde, ortalama çıkarsama süresi 0,34 saniye olarak bulunmuştur. B ontolojisinde ise bu süre 0,50 saniye olarak bulunmuştur. A ontolojisi, bellekte değil de, MS SQL Server veritabanı yönetim sisteminde tutulurken çıkarsama süresi 8,53 saniyedir. B ontolojisi için bu süre 151,11 saniyedir. MS Access yazılımı kullanıldığında, A ontolojisi için çıkarsama süresi 1,03 saniye, B ontolojisi içinse bu süre 5,01 saniyedir.

Çizelge 4.1 Denemelerde kullanılan ontolojilerin yapısı

	Sınıf sayısı	İlişki sayısı	Hasta sayısı	Örnek sayısı
Ontoloji A	138	111	1	43
Ontoloji B	138	111	30	1058

Çizelge 4.2 Yapılan çıkarsama denemeleri

	Bellekte		MS SQL Server		MS Access	
Dene-me	Ontoloji A (s.)	Ontoloji B (s.)	Ontoloji A (s.)	Ontoloji B (s.)	Ontoloji A (s.)	Ontoloji B (s.)
1	0,33	0,51	8,42	130,63	1,14	5,04
2	0,32	0,48	8,33	164,45	0,97	4,76
3	0,37	0,49	8,51	164,13	0,95	5,05
4	0,31	0,49	8,55	164,06	1,07	5,20
5	0,36	0,51	8,66	131,07	1,04	4,99
6	0,31	0,49	8,52	165,15	0,99	4,92
7	0,34	0,49	8,52	130,93	1,01	4,80
8	0,36	0,51	8,62	131,26	1,06	5,20
9	0,34	0,54	8,60	165,32	0,98	5,08
10	0,36	0,48	8,58	164,08	1,10	5,03
Ortalama	0,34	0,50	8,53	151,11	1,03	5,01

Çizelge 4.3 incelendiğindeyse, bellekte saklanan B ontolojisinden bir hasta kaydının çekilmesinin ortalama süresi 0,09 saniye olduğu görülmektedir. B ontolojisi, MS SQL Server’da saklandığında bu süre 9,44 saniye, MS Access’te saklandığıysa bu süre 0,54 saniyedir.

Bu verilerden, çıkarsamanın geçici bir modelde yapılmasının performansı arttıracığı görülebilir. SQL Server’da tutulan B ontolojisini düşündüğümüzde, ortalama çıkarsama süresi 151,11 saniyedir. Eğer ilgili hastanın tüm bilgileri çekilerek (9,44 s.) bellekte tutulan geçici bir ontolojiye eklenip çıkarsama yapılırsa (0,34 s.), bu işlemin toplam maliyeti 9,78 saniye olur. Bu da 151,11 saniyeye göre oldukça kısa bir zamandır. B ontolojisi bellekte tutulursa, ortalama çıkarsama süresi 0,50 saniyedir. Eğer bir hastanın tüm bilgileri çekilerek (0,09 s.) bellekte tutulan geçici bir ontolojiye eklenip çıkarsama yapılırsa (0,34 s.), bu

işlemin toplam maliyeti 0,43 saniye olur. Bu sayı da 0,50 saniyeye göre daha azdır.

Çizelge 4.3 İlgili hastanın bilgilerinin okunması

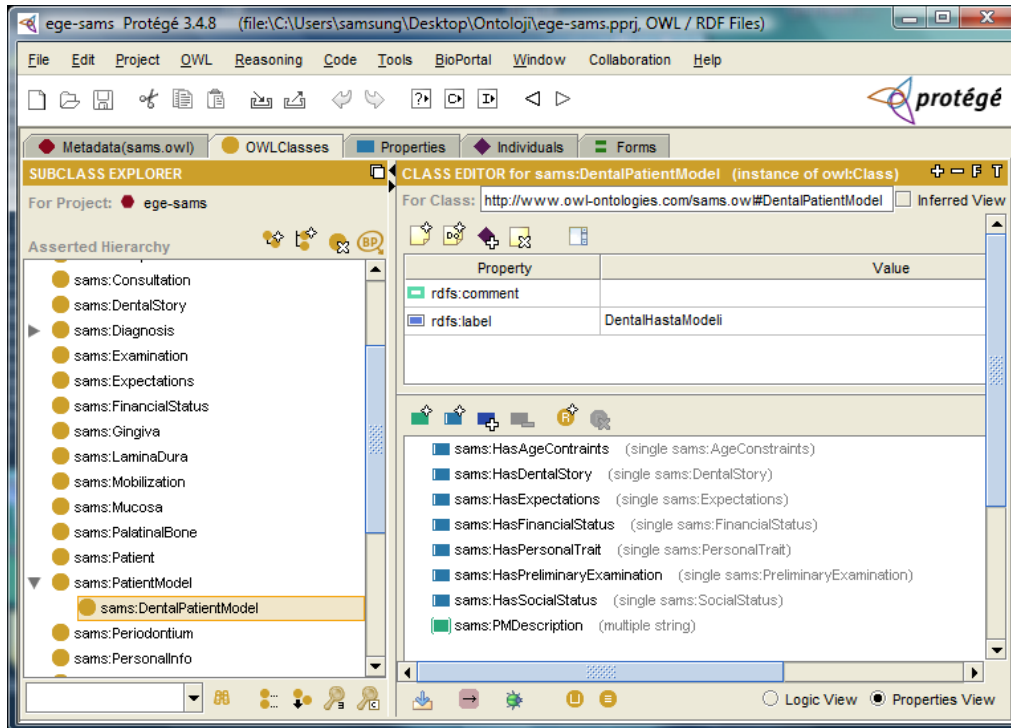
	Bellekte	MS SQL Server	MS Access
Deneme No	Ontoloji B (s.)	Ontoloji B (s.)	Ontoloji B (s.)
1	0,09	9,48	0,54
2	0,09	9,41	0,54
3	0,09	9,42	0,54
4	0,09	9,43	0,53
5	0,09	9,43	0,54
6	0,09	9,46	0,55
7	0,09	9,44	0,54
8	0,10	9,44	0,54
9	0,09	9,41	0,53
10	0,09	9,52	0,55
Ortalama	0,09	9,44	0,54

4.1. Hasta Ontolojisi

Hastanın modellenmesi hasta ontolojisi ile gerçekleştirilmektedir. Hasta ontolojisinde hastanın kişisel bilgilerinin yanı sıra uzmanlık alanına özgü hasta modellenmesi de yapılır. Kişisel bilgiler olarak; hastanın adı ve soyadı, T.C. kimlik numarası, sağlık güvencesi, doğum tarihi, doğum yeri, adres, telefon numarası, cinsiyet, eğitim durumu vs. bilgiler tutulur. Bu bilgilerden bazıları kimlik numarası girilerek başka bir yazılım servisinden de elde edilebilir.

4.1.1. Diş hekimliği için hasta modeli

Uzmanlık alanına özgü hasta modellemesi bir hiyerarşi oluşturacak şekilde düzenlenebilir. Tez çalışması kapsamında diş hekimliği için hasta modellemesi gerçekleştirilmiştir. Hasta modellemesi ile ilgili genel kavramlar Şekil 4.3’de görülmektedir. Diş hekimliği için hasta modellemesinde kullanılabilecek özellikler aşağıda anlatılmaktadır. Bu özelliklere göre kurallar tanımlanarak çıkarsama yapılabilir. Hasta modeli ontolojisinde, hastanın, yaş kısıtları, dental geçmişi, beklentileri, ekonomik durumu, kişisel özellikleri, ilk izlenimler ve sosyal durumu ontoloji sınıfları ile modellenmektedir. Bu kavramlar bu bölümde anlatılmaktadır. Bu kavramlarla ilgili özellikler modellenirken, *owl:oneOf* deyimi ile kullanıcının önceden tanımlı elemanların olduğu bir listeden seçim yapması sağlanmaktadır. Kullanıcı kendi istediği bir değeri girememektedir. Örneğin sinir kas koordinasyonu için kullanıcı “iyi” veya “kötü” değerlerini seçebilir.



Şekil 4.3 Dental hasta modeli

- **İlk izlenimler (preliminary examination):** Diş hekimine, geliş gidişlerinde hastanın davranışları incelenir. İlk izlenimler, hastanın telefonla randevu isteyişinden, bekleme odasına veya muayene odasına girişinden anlaşılabilir.

- **Sinir kas koordinasyonu (neuro muscular coordination):**

Hastanın yürüyüşünden anlaşılabilir. Hastanın sinir kas koordinasyonu iyi değilse, protezi kullanmakta problem yaşayabilir.

- **Enerjik veya durağan (Vigorous or phlegmatic):** Eğer hasta güçsüzse, çiğneme gücü, etkinliği az olabilir. Bu durumda, tedavi olarak çiğneyici yüzü dar diş ve/veya metal insört yapılabilir.

- **Bakımlı veya bakımsız (Tidy or untidy):** Hastanın ağız içi bakımı iyi olmayabilir. Bu durumda hastaya, ağız bakımı eğitimi verilmeli, motive edilmelidir.

- **Tedirgin veya kendinden emin (Nervous or confident)**

- **Diş gıcırdatma (Clenching)**

- **Yüzünü buruşturma (Grimacing)**

- **Narin veya sağlam (Delicate or robust)**

- **Kafa yapısı (personal trait) (Stewart et al., 1983) :** Burada hastanın, tedaviyi ve gerçekleri algılayıp algılayamadığı modellenmektedir.

- **Tedaviyi anlayabiliyor (Able to understand treatment):** Hasta ağızındaki olumsuzlukları kabul edebiliyor ve buna göre yapılacak tedavinin dezavantajlarını anlayıp kabul edebiliyor mu? Hasta, tedavi planını anlayamıyor veya anlamak istemiyor veya

olmayacak ve imkansız bir tedavi şeklini istiyor olabilir. Bu durumda, anlaşmazlık riski vardır.

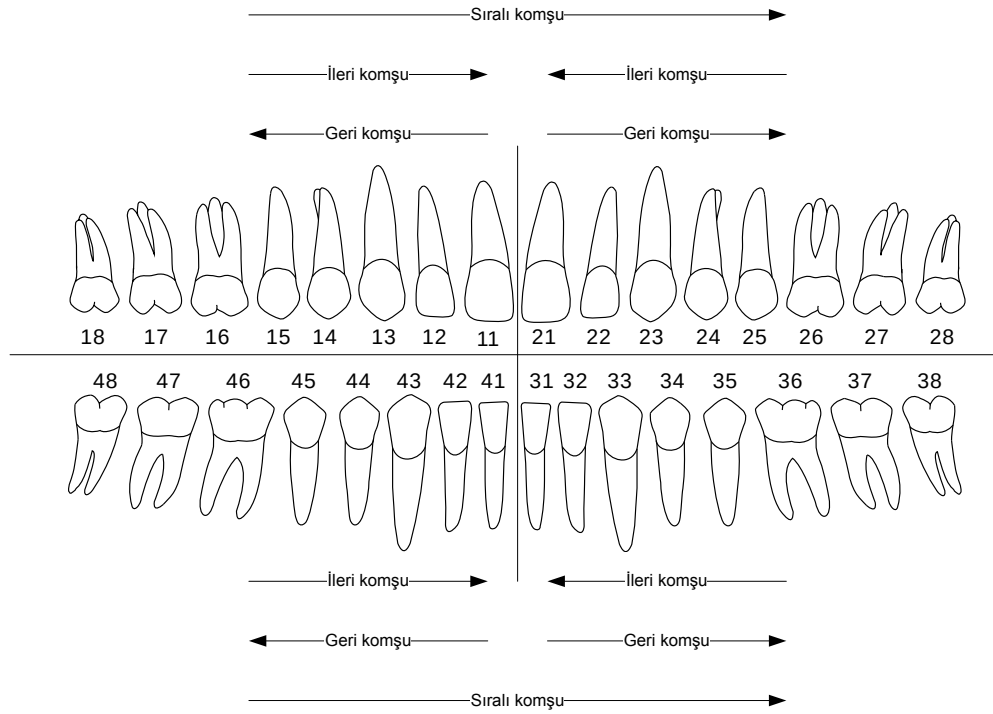
- **Kararlı veya kararsız (Decisive or indecisive):** Aşırı kararsız hastalar tedavi planlanıp, tedaviye başlandıktan sonra karar değiştirebilirler. Karar vermesi için süre tanınmalıdır ve anlaşmazlık riski vardır.
- **Akıl sağlığı (Mental condition):** Hastanın akıl sağlığı yerinde değilse protezini kullanmayı becerip beceremeyeceğini değerlendirmek gerekir. Beceremeyecekse, ağız ve protez bakımında yakınlarının yardımcı olması gerekir. Bu durumda, özürlü kişinin yakınlarını ağız ve protezin bakımı için eğitmek gerekir.
- **Beklentiler (expectations):** Burada hastanın, diş tedavisinden beklentileri modellenmektedir. Bu beklentiler şu şekilde sıralabilir:
 - **Estetik beklentisi (Aesthetic expectation)**
 - **Çiğneme etkinliği (Chewing efficiency)**
 - **HBP kullanmak istemiyor (Does not want to use RPD)**
 - **Genel beklentiler (General expectation)**
 - **Uzun ömürlülük (Longevity)**
 - **Fonetik gereksinimi (Phonetic requirement)**
 - **Sabitlik ve denge (Retention and stability)**

- **Ümitsiz dişlerin çekilmesini kabul ediyor (Willingness for extraction of hopeless teeth)**
- **HBP kullanmaya istekli (Willingness to use RPD)**
- **Yaş kısıtları (age constraints):**
 - **İskelet gelişimini tamamlamış (Completed skeletal development):**
Eğer hasta, iskeletsel gelişimini tamamlamamış ise geçici bir tedavi yapılabilir.
 - **Reşit değildir (Under the age of majority):** Eğer hasta reşit değilse, vasisi refakatinde tedavi edilmelidir.
- **Ekonomik durumu (financial status):** Tedaviyi finanse edebilme imkanı modellenmektedir. Eğer ekonomik durumu kısıtlı ise HBP yapılabilir.
- **Sosyal durumu (social status):** Hastanın, sosyal, mesleki ve psikolojik durumunun, tedavi devam ederken, dişsiz gezmesine uygun olup olmadığı modellenmektedir.
- **Randevulara gelebilme kolaylığı (mobilization):** Hastanın mesleki çalışma saatleri uyumsuzluğu, hasta veya çocuk bakıyor olması, ulaşım zorluğu, hastanın sağlığının gelip gitmeye uygun olmaması, yaşlı olması, yürüyememesi, immobil olması durumunda randevuları minimumda tutmak veya tedavi için hastaya gitmek tercih edilebilir.
- **Dental hikayesi (dental story):** Hastanın birden fazla kullanmadığı protezi varsa, eski protezlerinden şikayetleri objektif değilse, eski protezlerinde önemli hata yoksa, hasta uyumlu izlenimi veriyor olsa bile anlaşmazlık riski vardır (Grasso and Miller, 1991; Stewart et al., 1983). Hasta daha önceden başka diş hekimlerinde başladığı tedavileri sonlandıramamışsa, yine benzer şekilde anlaşmazlık riski vardır.

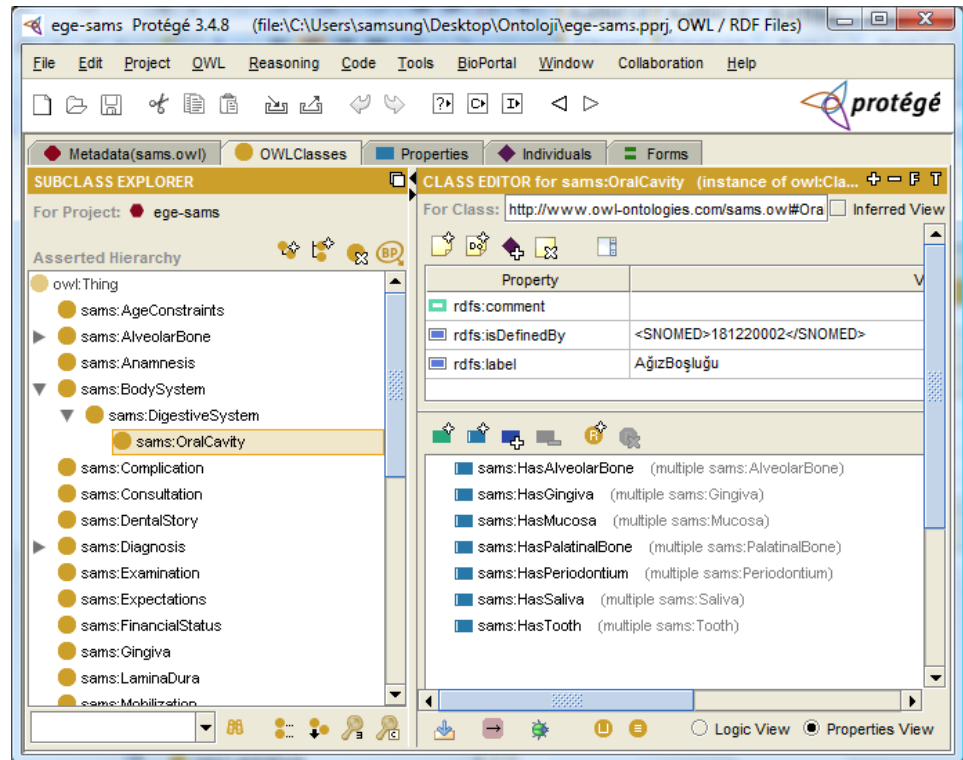
4.2. Alan Ontolojisi

Bu bölümde diş hekimliği için insan ağzının modellenmesi anlatılmaktadır. İnsan ağız içi boşluğu (*OralCavity*), sindirim sisteminin alt sınıfı olarak modellenmiştir. Sindirim sistemi (*DigestiveSystem*) de vücut sisteminin (*BodySystem*) alt sınıfıdır. Ağız içi boşluğundaki dişler Şekil 4.4'te görülmektedir. Alan ontolojisinde, dişler arasında komşuluk ilişkileri tanımlanmıştır. Her dişin yatay ekseninde bir geriye doğru ve bir ileriye doğru komşusu vardır. Ayrıca bir dişin en fazla iki adet dikey ekseninde karşıt komşusu vardır. FDI (World Dental Federation) gösterimine göre 32 diş 4 kuadranta bölünmektedir. Şekil 4.4'te görüldüğü gibi kuadrantlar arası geçiş yaparken ileri veri komşuluk ilişkileri değişmektedir. Örneğin, 12 numaralı dişin ileri komşusu 11 numaralı diş iken, 11 numaralı dişin ileri komşusu 21 numaralı diş değildir. Bu nedenle, kural yazmada kolaylık sağlaması açısından sıralı komşuluk adı altında başka bir yatay komşuluk ilişkisi tanımlanmıştır. Bu ilişki kuadrantlar arası geçiş yapıldığında yön değiştirmemektedir. Eğer sıralı komşuluk ilişkisi tanımlanmasaydı ve birbirine komşu 3 diş için kural yazılmak istenseydi bu kural 12, 11 ve 21 numaralı dişleri kapsayamayacaktı.

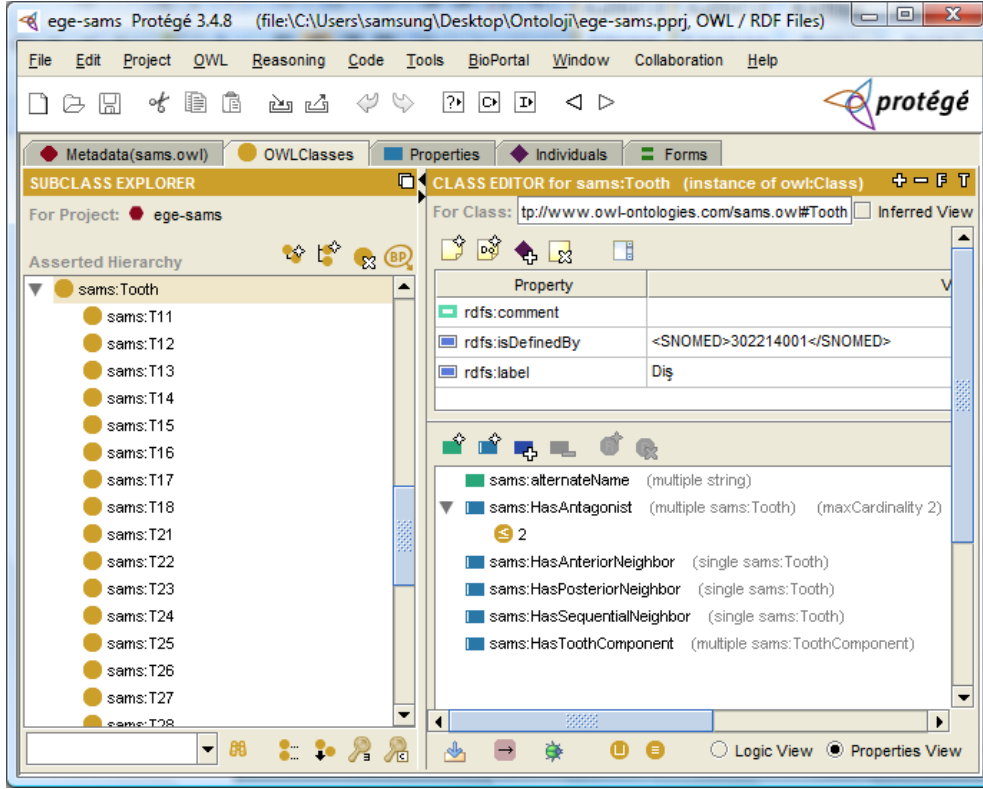
Bu komşuluk ilişkilerini 32 diş için tanımlamak zor olacağı için, bu ilişkiler yazılım tarafından isteğe bağlı olarak otomatik yaratılabilir. Dişler, FDI numaralandırma sistemine göre adlandırılmıştır. Ayrıca dişlerin yapısı modellenmiştir. Dişler, mine, sement, dentin, pulpa (dişin özü), kök kısımlarından oluşmaktadır. Diş, kemik, ağız içi dokuları vb. yapılar Şekil 4.5'te de görüldüğü gibi modellenmiştir. Ağız içi, alveol kemiği, diş eti, mukoza, palatinal kemik, periodonsiyum, tükürük miktarı ve dişlerden oluşmaktadır. Dişlerin modellenmesi ise Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.4 Ağız içindeki dişler ve dişlerin numaraları



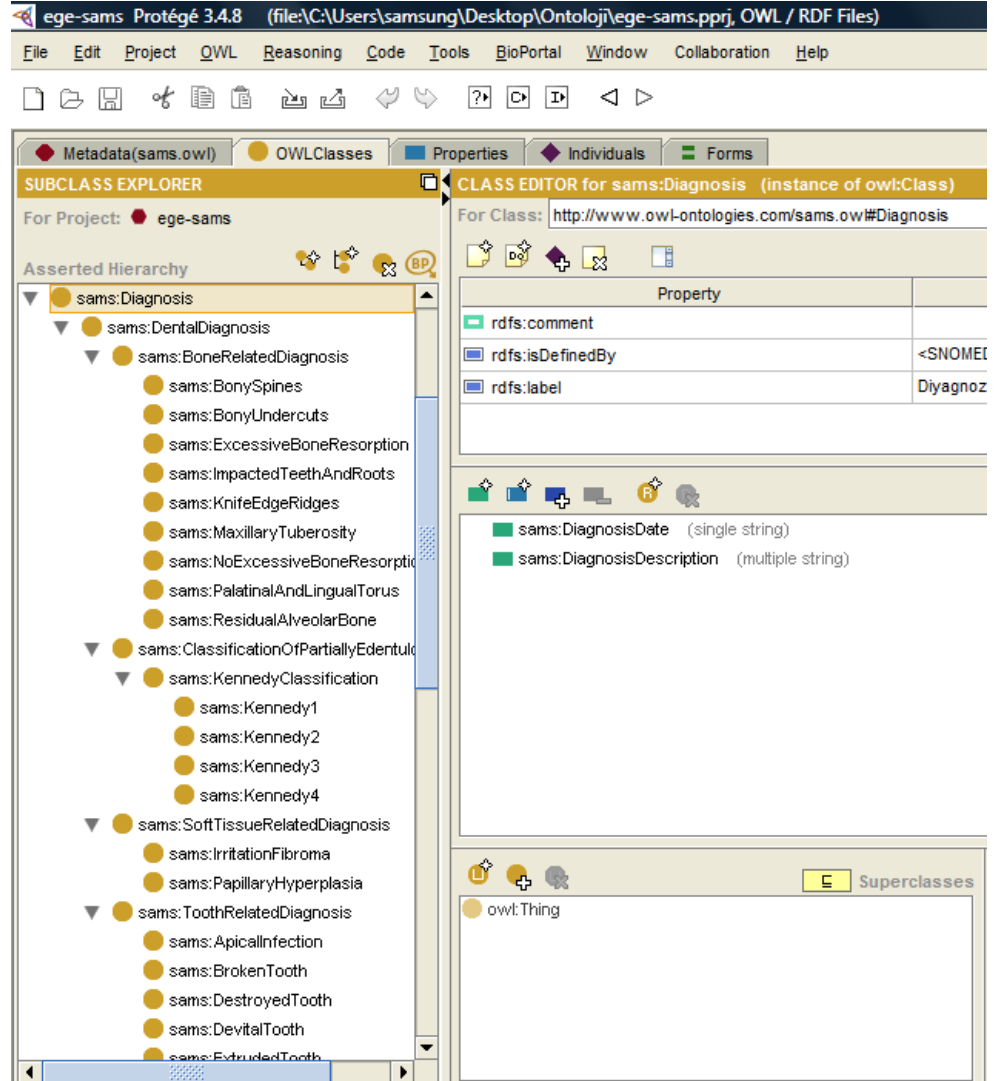
Şekil 4.5 Ağız içinin modellenmesi



Şekil 4.6 Dişin modellenmesi

4.3. Tanı Ontolojisi

Bu bölümde tanılar (teşhis, diagnosis) ile ilgili kavramlar modellenmektedir. İlgili alt bölümlerde protez kullanmayı etkileyen sistemik hastalıklar ve bazı bölümleri dişsiz çenelerin Kennedy sınıflandırmasına göre sınıflandırılması anlatılmaktadır. Tanı kavramları ve hiyerarşisi Şekil 4.7’de görülmektedir. Tanı kavramları için ICD ve SNOMED CT kodları açıklama (annotation) olarak eklenmiştir.



Şekil 4.7 Tanı ile ilgili kavramlar

Tanı kavramları hiyerarşisi aşağıda listelenmektedir:

- Tanı (Diagnosis)
 - Dental tanı (DentalDiagnosis)
 - Kemikle ilgili tanı (BoneRelatedDiagnosis)
 - Kemik çıkıntıları (BonySpines)

- Kemik girintileri (BonyUndercuts)
- Aşırı kemik erimesi (ExcessiveBoneResorption)
- Gömülü diş ve kök (ImpactedTeethAndRoots)
- Bıçak sırtı (KnifeEdgeRidges)
- Tüber maksilla (MaxillaryTuberosity)
- Palatinal ve lingual torus (PalatinalAndLingualTorus)
- Dişsiz bölgede kalan kemik(ResidualAlveolarBone)
- Kısmi dişsiz çenelerin sınıflandırılması (ClassificationOfPartiallyEdentulousArches)
 - Kennedy sınıflandırması (KennedyClassification)
 - Kennedy I
 - Kennedy II
 - Kennedy III
 - Kennedy IV
- Yumuşak doku ile ilgili tanı (SoftTissueRelatedDiagnosis)
 - İritasyon fibromu (IrritationFibroma)
 - Papiller hiperplazi (PapillaryHyperplasia)

- Dişle ilgili tanı (ToothRelatedDiagnosis)
 - Apikal enfeksiyon (ApicalInfection)
 - Kırık diş (BrokenTooth)
 - Aşırı kron harabiyeti (DestroyedTooth)
 - Devital diş (DevitalTooth)
 - Uzamış diş (ExtrudedTooth)
 - Kaybedilmiş diş (MissingTooth)
 - Mobilite (Mobility)
 - Devrik diş (TiltedTooth)
 - Diş çürüğü (ToothDecay)
 - Estetik olmayan diş (UnestheticTooth)

○ Hastalık (Disease)

- Dental hastalık (DentalDisease)
 - Gingivitis (Gingivitis)
- Sistemik hastalık (SystemicDisease)
 - Anemi (Anemia)
 - Artrit (Arthritis)

- Baę doku hastalığı (ConnectiveTissueDisease)
- Bifosfanat kullanan hastalar
(BisphosphonateTherapy)
- Diyabet (Diabetes)
- Epilepsi (Epilepsy)
- Hiper paratiroidi (HyperParathyroidism)
- Hiper tiroidi (HyperThyroidism)
- Kortizon kullanan hastalar (CortisoneTherapy)
- Paget (Paget)
- Pemfigus (Pemphigus)
- Radyoterapi (Radiotherapy)
- Şögren (Shogren)
- Oral liken planus (OralLikenPlanus)
- Skleroderma (Scleroderma)

4.3.1. Protez kullanmayı etkileyen sistemik hastalıklar

Bazı sistemik hastalıklar ağız içindeki dokuları etkileyerek, hastanın rahat bir şekilde protez kullanmasını olumsuz yönde etkileyebilir (Applegate, 1966; Grasso and Miller, 1991; Wintrobe et al., 1974; Stewart et al., 1983; Öztürk ve Keskin, 1997):

- **Anemi:** Anemik hastalarda, ağız kuruluğu, soluk mukoza, glossit, anguler stomatit ve tekrarlayan aftlar görülür. Hasta protezinle rahat edemeyebilir.
- **Diyabet:** Diyabetli hastalarda, dehidratasyon ve ağız kuruluğu, makroglossi, ağrılı ve kızarıklık dil görülür. Osteoporoz, periodontal ve alveolar yıkım nedeni ile dişler sallanır. Protez vuruğu olabilir yaralar geç iyileşir. Mukozada kandidiazis ve enfeksiyon gelişebilir. Bu durumda, doktor kontrolünde, diyet, ilaç ve insülinle kan şekeri kontrol altında tutulmalıdır. Protez vuruğuna karşı dikkatli olunmalıdır.
- **Hiperparatiroidi:** Sistemik komplikasyonların yanında, alveol kemiğinde hızlı yıkım, lamina dura kaybı görülür. Bunun sonucunda, destek dişler dayanıksız hale gelir, kaidenin plağının altındaki alveol çiğneme kuvvetini taşıyamayabilir, alveol rezorbe oldukça kaide plağı bollaşır.
- **Hipertiroidi:** Hastada yüksek sempatik aktivite vardır. Hastaların hassaslığı artmıştır. Protezleri ile rahat edemeyebilirler.
- **Epilepsi:** Kullandığı ilaçlar nedeniyle, diş etlerinde oluşan fibröz hiperplazi, protezin adaptasyonunu bozabilir. Hastaya ağız bakımı eğitimi verilmeli ve motive edilmelidir. Hasta şayet kriz geçirirse protezin yerinden oynamaması, çıkmaması, kırılmaması gerekir. Retansiyonu ve stabilizasyonu iyi olmayan HBP yapmaktan kaçınmak gerekir.
- **Romatoid Artirit:** Çene eklemi problemleri varsa, hasta dikkatlice değerlendirilmelidir. Hasta el ve parmaklarını kullanamıyorsa ağız ve diş temizliği için elektrikli diş fırçası, protez temizliği için ultrasonik banyo kullanabilir.
- **Paget:** Hastalık çene kemiklerini tutarsa kret genişlemesi nedeniyle protezi yenilemek gerekebilir. Zayıf kanlanma nedeniyle kemikte enfeksiyon gelişebilir.

- **Oral liken planus:** Skuamöz hücreli karsinoma dönüşme tehlikesi vardır. Ağızda mümkün olduğunca metal kullanmamak gerekir. Özellikle galvanik akıma neden olmamak gerekir. Mekanik iritasyondan kaçınmak için, dişler, dolgular ve protezde sivri, keskin kenarların yuvarlatılıp parlatılması gerekir.
- **Skleroderma:** Ağız açıklığı küçüldüğü için ölçü kaşığı ağza girmez, protez ağza girip çıkmaz. Ölçü kaşığının ve protezin ağza girip çıkabilmesi için parçalı kaşık ve parçalı protez yapılabilir.

4.3.2. Bazı bölümleri dişsiz çenelerin Kennedy'ye göre sınıflandırılması

Kennedy tüm kısmi dişsiz çeneleri dört ana gruba ayırmıştır. Sınıflandırma boşluk bölgelerinin yerine göre yapılmıştır. Tanımlanan dört gruptaki dişsiz bölgelere ek boşluklar modifikasyon olarak adlandırılmıştır. Applegate (1966), Kennedy sınıflandırmasına katkıda bulunarak, bu modifikasyon boşluklarını, bulundukları yerlere göre adlandırarak daha anlamlı hale getirmiştir. Applegate modifikasyon boşluğunu, önde ise “A” (anterior) arkada ise, “P” (posterior) olarak adlandırmıştır (Applegate, 1966; Grasso and Miller, 1991).

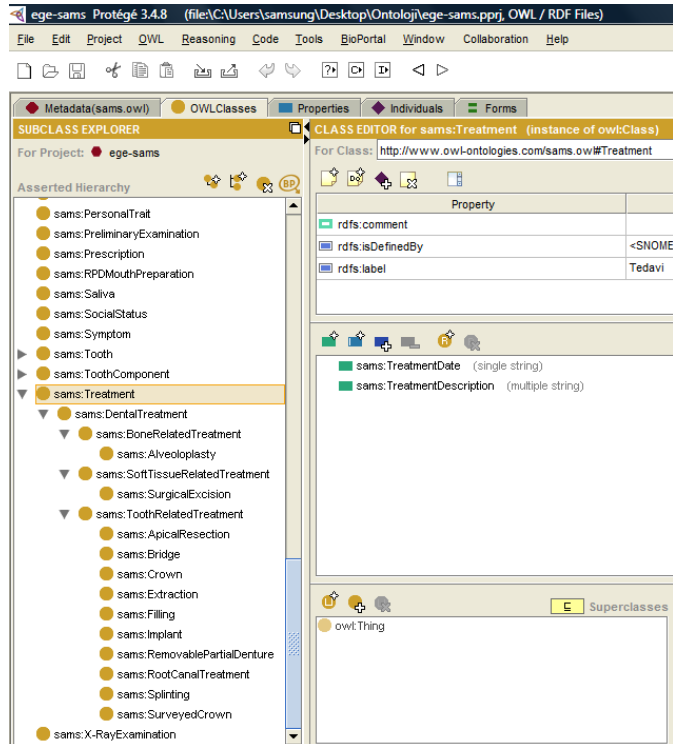
Sınıflandırmada boşluk bölge, arkadan öne göre sorgulanmaktadır. Sorgulama belli bir sıralamaya göre yapılmaktadır (Applegate, 1966; Henderson and Steffel, 1973):

- **Kennedy sınıf I:** Ağızda var olan dişlerin arka tarafında (distalinde) çift taraflı (bilateral) dişsiz bölge, diğer bir deyişle çift taraflı arkası serbest sonlanan dişsiz bölge vardır. Çift taraflı serbest sonlanan çeneler sadece Kennedy I olabilir. Ek boşlukların her biri modifikasyon olarak adlandırılır.

- **Kennedy sınıf II:** Tek taraflı (unilateral) arkası serbest bölge (var olan dişlerin distalinde tek taraflı dişsiz bölge), diğer bir deyişle tek taraflı serbest sonlanan çeneler sadece Kennedy II olabilir. İlave her boşluk modifikasyondur.
- **Kennedy sınıf III:** Dişsiz bölge, tek tarafta aradadır. Arada olan diğer boşluklar modifikasyondur.
- **Kennedy sınıf IV:** Ön bölgede orta çizgiyi de içine alan dişsiz bölge vardır. Bu sınıfın modifikasyonu yoktur. Ek boşluk olması halinde başka sınıfa ait olur.

4.4. Tedavi Ontolojisi

Tedavi ile ilgili kavramlar bu ontolojide tanımlanmaktadır. Bu kavramlar Şekil 4.8’te görülmektedir. Bunlar; köprü, kron, çekim, dolgu ve HBP’dir.



Şekil 4.8 Tedavi ile ilgili kavramlar

Tedavi kavramları hiyerarşisi aşağıda listelenmektedir:

- Tedavi (Treatment)
 - Dental tedavi (DentalTreatment)
 - Kemik ile ilgili tedavi (BoneRelatedTreatment)
 - Alveoloplasti (Alveoloplasty)
 - Yumuşak doku ile ilgili tedavi (SoftTissueRelatedTreatment)
 - Cerrahi müdahale(SurgicalExcision)
 - Diş ile ilgili tedavi (ToothRelatedTreatment)
 - Apikal rezeksiyon (ApicalResection)
 - Köprü (Bridge)
 - Kron (Crown)
 - Diş çekme (Extraction)
 - Dolgu (Filling)
 - İmplant (Implant)
 - Hareketli bölümlü protez (RemovablePartialDenture)
 - Kök kanal tedavisi (RootCanalTreatment)

- Splintleme (Splinting)
- Frezeli kron (SurveyedCrown)

5. SAĞLIK BİLGİ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Bu bölümde, akıllı ve dağıtık bir sağlık bilgi sistemi geliştirilmesi ve geliştirilen sistemin çalıştırılması anlatılmaktadır. İlk olarak özendirici senaryo anlatılmaktadır. Sonra, çok etmenli sistem mimarisi ve etmenlerin arasındaki etkileşimler örnek bir senaryoya göre anlatılmaktadır.

5.1. Motivasyon

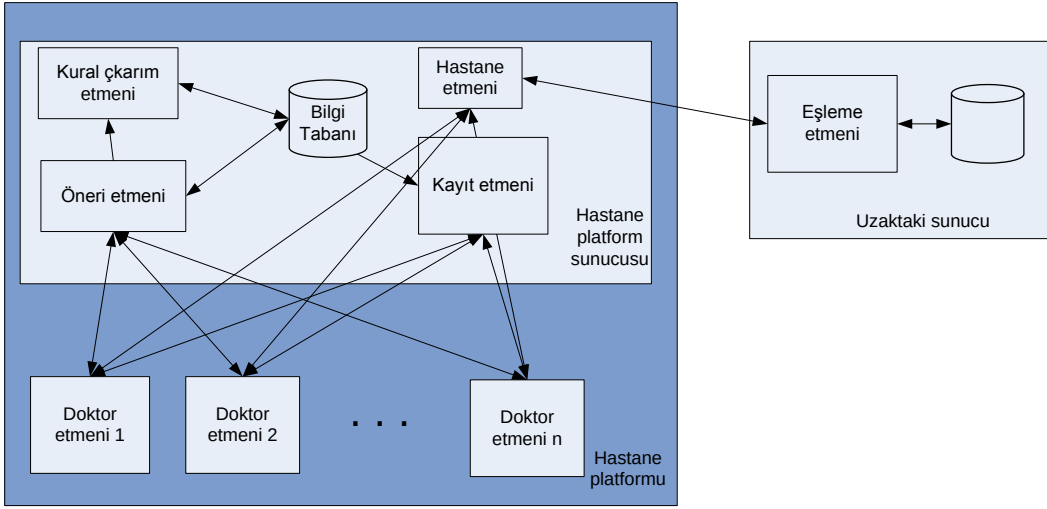
Bu bölümde, tez çalışmasında geliştirilen mimariyi tanıtmak amacıyla özendirici bir senaryo anlatılmaktadır. Yeni bir hasta geldiğinde, doktor, gelen hastanın kimlik numarasını sisteme girerek hastanın bu hastanede veya başka hastanelerde sağlık kayıtları olup olmadığını sorgulama yaparak öğrenir. Doktor, bu hastanın daha önceden girilmiş bilgileri olduğunu görür ve bu bilgileri bulunduğu hastanenin veri ambarına indirir. Bunu yaparak aynı verileri tekrardan girip zaman kaybetmenin önüne geçilir. Böylece doktor, hastanın geçmiş sağlık bilgilerini, test sonuçlarını, röntgen filmlerini ve diğer doktorların yaptıkları yorumları görebilir. Bu durum, hastayı bu bilgileri sürekli yanında taşıma veya hatırlama yükünden kurtarır. Daha sonra doktor, bulduğu bulguları ve diğer gerekli bilgiyi sisteme girer. Veri girişi bittikten sonra, doktor sistemden tanı koymak ve tedavi etmek için öneriler alır. Doktor önerilerden seçim yapabilir veya önerilerin dışında bir tanı koyabilir. Eğer doktor sistem tarafından önerilmemiş bir tanı seçerse, burada kural çıkarım süreci devreye girer. Bu süreç otomatik veya yarı denetimli gerçekleştirilebilir. Sistem doktora bu süreci yönetmek isteyip istemediğini sorar. Eğer doktor süreci yönetmek isterse, kararı vermekte kullandığı gerçekleri seçerek süreci yönetir. Eğer doktor süreci yönetmek istemezse otomatik kural çıkarımı gerçekleştirilir. Elde edilen kural sisteme eklenir. Benzer bir durumla karşılaşıldığında bu kural kullanılarak elde edilen öneriler de doktora sunulur.

5.2. Sistem Mimarisi

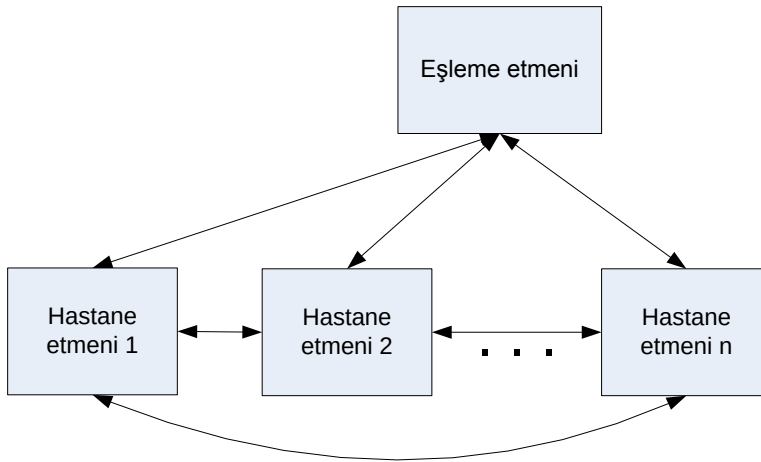
Bu bölümde, tez çalışmasında geliştirilen sistemin mimarisi anlatılmaktadır. Geliştirilen mimarinin genel yapısı Şekil 5.1’de görülmektedir. Amacımız bu mimarinin yeni ve özgün kısımlarını göstermek olduğu için geleneksel sağlık bilgi sistemlerinin sahip olduğu hasta kayıt, imaj saklama, vb. alt sistemler gösterilmemiştir. Geliştirilen mimari, çok etmenli akıllı sağlık bilgi sistemleri geliştirmeye yarar. Bu mimariden türetilen sistemler; hastaların elektronik kayıtlarını saklayabilecek, kayıt paylaşımını gerçekleyecek ve doktorlara karar vermelerinde destek olacaktır. Ayrıca sistem doktorların verdikleri kararlardan kurallar elde ederek kendini geliştirme yeteneğine sahip olacaktır ve kendini sürekli iyileştirerek evrimleşme özelliğine sahip olacaktır. Geliştirilen mimaride tüm etmenler internet gibi bir ağ üzerinden birbirine bağlı olmalıdır.

Hasta kayıtlarının paylaşımı Şekil 5.2’de görülmektedir. Paylaşım için uzaktaki bilgisayarda bir eşleme etmeni çalışır durumdadır. Burada iki strateji uygulanabilir. Birincisinde kayıt bilgileri eşleme etmeni tarafından tutulabilir ve hastane etmeni tarafından istendiğinde kayıtların tutulduğu hastane etmenlerinin adresleri döndürülür. İkinci stratejide de eşleme etmeni tüm hastane etmenlerini sorgulayarak bu bilgiye ulaşır ve sorguyu cevaplar.

Sistem mimarisinde, her doktora bir doktor etmeni atanır. Doktor etmeni doktor ve sistem arasında arayüz görevi görür. Doktorlar, hasta kayıtlarını görebilir, yeni kayıt ekleyip silebilir, üzerinde değişiklik yapabilir ve sistemden öneri alabilir. Doktor etmeni bu işleri kayıt etmeni, öneri etmeni ve hastane etmeni ile iletişimde bulunarak gerçekleştirir.



Şekil 5.1 Sistem mimarisine genel bakış



Şekil 5.2 Hasta kayıtlarının paylaşımı

Her hastanenin bir hastane etmeni bulunur. Hastane etmeni, kendi bulunduğu hastane platformundaki etmenler ile diğer hastane etmenleri arasında aracılık görevi görür. Hastanın diğer hastanelerde kayıtlı bilgilerini hastane etmeni diğer hastane etmenleriyle haberleşerek elde eder.

Kayıt etmeni, hasta kaydı eklenmesi, silinmesi ve kayıt üzerinde değişiklik yapılması işlemlerinden sorumludur. Her hastanede senkronizasyonun sağlanması için bir kayıt etmeni vardır. Kayıt etmeni, o an açık olan hasta kayıtlarını bir veritabanında tutar. Eğer açık olan bir kaydı, bir başka doktor incelemek için açmak isterse, kayıt sadece okunabilir olarak açılır. Üzerinde değişiklik yapılamaz. Bu da senkronizasyonun sağlanması için gereklidir.

Öneri etmeni çıkarsama yaparak doktorlara öneriler sunmaktan sorumludur. Öneri etmeni eğer hiç öneri getiremezse veya önerilerden hiç birisi doktor tarafından seçilmezse, doktorun verdiği karara göre kural çıkarımı yapılması için kural çıkarım etmenine mesaj gönderir. Kural çıkarım etmeni, bu duruma göre kural veya kurallar elde ederek bu kuralları bilgi tabanına ekler.

Geçmiş tecrübelerden öğrenme ise kural çıkarım etmeni tarafından gerçekleştirilir. Kural çıkarım etmeni öneri etmeninden gelen istek doğrultusunda kural çıkarımı yapar ve bu kurallar bilgi tabanına eklenir.

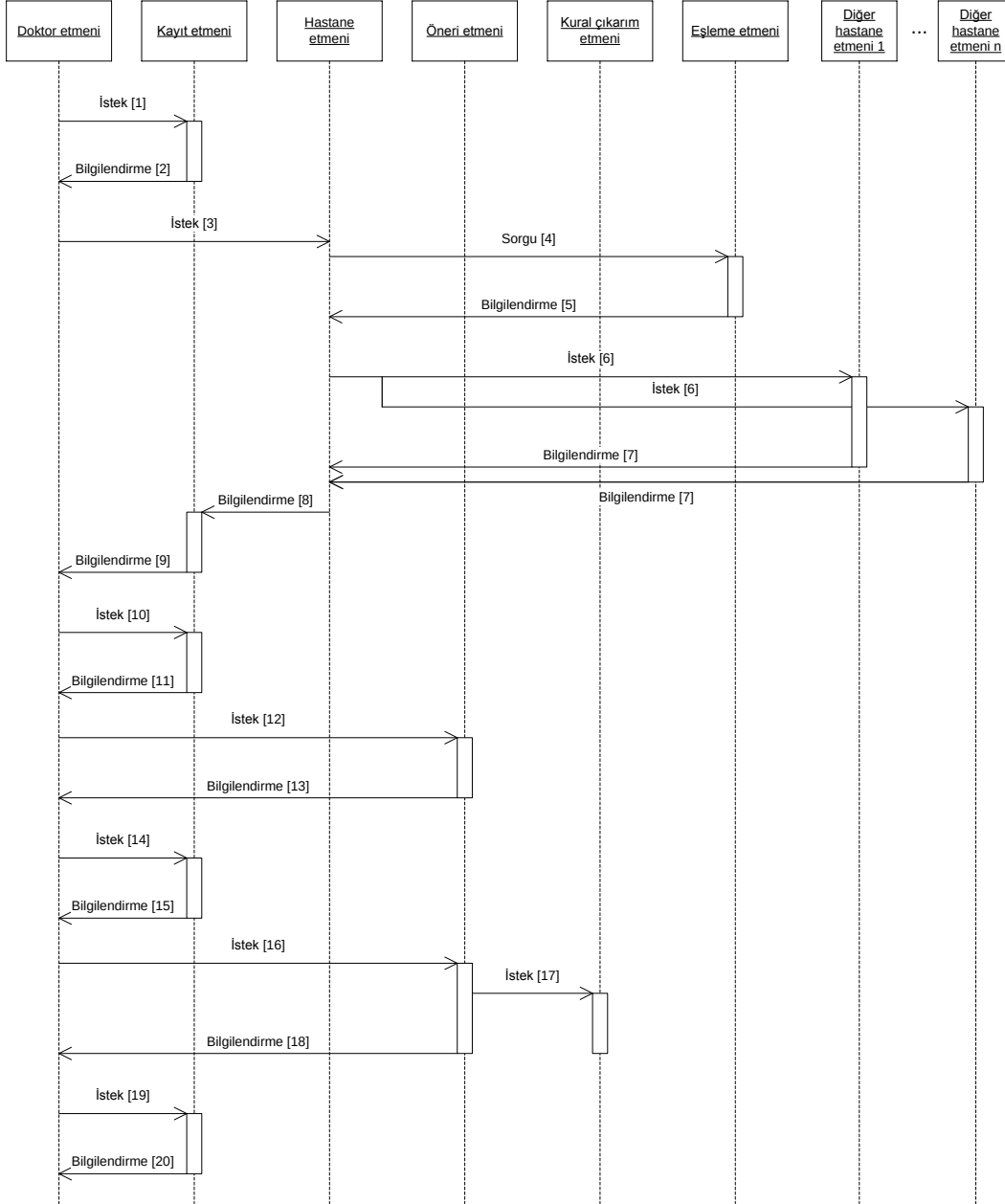
5.3. Etmenlerin Etkileşimleri

Bu bölümde, tez çalışmasında geliştirilen mimariden türetilen bir sistemdeki etmenlerin arasındaki etkileşim, bölüm 5.1’de anlatılan senaryoya göre Şekil 5.3’te görüldüğü gibi anlatılmaktadır. İletişim için, FIPA tarafından tanımlanmış FIPA ACL (FIPA, 2002) iletileri kullanılmaktadır. Doktor etmeni, kayıt (EHR) etmeni, öneri etmeni, kural çıkarım etmeni, hastane etmeni ve eşleşme etmeni birbirleriyle mesaj alış verişi ile etkileşmektedir.

Şekil 5’te görülen mesajların ayrıntılı açıklamaları aşağıda görülmektedir:

1. Yeni bir hasta geldiğinde, sağlık personeli hastanın kimlik numarasını sisteme girerek hastanın geçmiş sağlık kaydı var mı diye kontrol amacıyla arama yapar. Doktor etmeni bu amaçla bir istek mesajını kayıt etmenine gönderir. Bu mesaj kullanıcının kimlik numarası ve yapılacak olan işlem bilgilerini içerir. İşlem “inceleme”, “ekleme”, “silme”, “güncelleme”

değerlerinden birisi olabilir. Bu mesajda işlem tipi “inceleme” olarak atanmıştır.



Şekil 5.3 Geliştirilen mimaride etmenler arasındaki etkileşimler

2. Kayıt etmeni gönderilen mesajı alır, yerel bilgi tabanında arama yapar ve sonuçları bilgilendirme mesajıyla doktor etmenine aktarır. Doktor etmeni bu mesajı aldığı anda mesajın içeriğini sağlık personeline gösterir.

3. Sağlık personeli, hastanın başka hastanelerdeki sağlık bilgilerini de yerel sunucuya aktarıp kaydetmek ister. Aslında sağlık personeli bu bilgileri kaydetmeden de inceleyebilir. Sağlık personeli bunu yapmasını yine etmeninden ister. Doktor etmeni bu isteği bir istek mesajı ile hastane etmenine bildirir. Bu işin başarılması için hastane etmeninin, bütün hastanelerin hastane etmenlerinin etmen adreslerine ulaşabilmesi gerekir.
4. Hastane etmeni eşleşme etmenini sorgulayarak bu adreslere ulaşır.
5. Eşleşme etmeni, bu sorguyu tüm hastane etmenlerinin adreslerini içeren bir mesaj ile yanıtlar.
6. Artık hastane etmeni, sistemdeki tüm hastane etmenlerinin adreslerine erişmiştir. Hastane etmeni, aranan hastanın başka hastanelerdeki kayıtlarına ulaşmak amacıyla diğer tüm hastane etmenlerine istek mesajı gönderir.
7. Diğer hastanelerin etmenleri bu istek mesajını yanıtlar. Eğer ilgili hastaya ait kayıtlar bulunursa bu kayıtlar, yanıt mesajının içinde gönderilir.
8. Hastane etmeni gelen mesajları işler ve hasta bilgilerinin kaydedilmesi için kayıt etmenine istek mesajı gönderir.
9. Kayıt etmeni, hastanın bilgileri bilgi tabanına kaydedildiği zaman doktor etmenini bilgilendirir ve doktor etmenine de eklediği bilgileri gönderir. Doktor etmeni gelen mesajı işleyip sağlık personeline gösterir. Artık sağlık personeli hastanın geçmiş sağlık bilgilerini inceleyebilir.
10. Doktor hastayı muayene eder, sorular sorar ve bazı testleri yaptırmasını isteyebilir. Sonra doktor, doktor etmeni yardımıyla hastayla ilgili bütün verileri (gerçekleri) sisteme girer. Doktor etmeni bu yeni eklenen verilerin eklenmesi için kayıt etmenine istek mesajı gönderir.

11. Kayıt etmeni, yeni bilgileri bilgi tabanına ekler ve doktor etmenine bu durumu bildiren bir bilgilendirme mesajı gönderir. Doktor etmeni bu onay mesajını alınca ekleme işleminin yapıldığını doktora gösterir.
12. Senaryoya göre, sağlık personeli hastaya tanı koymak için sistemden uzmanlık almak ister. Sağlık personeli, doktor etmeni aracılığıyla bir istek yapar. Doktor etmeni bu amaçla öneri etmenine istek mesajı gönderir.
13. Öneri etmeni kural tabanlı çıkarsama yaparak elde edilen önerileri bir bilgilendirme mesajının içine koyarak yanıtlar. Doktor etmeni gelen mesajdan önerileri elde eder ve doktora gösterir.
14. Doktor hiçbir öneriyi beğenmez ve kendi kararını sisteme girer. Sonra doktor etmeninden kaydetmesini ister. Bunun için doktor etmeni kayıt etmenine istek mesajı gönderir.
15. Kayıt etmeni ekleme işlemini gerçekleştirir ve bu durumu bildiren bir mesajı doktor etmenine gönderir.
16. Doktor, öneri etmeninin önerilerinden hiç birisini seçmediği için, doktor etmeni, doktora kural çıkarım işlemini yönetmek isteyip istemediğini sorar. Doktor kural çıkarım işlemine yardımcı olmak istemez. Bu durumda, kural çıkarım etmeni doktorun kararından ilgili kural(lar)ı elde eder ve bilgi tabanına ekler.
17. Doktor hastaya tanı koyar. Şimdi ise doktor tedaviye karar vermek için uzmanlık ister. Doktor etmeni tedavi önerileri için istekte bulunur. Öneri etmeni yine çıkarsama yapar.
18. Öneri etmeni çıkarsama işlemini tamamlar ve tedavi önerilerini doktor etmenine gönderir.

19. Doktor önerilerden birisini seçer. Doktor etmeni bu tedavinin kaydedilmesi için kayıt etmenine bir mesaj gönderir. Eğer doktor öneriler arasında olmayan bir tedavi seçseydi, bu durum için de kural çıkarımı yapılacaktı.
20. Kayıt etmeni güncelleme tamamlanınca doktor etmenine bu durumu bildirir.

6. GELİŞTİRİLEN SİSTEM

Tez çalışması kapsamında geliştirilen sağlık bilgi sistemi, Java programlama diliyle gerçekleştirilmiştir. Netbeans geliştirme ortamı kullanılmıştır. Etmen geliştirme çerçevesi olarak JADE, ontoloji manipülasyonu için Protege-OWL API, kural tabanlı çıkarsama yapmak için ise JESS kural motoru kullanılmıştır. Kural dili olarak da SWRL kullanılmaktadır.

Geliştirilen sistemde, diş hekimliği protez alanı ile ilgili 28 tane SWRL kuralı tanımlanmıştır. Bu kurallar kullanıcılara tedavi önerileri sunmak için kullanılırlar. Sistemi kullanabilmek için sağlık personeli kullanıcı adı ve şifresiyle sisteme girer. Kullanıcı arama penceresini kullanarak elektronik hasta kayıtlarını arayabilir. Arama penceresi Şekil 6.1’de görülmektedir. Kullanıcı yerel ve uzak hasta kayıtlarında arama yapabilir. Yerel kayıtlardan kasıt, bulunulan hastanenin yerel sunucusunda saklanan kayıtlardır. Uzak kayıtlar ise diğer hastanelerin sunucularında tutulan kayıtlardır. Uzak kayıtlara erişim için, ya hastanın doktora önceden izin vermiş olması ya da hastanın şifresini girmesi gerekmektedir. Sistem bu özelliğe de sahiptir. Arama sonuçları sağdaki tabloda kullanıcıya gösterilir. Sağlık personeli, bir hastanın yerel ve uzak kayıtlarını inceleyebilir, fakat sadece eğer yetkilendirilmişse yerel kayıtlar üzerinde değişiklik yapabilir. Uzak kayıtlar salt okunurdur. Kullanıcı uzak kayıtları senkronizasyon seçeneklerinden birisini seçerek yerel sunucuya aktarabilir. Senkronizasyon seçenekleriyle; bir kişinin seçilen bir hastaneden sadece kişisel bilgileri veya bir kişinin seçilen bir hastanedeki tüm kayıtları veya bir kişinin kayıtlı tüm hastanelerdeki tüm kayıtları aktarılabilir. Ayrıca uzak kayıtlar incelenirken sadece istenilen örnek(ler) tam senkronizasyon yapmadan aktarılabilir.

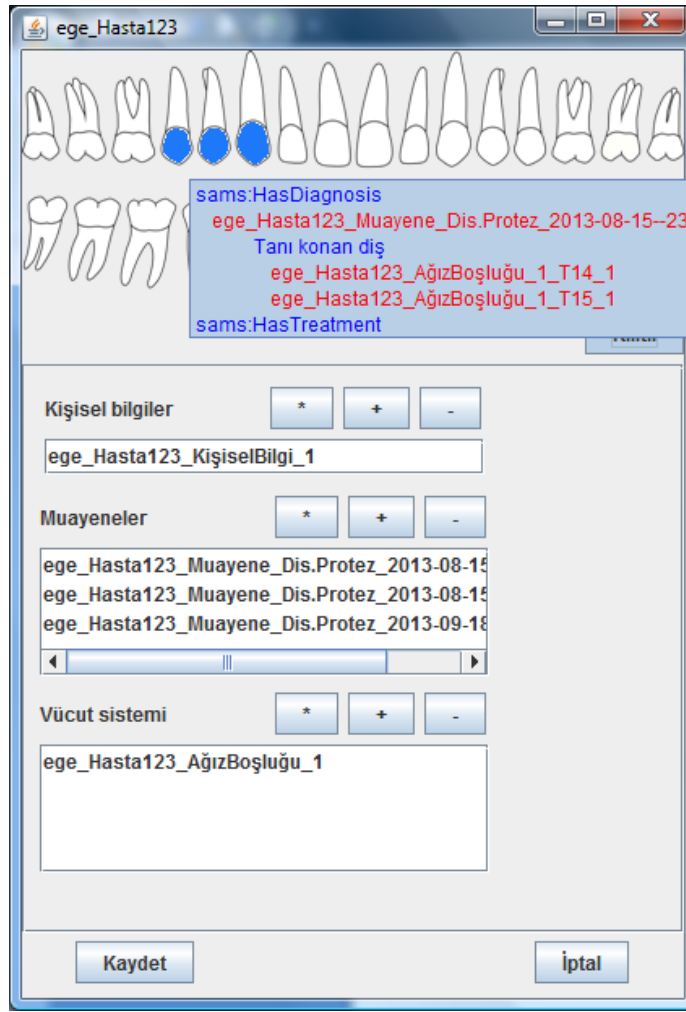
Geliştirilen sistem, çoklu dil desteğine sahiptir. Şu anda Türkçe ve İngilizce dillerini desteklemektedir. Çoklu dil desteği, her dil için kaynak paketi (resource bundle) dosyası yaratılarak gerçekleştirilmiştir. Başka bir dil desteği eklenmek istendiğinde, o dil için dosya tanımlanması ile kolayca yeni bir dil eklenebilir. Ontolojiler de çok dilli geliştirilmiştir. Türkçe ve İngilizce dil desteği vardır.

Ontolojilerde çoklu dil desteği, ilgili kavram ve özelliklere tanımlanan *rdfs:label* özelliği ile sağlanmaktadır.

Şekil 6.1 Arama penceresi

Örnek bir bilgi giriş penceresi Şekil 6.2’de görülmektedir. Sağlık personeli bu bilgi giriş pencerelerini kullanarak hasta kayıtlarını oluştururlar ve hasta kayıtlarının üzerinde değişiklik yapabilirler. Her bir bilgi giriş penceresi bir OWL örneğini (individual) temsil eder ve bilgi giriş pencereleri dinamik olarak yaratılırlar. Bir örneğin yaratıldığı sınıfla ilgili tüm özellikler ve bu özelliklerin değerleri bu pencerelerde listelenir. Kullanıcı bir nesne özelliğine önceden yaratılmış bir örneği hedef olarak ekleyebilir (* düğmesine basarak), yeni bir örnek yaratıp onu ekleyebilir (+ düğmesine basarak) veya bir ilişkili örneği kaldırabilir (- düğmesine basarak). Özellik değerlerine çift tıklayarak bu örneği inceleyebilir ve üzerinde değişiklik yapabilir. Ayrıca nicelik kısıtları (cardinality constraint) da kontrol edilmekte ve eğer kısıtlara uyulmadıysa bu durum, ilgili özellik panelinin kenarları kırmızı renkle çizilerek kullanıcıya belirtilmektedir.

Şekil 6.2’de görüldüğü gibi, bilgi girişi pencerelerinden kullanıcıya şekil gösterilebilir. Kullanıcıya şekil üzerinden ipucu metinleriyle bilgi gösterilir. Kullanıcı tüm bilgi girişi pencerelerinde istemediği özellik panellerini kaldırabilir. Bunu yapmak için boş bir yere sağ tıkladığında pencerede gösterilen tüm özellik panellerinin listesi açılır bir menüde kullanıcıya gösterilir. Kullanıcı istediği ve istemediği özellikleri işaretleyerek seçebilir. İstenmeyen özellikler pencereden kaldırılır. Bu durum Şekil 6.3’te görülmektedir.



Şekil 6.2 Bir örnek (individual) için veri giriş penceresi

Örnekler, tekilliği (uniqueness) garantilemek amacıyla sistem tarafından adlandırılmaktadır. Bu amaçla bir adlandırma planı kullanılmaktadır. Her örneğin adı, eğer varsa ilişkili olduğu örnekle başlar. Ondan sonra ise yaratıldığı sınıf ve

bir sayı eklenir. Bu hem tekiliği sağlar, hem de örneklerin adları kendi kendini açıklayabilir olur. Sadece muayene sınıfları adlandırılırken, tedavinin yapıldığı dal ve tarih bilgileri kullanılır.

Şekil 6.3 Muayene örneği için bilgi girişi penceresi

Diş örnekleri otomatik olarak sistem tarafından yaratılabilir. Bu özellik eklenmiştir, çünkü 32 diş yaratmak ve ilişkilerini belirlemek oldukça zaman alıcı bir iştir. Bu otomatik yaratma işleminden sonra otomatik yaratılan dişler üzerinde değişiklik yapılabilir.

6.1. Geliştirilen Sistemin Çalıştırılması

Geliştirilen programın çalıştırılması için komut satırına komutlar girilmelidir. Bu iş için .bat uzantılı toplu çalıştırma dosyası da oluşturulabilir. Etmenlerin sınıfları, Çizelge 6.1’de görülmektedir. Bu sınıf adları ve etmenin adı, komut satırından JADE platformuna argüman olarak aktarılmalıdır. Örneğin etmen adı *ege-phy1*, etmenin sınıfının adı

tr.edu.ege.cs.sams.physicianagent.PhysicianAgent ise bu sözcükler aralarında iki nokta işareti konarak argüman olarak aktarılmalıdır.

Çizelge 6.1 Geliştirilen etmenlerin sınıfları

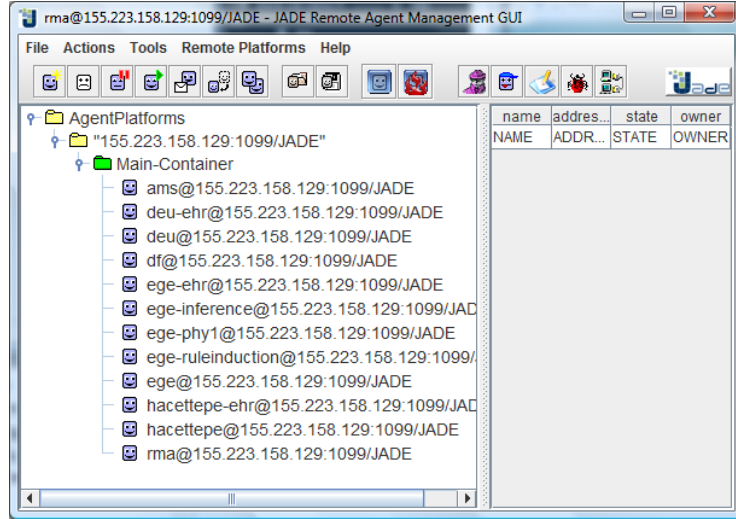
Etmen	Java sınıfı adı
Doktor etmeni	<i>tr.edu.ege.cs.sams.physicianagent.PhysicianAgent</i>
EHR (Kayıt) etmeni	<i>tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent</i>
Hastane etmeni	<i>tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent</i>
Çıkarsama etmeni	<i>tr.edu.ege.cs.sams.inferenceagent.InferenceAgent</i>
Kural çıkarım etmeni	<i>tr.edu.ege.cs.sams.ruleinductionagent.RuleInductionAgent</i>

Örneğin bu sistemi, deneme amaçlı 3 hastane için tek bir bilgisayarda çalıştırmak istersek aşağıdaki komutu komut satırına girip, giriş tuşuna basmak yeterlidir. Burada *OntolojiEditor.jar* geliştirilen sistemin java sınıflarının paketlenildiği jar dosyasıdır. Ege Üniversitesi için tanımlanan doktor etmenin adı *ege-phy1*'dir. Aşağıdaki komutta, 3 hastane için 3'er tane EHR ve hastane etmenleri yaratılmıştır. Ek olarak, Ege Üniversitesi için birer tane doktor etmeni, çıkarsama etmeni ve kural çıkarım etmeni yaratılmıştır.

```
java -jar OntologyEditor.jar -gui
    ege-phy1:tr.edu.ege.cs.sams.physicianagent.PhysicianAgent;
    ege-ehr:tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent;
    ege:tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent;
    ege-inference:tr.edu.ege.cs.sams.inferenceagent.InferenceAgent;
    ege-ruleinduction:tr.edu.ege.cs.sams.ruleinductionagent.RuleInductionAgent;
    deu-ehr:tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent;
    deu:tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent;
    hacettepe-ehr:tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent;
```

```
hacettepe:tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent
```

Yukarıdaki komut çalıştırıldığında Şekil 6.4'te görülmekte olan JADE etmen yönetim penceresi açılır. Burada ana kapsayıcının altında yaratılan tüm etmenler görülmektedir.



Şekil 6.4 Çalıştırılan komut için JADE etmen yönetim penceresi

Bu sağlık sistemi, gerçek hayatta kullanılmak istendiğinde, etmenlerin farklı hastanelerde ve dolayısıyla birbirine uzak bilgisayarlarda çalıştırılması gerekecektir. JADE platformu HTTP MTP (Message Transfer Protocol) ile uzak makineler arasında iletişimi sağlamaktadır ve bu kullanıcıya hissettirilmeden yapılmaktadır. Bir kullanıcı bir etmenin tam adresini biliyorsa, o etmene mesaj yollayabilir (Grimshaw, 2010).

Şimdi aynı etmenleri farklı iki bilgisayar üzerinde çalıştıralım. Bunun için bir ana kapsayıcı ve kapsayıcı yaratmak gerekir. Ana kapsayıcı olacak bilgisayarda aşağıdaki komut çalıştırılır:

```
java -jar OntologyEditor.jar -gui

ege-phy1:tr.edu.ege.cs.sams.physicianagent.PhysicianAgent;

ege-ehr:tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent;

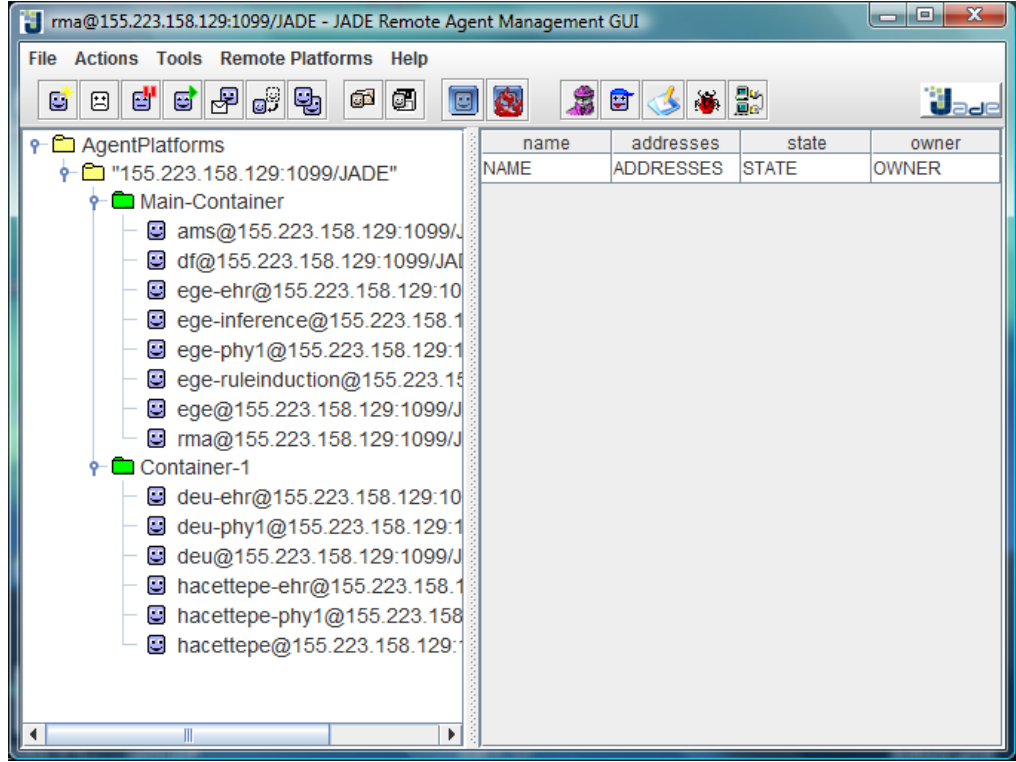
ege:tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent;
```

```
ege-inference:tr.edu.ege.cs.sams.inferenceagent.InferenceAgent;
ege-ruleinduction:tr.edu.ege.cs.sams.ruleinductionagent.RuleInductionAgent;
```

Bu komut ile Ege Üniversitesi'yle ilgili tüm etmenler ana kapsayıcı bilgisayarda çalıştırılmış olur. Diğer kapsayıcı çalıştırılacağında, bu kapsayıcının bağlı olacağı ana kapsayıcının adresi argüman olarak girilmelidir. Diğer bilgisayarda ise aşağıdaki komut çalıştırılmalıdır:

```
java -jar OntologyEditor.jar
    -container -host <ana_kapsayıcı_adresi> -port 1099 -agents
    deu-ehr:tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent;
    deu:tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent;
    hacettepe-ehr:tr.edu.ege.cs.sams.ehragent.EHRAgent;
    hacettepe:tr.edu.ege.cs.sams.hospitalagent.HospitalAgent
    deu-phyl:tr.edu.ege.cs.sams.physicianagent.PhysicianAgent;
    hacettepe-phyl:tr.edu.ege.cs.sams.physicianagent.PhysicianAgent
```

Diğer bilgisayarda ise diğer 2 hastanenin etmenleri çalıştırılır. Şekil 6.5'te görülmekte olan JADE etmen yönetim penceresinde, Ege Üniversitesi etmenlerinin ana kapsayıcıda, diğer iki hastanenin ise başka bir kapsayıcıda çalışması görülmektedir. Geliştirilen sistem bu iki durumda da çalışmaktadır.



Şekil 6.5 İki farklı kapsayıcıdan oluşan platform için JADE etmen yönetim penceresi

6.2. Geliştirilen Kurallar

Bu bölümde, geliştirilen kurallar açıklanmaktadır. Tüm kuralların listesi Ek 6'dadır. Kurallar metin dosyasından okunarak oluşturulan geçici ontolojiye eklenmektedir. Kural dosyasında yorum yapılabilir. Yorum operatörü olarak Java'daki yorum operatörü kullanılmıştır. '/' ile başlayan satırlar, sistem tarafından yorum olarak kabul edilmektedir ve göz ardı edilmektedir.

Tez konusu hareketli bölümlü protezler olmasına rağmen, bu konunun dışındaki kurallar da geliştirilmiştir. Örneğin, çürük diş tedavisinde eğer çürük dişte pulpitis (sinir iltihabı) yoksa tedavi olarak dolgu veya kron işlemleri yeterlidir. Eğer pulpitis varsa, kanal tedavisi, apikal rezeksiyon veya dişi çekme işlemleri gerekebilir. Bu iki durumun SWRL kuralları olarak ifade edilmesi şöyle gösterilmiştir.

Çürük dişin olduğu ve pulpitisin olmadığı durumlar için kural:

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:ToothDecay(?diag) ^
sams:HasPulpitis(?diag, "No") ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)
->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Filling_in4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Filling_in4, ?tooth) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in4, ?tooth)
```

Çürük dişin olduğu ve pulpitisin olduğu durumlar için kural:

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:ToothDecay(?diag) ^
sams:HasPulpitis(?diag, "Yes") ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)
->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RootCanalTreatment_in5) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RootCanalTreatment_in5, ?tooth) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:ApicalResection_in5) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:ApicalResection_in5, ?tooth) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Extraction_in5) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in5, ?tooth)
```

Bir kuralda, çıkarım (implication) okundan önceki bölüm gövde (body, antecedent), sonraki kısım ise sonuç (head, consequent) olarak adlandırılmaktadır. Eğer gövde koşulu sağlanıyorsa, sonuç kısmında bulunan ifadeler gerçekleştirilir. Gövde koşulundaki ifadelerin arasında mantıksal ‘ve’ operatörü bulunmaktadır ve başka bir mantıksal operatör kullanılamaz (Protege, 2013c). Kurallarda tanımlı değişkenler ? ile başlar, soru işaretiyle başlamayanlar ise gerçeklerdir, yani örnek veya literallerdir. Örneğin kurallardaki, *?patient* değişken, ilk kuralın sonundaki *sams:Filling_in4* ise bir örnektir. Çift tırnak içindeki ifadeler ise literaldir (basit veri). SWRL kuralları ile örnek yaratılamadığından örnekler önceden yaratılıp çıkarsama yapılacak olan geçici ontolojiye eklenmelidir. Bu işlem yazılım tarafından otomatik gerçekleştirilmektedir. Kural dosyasındaki tüm örnekler ontolojiye önce eklenmektedir.

İlk kuraldaki *sams:HasExamination(?patient, ?exam)* ifadesi aralarında *sams:HasExamination* ilişkisi olan tüm örnekleri (hasta ve muayene) ifade etmektedir. Burada *sams:* sözcüğü kullanılan ön ektir. Kuralları yazarken bir özellik veya örnek kullanılacaksa, mutlaka ontolojinin ön eki de kullanılmalıdır. *sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag)* ifadesi hastanın muayeneleri ile ilişkili tanıları ifade etmektedir. *sams:ToothDecay(?diag)* ifadesi ise *?diag* değişkeninin tüm çürük diş örneklerini ifade etmektedir. *sams:HasPulpitis(?diag, "No")* ise çürük diş tanısında pulpitis olmadığı durumları kapsamaktadır. *sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)* ifadesi ise çürük diş tanısı konan dişleri belirtmektedir. Kuralın sonuç kısmında ise söz konusu muayene örnekleri ile dolgu ve kron örnekleri ilişkilendirilmektedir. Son olarak, dolgu ve kron örnekleri de tedavi edilen diş ile ilişkilendirilmektedir.

İlk kuralın sözle ifadesi, “bir hastanın tüm çürük diş tanısı konan muayenelerinde, eğer pulpitis yoksa tedavi önerileri dolgu ve krondur.” şeklindedir. İkinci kuralda ise eğer pulpitis varsa, tedavi önerileri olarak kanal tedavisi, apikal rezeksiyon ve diş çekme önerilmektedir.

Sağlık personelinin sadece o anki muayene ile ilgili öneri alması gerektiği için, kurallar ontolojiye eklenmeden önce *?exam* değişkenleri ilgili muayene örneğinin adıyla değiştirilir. Yani artık değişken olmazlar ve sadece ilgili muayene örneği için olan önerileri getirirler. Eğer diğer muayenelere ulaşılacak istenirse *?exam* değişkeninden farklı başka adla bir değişken kullanılmalıdır.

Eğer hastanın ağzında bir veya daha fazla sayıda diş eksikse ve hastada aşırı kemik erimesi (excessive bone resorption) yoksa, çene kemiğine dişin vidalanması ile gerçekleştirilen, implant tedavisi uygulanabilir. OWL açık dünya varsayımı (open world assumption) yaptığı için SWRL kuralları monotonik kuralları desteklemektedir. Kurallarda, değilleme (negation as failure) kullanılamamaktadır (Protege, 2013c). Bu yüzden, implant kuralını yazabilmek için hastanın ağzında aşırı kemik erimesi olmadığı bilgisi gerçek olarak önceden eklenmelidir. Bu işlem, aşırı kemik erimesi vardır diye bir gerçek olmadığı sürece, otomatik olarak yazılım tarafından çıkarsama verisi üzerinde gerçekleştirilmektedir.

Implant kuralı:

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:HasDiagnosis(?exam2, ?diag2) ^
sams:NoExcessiveBoneResorption(?diag2) ^
sams:MissingTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)
->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Implant_in6) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Implant_in6, ?tooth)
```

Implant kuralı incelendiğinde, *?exam2* değişkeninin kullanıldığı görülebilir. Burada bu değişkenin kullanılmasının nedeni, aşırı kemik erimesi durumunun olmaması (*sams:NoExcessiveBoneResorption*) tanısının başka bir muayenede konulmuş olabilme olasılığıdır.

Eğer bir hastanın, bir veya birbirine komşu iki dişi yoksa ve bu diş veya dişlerin iki tarafında sağlam komşu dişler (dayanak dişleri) varsa, köprü tedavisi uygulanabilmektedir. Bu durumu iki kural ile ifade edebiliriz. Burada sağlam diştten kasıt, bir dişin olması ve bu dişin devrik diş (tilted tooth) olmamasıdır. Bu yüzden, köprü kurallarını yazabilmek için hastanın ağzındaki sağlam dişler (kayıp veya devrik olmayan) bilgisi gerçek olarak önceden eklenmelidir. Bu işlem, kayıp veya devrik olmayan tüm dişler için, otomatik olarak yazılım tarafından yapılmaktadır.

Tek dişin olmadığı durumlar için köprü kuralı:

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag1) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1, ?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2, ?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3, ?tooth3) ^
sams:HealthyTooth(?diag1) ^
sams:MissingTooth(?diag2) ^
sams:HealthyTooth(?diag3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1, ?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2, ?tooth3)
->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Bridge_in7) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in7) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in7,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in7,?tooth3) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in7,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in7,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in7,?tooth3)
```

Bu kuralın sözle açıklaması, sağlam bir dişe komşu olan diş kaybedilmişse (yoksa) ve kaybedilen dişin de öbür tarafta sağlam bir komşu dişi varsa (diğer bir deyişle, iki sağlam dişin arasında kayıp bir diş varsa) tedavi olarak köprü ve kron tedavisi uygulanabilir. Dayanak dişlere kron tedavisi uygulanırken, üç dişi kapsayan tüm işlem köprü olarak adlandırılır. Köprü kuralını incelediğimizde, bir muayene örneği ile ilişkili 3 tanı örneği (üç örnek değişkeni tanımlamamıza rağmen, SWRL gereği bu 3 değişken örnekler aynı örneği temsil edebilir), bu tanı örnekleriyle ilişkili 3 diş örneği, bu 3 örnekten birinci diş sağlam olmalı, ikinci diş kayıp olmalı ve birinci dişe komşu olmalı, üçüncü diş sağlam olmalı ve ikinci dişe komşu olmalı şeklinde tanımlandığını görürüz. Kuralın sonucunda ise öneri olarak, muayene ile köprü ve kron örnekleri ilişkilendirilir. Ayrıca kron ile birinci ve üçüncü dişler (dayanak noktası olacak sağlam dişler) ilişkilendirilirken, köprü ile tüm üç diş ilişkilendirilir. Komşuluk ilişkisi için *sams:HasSequentialNeighbor* ilişkisi kullanılmıştır.

İki komşu dişin olmadığı durumlar için köprü kuralı:

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag1) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag4) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
```

```

sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^
sams:HealthyTooth(?diag1) ^
sams:MissingTooth(?diag2) ^
sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HealthyTooth(?diag4) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ^
->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Bridge_in8) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in8) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in8,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in8,?tooth4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth3) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth4)

```

İki komşu dişin olmadığı durumlar için yazılan köprü kuralının sözle açıklaması, “sağlam bir dişe komşu olan diş kaybedilmişse, bu kayıp dişe komşu bir kayıp diş daha varsa ve bu dişin de öbür tarafında sağlam bir komşu diş varsa (diğer bir deyişle, iki sağlam dişin arasında kayıp birbirine komşu iki diş varsa) tedavi olarak köprü ve kron tedavisi uygulanabilir” şeklindedir.

Eğer birbirine komşu 3 kayıp diş varsa istisnalar hariç (bkz. bölüm 6.) hareketli bölümlü protez yapılması uygundur.

HBP kuralı:

```

sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^

```

```

sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag1) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:MissingTooth(?diag1) ^
sams:MissingTooth(?diag2) ^
sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth3) ^
sams:HasRPDMouthPreparation(sams:RemovablePartialDenture_in9,sams:
RPDMouthPreparation_in9)

```

Bu kural ile “birbirine komşu 3 kayıp diş varsa HBP’yi öner ve HBP (RemovablePartialDenture) örneğini yapılması gereken ağız hazırlıkları ile ilişkilendir” ifade edilmektedir. Yapılması gereken ağız hazırlıkları ise diğer kurallarla bulunmaktadır.

Hastanın ağızında, sarkmış veya zarar görmüş veya estetik olmayan veya sallanan veya mobilite olan veya apikal enfeksiyon olan tüm dişler çekilir. Bu kurallar aynı yapıdadır ve ‘veya’ mantıksal operatörü olmadığı için her durum için ayrı bir kural yazılmalıdır.

Ağız hazırlıkları kuralı-1 (sarkmış diş için):

```

sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:ExtrudedTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)

->

sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9, sams:Extraction_in9) ^

sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9, ?tooth)

```

Ağız hazırlıkları kuralı-2 (zarar görmüş diş için):

```

sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:DestroyedTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)

->

sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9, sams:Extraction_in9) ^

sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9, ?tooth)

```

Ağız hazırlıkları kuralı-3 (estetik olmayan diş için):

```

sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:UnestheticTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)

->

```

```
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extraction_in9) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

Ağız hazırlıkları kuralı-4 (devrik diş için):

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
```

```
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
```

```
sams:TiltedTooth(?diag) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth)
```

->

```
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extraction_in9) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

Ağız hazırlıkları kuralı-5 (mobilité olan diş için):

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
```

```
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
```

```
sams:Mobility(?diag) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth)
```

->

```
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extraction_in9) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

Ağız hazırlıkları kuralı-6 (apikal enfeksiyon olan diş için):

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
```

```

sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag) ^
sams:ApicalInfection(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth)

->

sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9, sams:Extraction_in9) ^

sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9, ?tooth)

```

HBP hazırlık aşamalarında, eğer hastanın ağızında, kemik çıkıntıları veya bıçak sırtı veya palatinal ve lingual torus veya kemik girintileri veya tüber maksilla varsa tedavi olarak alveoloplasti uygulanır. Eğer zayıf destek varsa kron ile sabitleme işlemi önerilmektedir. Papiller hiperplazi veya iritasyon fibromu varsa cerrahi müdahale gerekmektedir. Tez çalışması kapsamında tüm bu durumlar kurallar ile ifade edilmiştir. Bu kurallar Ek 6'da görülmektedir.

Buraya kadar anlatılan kurallar incelendiğinde, sonuç kısmındaki öneri örnekleri arasında etkileşim olmasın diye birbirinden ayrık kurallardaki aynı sınıftan olan sonuç örneklerine farklı örnek adları verilmiştir.

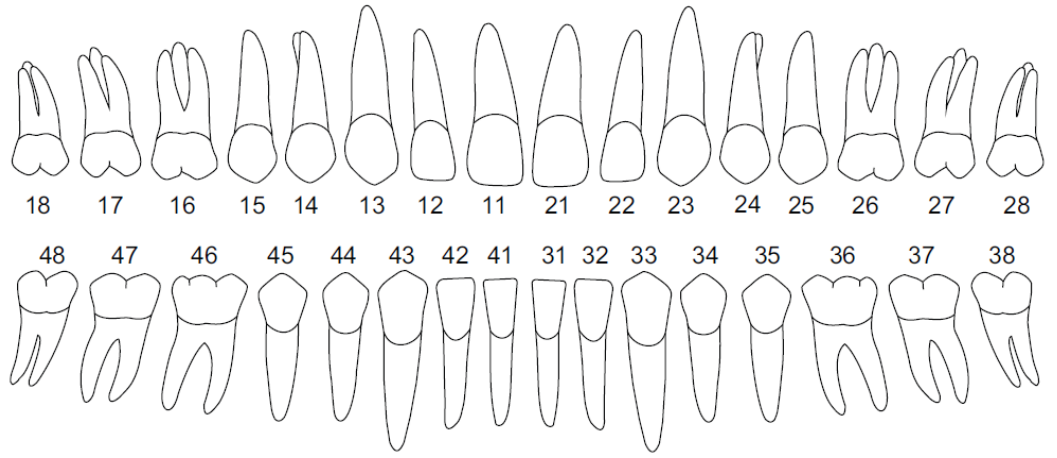
6.3. Edinilen Tecrübeler

Bu bölümde, edinilen tecrübeler anlatılmaktadır. Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistem, tez çalışmasının ilgili olduğu Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda görevli 3 öğretim üyesi ve 5 doktora öğrencisine verilen bir buçuk saatlik eğitim sonrasında deneme amaçlı kullanılmıştır. Yeni kayıt ekleme, muayene bilgileri ekleme, tanı koyma ve sistemden öneri alma konularında sistemi kullanmışlar, fakat konuya adapte olmaları ve anlatılanları kavramaları beklenilenden daha uzun sürmüştür. Bilgisayar kullanımına yatkın olanlar fazla sorun yaşamamıştır. Sistemin öneriler getirmesinin faydalı bir özellik olduğu bazı diş hekimleri tarafından bildirilmiştir.

Kullanıcılara, böyle bir sistemi çalışma hayatlarında kullanmak isteyip istemedikleri sorulduğunda, 8 kişiden 7'si (% 87,5) kullanabileceğini söylemiştir.

6.3. Örnek Senaryo

Bu bölümde geliştirilen sistem örnek bir senaryo üzerinden anlatılmaktadır. Senaryoya göre diş hekimi, oral diyagnozdan sonra hastanın bilgilerini sisteme girip sistemden öneriler almaktadır. İnsan ağzındaki dişler Şekil 6.6’da görülmektedir. Şekilde görülen dişler, geliştirilen ontolojilerde kullanılan, FDI numaralandırma sistemine göre isimlendirilmiştir.

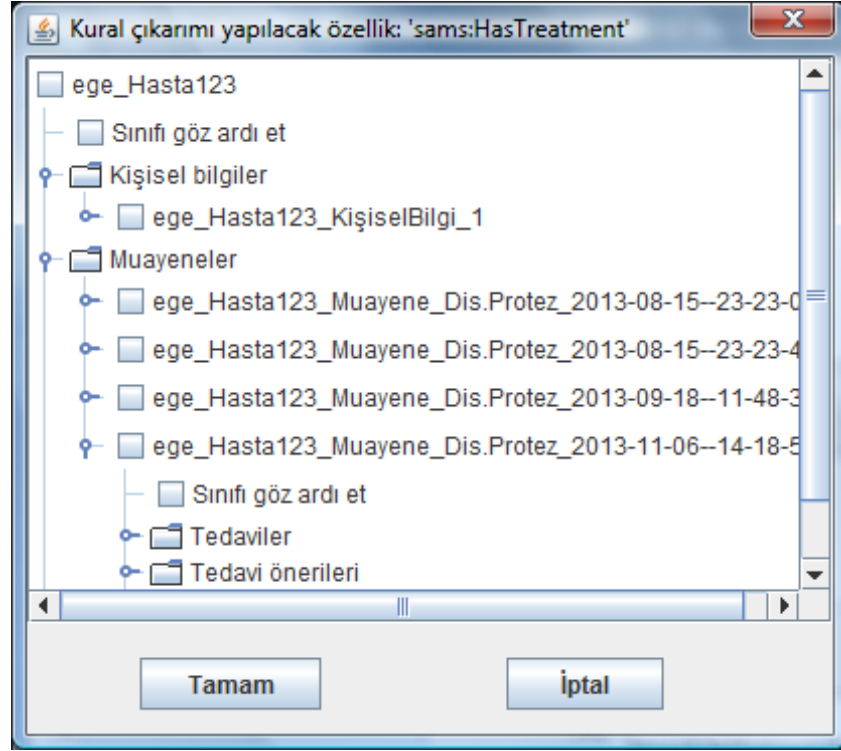


Şekil 6.6 İnsan ağzındaki dişler

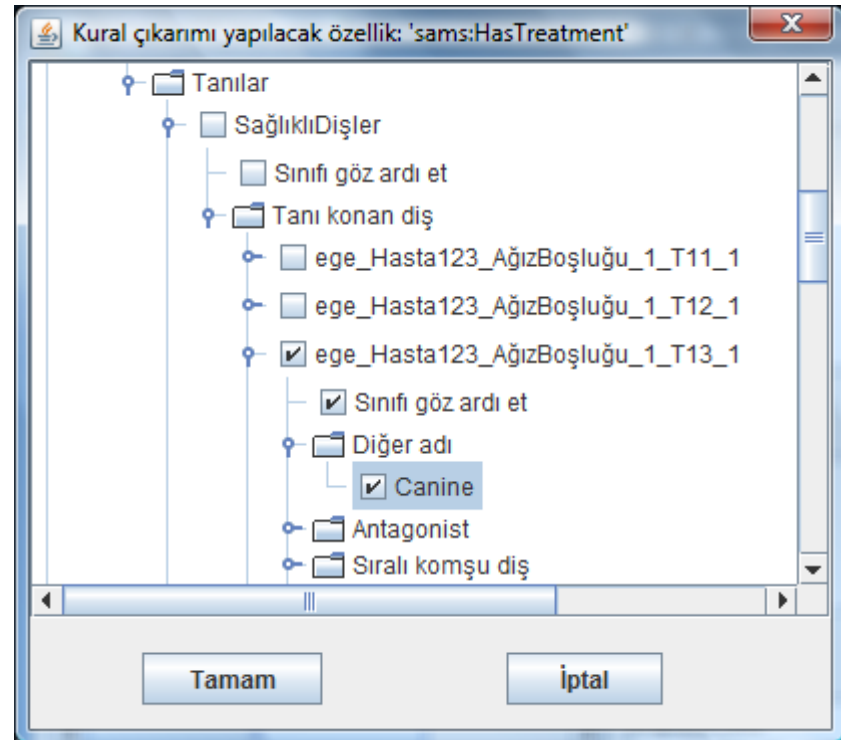
Senaryoya göre, diş hekimi, hastanın 14, 15, 16 numaralı dişlerinin olmadığını teşhis eder. Bu üç diş, 13 numaralı köpek dişine komşu dişlerdir. Diş hekimi yeni bir muayene örneği yaratır ve eksik dişleri tanı olarak sisteme ekler. Diş hekimi “Öneri al” düğmesine basınca, Şekil 6.7’de görüldüğü gibi tedavi önerileri “Tedavi önerileri” (sams:HasTreatmentOption) özelliği ile ilişkili olarak diş hekimine gösterilir. Bu tedavi seçenekleri sadece önerilerdir, son kararı diş hekimi verecektir. 2 tedavi önerisi vardır. Bunlardan biri hareketli bölümlü protez, diğeri de implanttır. Diş hekimi bu önerileri geri çevirir ve tedavi olarak köprüyü seçer. Genelde birbirine komşu 3 diş eksikse, destek dişler taşımayacağı için köprü uygulanamaz. Fakat eğer destek dişlerden birisi kökü güçlü olan köpek dişiye köprü yapılabilir. Diş hekimi kaydet düğmesine bastığında, sistem kendisini bu yeni duruma uyarlaması gerektiğini fark eder ve kural çıkarımı sürecini başlatır.

Şekil 6.7 Kullanıcının sistemden uzmanlık alması

Diş hekimine kural çıkarımına yardımcı olmak isteyip istemediği sorulur. Eğer diş hekimi yardımcı olmak isterse, her yardımcı olunacak kural için bir diyalog penceresi sırayla açılır. Bu diyalog penceresi Şekil 6.8’de görülmektedir. Bu pencerede hasta örneği ve ilişkili tüm özellikler ve değerleri bir ağaç yapısı ile kullanıcıya sunulur. Diş hekimi sürece, bu kararı verirken yararlandığı gerçekleri bu pencereden seçerek yardımcı olur. Bu senaryo için diş hekimi, köpek dişinin sağlıklı olması, sırasıyla 3 eksik diş ve 1 sağlam dişle komşu olmasını, bir kısmı Şekil 6.9’da görüldüğü gibi seçer. Eğer bir gerçeğin sınıfı önemli değilse (yani herhangi sınıftan yaratılmış bir örnek olabilirse), kullanıcı gerçeğin altındaki “Sınıfı göz ardı et” seçeneğini işaretlemelidir. Bu durumda, kullanıcı bu kuralın herhangi bir köpek dişine (13, 23, 33, 43 numaralı köpek dişleri) uygulanmasını istediği için köpek dişinin diğer adı olan “Canine” değerini, *ege:Hasta123_AğızBoşluğu_1_T13_1* düğümünü ve bu düğümün altındaki “Sınıfı göz ardı et” seçeneğini seçer. Bu durum Şekil 6.9’da görülmektedir.



Şekil 6.8 Kural çıkarım penceresi



Şekil 6.9 Kullanıcının kural çıkarım sürecine katılması

Aşağıdaki kuralın gövdesine baktığımızda, *sams:T13(?Patient_3_OralCavity_1_T13_1)* şeklinde bir önerme olmamasının nedeni, “Sınıfı göz ardı et” seçeneği seçildiği içindir. Aslında tüm dişlerin sınıfları göz ardı edilmelidir, çünkü kuralda dişler arasındaki komşuluk ilişkileri kullanılmaktadır. Dişlerin mutlak bir pozisyonda olduğu önermeler kullanılmayarak, komşuluk ilişkileri kullanılarak daha genel bir kural elde edilmiştir.

Diş hekimi gözetiminde elde edilen kural:

```
sams:Patient(?Patient3) ^
sams:HasExamination(?Patient3,?Examination_3) ^
sams:Examination(?Examination_3) ^
sams:HasDiagnosis(?Examination_3,?HealthyTeeth) ^
sams:HealthyTooth(?HealthyTeeth) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?HealthyTeeth,?OralCavity_1_T13_1) ^
sams:alternateName(?OralCavity_1_T13_1,"Canine") ^
sams:HasDiagnosedTooth(?HealthyTeeth,?OralCavity_1_T17_1) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?OralCavity_1_T17_1,?OralCavity_1_T16_1) ^
sams:HasDiagnosis(?Examination_3,?Examination_3_MissingTooth_1) ^
sams:MissingTooth(?Examination_3_MissingTooth_1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?Examination_3_MissingTooth_1,?OralCavity_1_T14_1) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?OralCavity_1_T14_1,?OralCavity_1_T13_1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?Examination_3_MissingTooth_1,?OralCavity_1_T15_1) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?OralCavity_1_T15_1,?OralCavity_1_T14_1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?Examination_3_MissingTooth_1,?OralCavity_1_T16_1) ^
```

```
sams:HasSequentialNeighbor(?OralCavity_1_T16_1,?OralCavity_1_T15_1
)
```

->

```
sams:HasTreatmentOption(?Examination_3,sams:Bridge_in) ^
```

```
sams:Bridge(sams:Bridge_in) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in,?OralCavity_1_T14_1) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in,?OralCavity_1_T15_1) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in,?OralCavity_1_T16_1)
```

Eğer diş hekimi kural çıkarımına yardımcı olmak istemezse elde edilen kural:

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^
```

```
sams:HasDiagnosis(?exam,?diag0) ^
```

```
sams:HasDiagnosis(?exam,?diag1) ^
```

```
sams:MissingTooth(?diag0) ^
```

```
sams:HealthyTooth(?diag1) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag0,?Patient_3_OralCavity_1_T14_1) ^
```

```
sams:T14(?Patient_3_OralCavity_1_T14_1) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag0,?Patient_3_OralCavity_1_T15_1) ^
```

```
sams:T15(?Patient_3_OralCavity_1_T15_1) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag0,?Patient_3_OralCavity_1_T16_1) ^
```

```
sams:T16(?Patient_3_OralCavity_1_T16_1) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?Patient_3_OralCavity_1_T13_1) ^
```

```
sams:T13(?Patient_3_OralCavity_1_T13_1) ^
```

```
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?Patient_3_OralCavity_1_T17_1) ^
```

```
sams:T17(?Patient_3_OralCavity_1_T17_1) ^
```

->

```
sams:HasTreatmentOption(?exam,sams:Bridge_in) ^
```

```
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in,?Patient_3_OralCavity_1_T14_1)
^

sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in,?Patient_3_OralCavity_1_T15_1)
^

sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in,?Patient_3_OralCavity_1_T16_1)
```

Bu kurallar incelendiğinde, ilgili örneklerin adları elde edilen kurallarda değişken adı olarak kullanılmaktadır. Bu değişken adı türetmekten bizi kurtarır. Hatalı bir duruma da neden olmaz, çünkü bunlar sadece değişken adıdır. Elde edilen kurallar tüm hastalar için geçerlidir. İlk elde edilen kural, ikinci kuraldan daha geneldir. İlk kural 4 köpek dişini (Şekil 6.6'da 13, 23, 33, 43 numaralı dişler) de kapsar. İkinci kural ise sadece 13 numaralı köpek dişini kapsar.

7. SONUÇ

Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler, bilgiye ve kaynaklara, her zaman ve her yerden erişilebilen, her yerden erişilebilir bilgi işlemi doğurmuştur. Yaşanan bu gelişmelerin her alana bir etkisi olmuştur. Günümüzde bilgisayarlar bir şekilde her hastanede kullanılmaktadır. Sağlık bilgi teknolojileri genel olarak verimliliği, servis kalitesini arttırmak ve hastanelerdeki maliyetleri azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Sağlık bilgi sistemlerinde en çok ilgi çeken konulardan birisi de elektronik sağlık kayıtlarıdır.

Elektronik sağlık kayıtları kullanmanın avantajları, belirli bir bilgiye çok kısa sürede kolayca erişilebilmesi, bir araştırma için gerekli verilerin otomatik olarak elektronik sağlık kayıtlarından elde edilmesi, üretkenlik ve verimin artması, verinin analiz edilmesinin, görselleştirilmesinin, erişiminin ve paylaşımının kolaylaşması olarak sıralanabilir. Örneğin, bir ülkede bireylerin, bütün sağlık kayıtları paylaşılabilir olursa, bu kayıtlara her yerden erişilebilir. Paylaşılan bu kayıtlardan, bir araştırma için ülke çapında kolayca veri toplanabilir. Fakat burada bilgilerin güvenliğine ve gizliliğine dikkat edilmelidir. Hastaların kimlik bilgileri gizli tutulmalıdır. Elektronik sağlık kayıtları, sağlık personeline öneriler sunmak için karar destek sistemlerinde de kullanılabilir.

Tezin amacı, sağlık personeline öneriler sunan, akıllı ve dağıtık bir sağlık bilgi sistemi geliştirmektir. Tez çalışmasında, akıllı ve dağıtık sağlık sistemleri geliştirilmesi için yeni ve özgün bir sağlık bilgi sistemi mimarisi sunulmaktadır. Bu mimari, tıp ve diş hekimliği ile ilgili sistemlerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Bu mimariden geliştirilen sistemler, hasta bilgilerini tutmakta, bu bilgilerin hastaneler arasında paylaşılmasını sağlamakta ve uzmanlara öneriler sunarak uzmanların karar almasını desteklemektedir. Son kararı sağlık personeli kendisi vermektedir. Bu sayede, hastanın tüm geçmiş sağlık bilgilerine erişilebilir ve hastanın geçmiş sağlık bilgilerini saklamasına ve her seferinde yanında getirmesine gerek kalmamaktadır. Ayrıca uzmanların verdikleri kararlardan kurallar elde edilerek, bu kuralların sisteme eklenmesi ile sisteme kendisini

geliştirme özelliği kazandırılmaktadır. Sistemin akıllı olması, kural tabanlı çıkarsama yapması ve kendisini geliştirebilmesinden kaynaklanmaktadır. Sistem çok etmenli dağıtık bir mimaride olup çok sayıda hastaneyi desteklemektedir. Örneğin, bir hastanın, başka hastanelerdeki kayıtlı bilgileri hastanın onayı alınarak elde edilebilmektedir.

Sistemin ontolojiler kullanılarak bilgi paylaşımını ve bilginin yeniden kullanımını desteklemesi ve hazır bir çıkarsama motoru kullanılarak kural tabanlı çıkarsama yapılması amaçlanmıştır. Ontolojiler modüler bir yapıdadır. Uzmanlık alanı, küçük parçalara bölünerek temsil edilmiştir. Bu sayede, ontolojilerin yönetimini kolaylaştırmak hedeflenmiştir.

Tez çalışmasında, geliştirilen sistem mimarisinde, sağlık personelini karar vermede destekleyen bir öneri sistemi de bulunmaktadır. Bir hasta için uygun olan bir tedavi seçeneği, aynı belirtileri gösteren bir başka hasta için uygun olmayabilir. Bunun nedeni, hastanın o anlık sağlık durumuna ek olarak, kararı etkileyebilecek çok sayıda etkenin olabilmesidir. Bu etkenler, doktor tarafından yanlışlıkla göz ardı edilebilir veya geçmiş sağlık bilgisi hasta tarafından doktora doğru bir şekilde aktarılamayabilir. Tez çalışmasında, sağlık personeli karar vermede kendisini uyarlayabilen bir uzman sistem tarafından desteklenmektedir.

Kural tabanlı bir öneri sistemi ile uzmanlık alan bilgisi sistemin kaynak kodundan ayrılmıştır. Sisteme yeni işlevler, sistemin kaynak kodunda değişiklik yapmadan, yeni kurallar tanımlanarak, kolaylıkla eklenebilir. Böylece, esnek ve genişletilebilir bir sistem geliştirilmiş olur. Kural tabanlı sistemlerin zayıf yönü ise kendisini uyarlayamamasıdır. Kural tabanlı sistemler, tanımlanan kurallar çerçevesinde öneriler sunar. Tez çalışması kapsamında geliştirilen sistemde ise sistem otomatik veya yarı denetimli olarak kural çıkarımı ile yeni kurallar elde edebilmekte ve bu sayede sistem kendisini sürekli geliştirebilmektedir. Kural tabanlı sistemlerin zayıf yönü bu sayede giderilmeye çalışılmıştır. Yarı denetimli kural çıkarımında, süreci sağlık personeli yönetmektedir ve sistem, sağlık personeline kolaylıkla kendi kurallarını oluşturma olanağı sağlamaktadır.

Geliştirilen sistem mimarisinin, sağlık personeline ve halka pek çok faydası vardır. Sağlık personeli, tanı ve tedavi sürecinde karar verme konusunda desteklenmektedir. Genel kitap bilgisi, geliştirilen sistemde saklanmaktadır. Bu sayede sağlık personelinin uzmanlık kitaplarına olan gereksinimi azaltılıp, deneyimli ve deneyimsiz personel arasındaki bilişsel fark azaltılabilir. Bir sağlık personeli, daha önce hiç tanı koymadığı bir duruma tanı koyabilir. Bunun sonucunda, hastaların deneyimli sağlık personeline muayene olma isteği azaltılıp, hasta memnuniyeti artırılabilir.

Ayrıca sistemin performansını arttırmak için bazı stratejiler tartışılmıştır. Bir bilgisayarda saklanan ontoloji örneklerinin sayısını azaltmak için, bir hastaya ait tüm örnekler aynı bilgisayarda olacak şekilde, örnekler çok sayıda bilgisayara dağıtılabilir. Bu sayede toplam yük farklı bilgisayarlar arasında paylaştırılmış olur. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, eğer sunucunun belleği yetersiz gelirse ontolojiler veritabanında saklanabilir. Veritabanında saklanan ontolojilerde çıkarsama süreleri çok uzundur. Bellekte tutulan ontolojilerde bile, örnek sayısı arttıkça çıkarsama süreleri uzamaktadır. Bu performans sorunu, bellekte saklanan geçici bir ontoloji yaratarak ve çıkarsama yapılacak hastanın tüm bilgilerini bu ontolojiye aktardıktan sonra bu ontoloji üzerinde çıkarsama yaparak giderilebilir. Geçici ontolojide sadece tek bir hastanın verileri olacağı için performans artmaktadır. Bu stratejiler kullanıldığında sistemin çıkarsama performansı çok büyük boyutlu ontolojilerde bile kabul edilebilir bir değer olmaktadır. Bunu kanıtlamak için farklı boyuttaki iki ontoloji ile deneme çalışmaları yapılmıştır. Ontolojilerin saklama yeri olarak bellek, MS SQL Server ve MS Access veritabanları kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Yapılan bu denemelerde çıkarsamanın geçici ontolojide yapılmasının performansı arttırdığı görülmüştür.

Bu sistem, durum çalışması olarak, dış hekimliğinde, hareketli bölümlü protezlerde ön hazırlık aşamalarının belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin kullanımı bir senaryoyla anlatılmıştır. Bu sistem, Ege Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Protetik Dış Tedavisi Anabilim Dalı'nda görevli dış

hekimleri tarafından denenmiştir ve sonuç olarak katılımcılar % 87,5 oranında böyle bir sistemi kullanmak isteyeceklerini bildirmişlerdir.

Tez çalışması, daha önce anlatılan tüm bu özellikleriyle, yani hasta kayıtlarının paylaşımını sağlaması, kural tabanlı olması, çıkarsama yapılması ve kural çıkarımı ile sağlık personelinin verdiği kararlardan yeni kurallar elde edebilmesiyle, yeni ve özgündür. Yapılan literatür taramasında, akıllı, hasta kayıtlarının paylaşımını destekleyen, uzmanlara karar almalarında destek veren, uzmanların girdikleri kurallardan çıkarsama yapan ve en önemlisi kendini geliştirme özelliği olan bir sisteme rastlanmamıştır. Tez çalışmasında, diş hekimliği için hasta ontolojisi, insan ağzını modelleyen ontoloji ve protetik diş tedavisi ile ilgili tanı ve tedavi ontolojileri geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan diş hekimliğinde, hastayı modelleyen hasta ontolojisi ve protetik diş tedavisi alanında yapılan tanı ve tedavi ontolojileri tamamen yenidir, daha önce yapılmamıştır. Geliştirilen ontolojiler iki boyutlu modüler bir yapıda saklanmaktadır. Bununla esneklik ve yönetim kolaylığı amaçlanmıştır. Geliştirilen sistemde ayrıca hasta kayıtlarının gizliliği korunmaktadır. Sağlık personeli, sadece kendi ekledikleri kayıtlara ve izin verilen kayıtlara erişebilmektedir. İzin verilmeyen bir kayda erişilmek istendiğinde, bu izin hastanın şifre girmesi ile verilmektedir. Geliştirilen sistemde, kural çıkarımı işlemi otomatik veya yarı denetimli yapılabilmektedir. Sistem, sağlık personeline kolaylıkla kendi kurallarını oluşturma olanağı sağlamaktadır. Tez çalışması, tüm bu yenilikleriyle literatüre katkılar yapmaktadır.

Tez çalışması ile ilgili ileriye yönelik yapılabilecek çalışmalar olarak,

- Geliştirilen sistemin, HL7 standartlarına uyan sistemlerle haberleşebilmesi ve bilgi alış verişinde bulunabilmesi için bir modülün geliştirilmesi,
- Hastaların kayıtlarını, istedikleri sağlık personeliyle paylaşabilmelerini sağlayacak ara yüz ve yazılım modülünün geliştirilmesi, önerilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Agent Oriented Software,** 2013. “JACK”, <http://www.agentsoftware.com.au/products/jack/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Apache Jena,** 2013. “Apache Jena”, <http://jena.apache.org/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Applegate, O.C.,** 1966, Essentials of Removable Partial Denture Prosthesis (3rd Edition), Saunders (W.B.) Co Ltd, Philadelphia, 436p.
- Australian Government Department of Health,** 2013. “Welcome to eHealth.gov.au”, <http://www.ehealth.gov.au/internet/ehealth/publishing.nsf/content/home> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Bechhofer, S., van Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D.L., Patel-Schneider, P.F. and Stein, L.A.** 2004. “OWL Web Ontology Language Reference”, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O.,** 2001, The semantic web, *Scientific American*, 284(5):34-43 pp.
- Blumenthal, D.,** 2010a, Launching HITECH, *The New England Journal of Medicine*, 362:382-385 pp.
- Blumenthal, D.,** 2010b, The "meaningful use" regulation for electronic health records, *The New England Journal of Medicine*, 363:501-504 pp.
- Braubach, L. and Pokahr, A.** 2007. “Jadex Tutorial”, <http://jadex.informatik.uni-hamburg.de/docs/jadex-0.96x/tutorial/index.single.html> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Caire, G.** 2007, “JADE Tutorial - JADE Programming For Beginners”, <http://jade.tilab.com/doc/tutorials/JADEProgramming-Tutorial-for-beginners.pdf>, 23p.
- Casteleiro, M.A., Des, J., Prieto, M.J.F., Perez, R. and Paniagua, H.,** 2009, Executing medical guidelines on the web: Towards next generation healthcare, *Knowledge-Based Systems*, 22(7):545- 551 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)**, 2012. “Meaningful Use – Introduction”, <http://www.cdc.gov/ehrmeaningfuluse/introduction.html> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Dick, R. and Steen, E. (Eds.)**, 1991, The Computer-Based Patient Record: An Essential Technology for Health Care, National Academy Press, Washington, D.C.: Institute of Medicine, 190p.
- Doğaç, A., Yüksel, M., Avcı, A., Ceyhan, B., Hülür, U., Eryılmaz, Z., Mollahaliloğlu, S., Atbakan, E. and Akdağ, R.**, 2011, Electronic health record interoperability as realized in Turkey's national health information system, *Methods of Information in Medicine*, 50(2):140–149 pp.
- Durfee E.H., Lesser V.R. and Corkill D.D.**, 1989, Trends in cooperative distributed problem solving, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, KDE-1(1):63–83 pp.
- Erdur, R.C.**, 2001, Yazılım Etmeni Teknolojisinin İnternet Tabanlı Yazılım Yeniden Kullanımına Uygulanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, 213s (yayımlanmamış).
- Erdur, R.C.**, 2005, Yazılım etmenleri: Temel kavramlar, mimariler, standartlar, araçlar, *COMPOTEK 2005*, İzmir.
- European Union**, 2011. “Directive 2011/24/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 on the application of patients' rights in cross-border healthcare”, http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/social_protection/sp0002_en.htm (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA)**, 2002. “FIPA ACL Message Structure Specification (SC00061G)”, <http://www.fipa.org/specs/fipa00061/SC00061G.html> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Foundational Model of Anatomy (FMA)**, 2013. “Foundational Model of Anatomy”, <http://sig.biostr.washington.edu/projects/fm/AboutFM.html> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Franklin, S. and Graesser, A.**, 1997, Is it an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents, Intelligent Agents III, Lecture Notes in Computer Science, 1193, Springer-Verlag, Berlin, 21-35 pp.
- Gene Ontology Consortium**, 2012. “An Introduction to the Gene Ontology”, <http://www.geneontology.org/GO.doc.shtml> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Grasso, J.E. and Miller, E.L.**, 1991, Removable Partial Prosthodontics, Mosby Year Book, 448p.
- Greenhalgh, T., Stramer, K., Bratan, T., Byrne, E., Russell, J. and Potts, H.W.**, 2010, Adoption and non-adoption of a shared electronic summary record in England: a mixed-method case study, *British Medical Journal*, 340(c3111):1-11 pp.
- Grimshaw, D.** 2010. “Tutorial 4. Running multiple JADE platforms”, <http://jade.tilab.com/doc/tutorials/JADEAdmin/JadePlatformTutorial.html>, (Erişim tarihi: 2 Kasım 2013)
- Health Level 7**, 2013. “Introduction to HL7 Standards”, <http://www.hl7.org/implement/standards/index.cfm?ref=nav> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Henderson, D. and Steffel, V.L.**, 1973, McCracken’s Removable Partial Prosthodontics, Mosby.
- Hermit**, 2013. “Hermit OWL Reasoner”, <http://hermit-reasoner.com/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Horrocks, I.** 2003. “The FaCT System”, <http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/FaCT/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosz, B. and Dean, M.** 2004, “SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML”, <http://www.w3.org/Submission/SWRL/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hsiao, C.-J., Hing, E., Socey, T.C. and Cai, B.** 2010. “Electronic Medical Record/Electronic Health Record Systems of Office-based Physicians: United States, 2009 and Preliminary 2010 State Estimates”, http://www.cdc.gov/nchs/data/hestat/emr_ehr_09/emr_ehr_09.htm (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Jade,** 2013. “Jade - Java Agent DEvelopment Framework”, <http://jade.tilab.com/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Jess,** 2013. “Jess, the Rule Engine for the Java Platform”, <http://herzberg.ca.sandia.gov/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Juarez, J.M., Riestra, T., Campos, M., Morales, A., Palma, J. and Marin, R.,** 2009, Medical knowledge management for specific hospital departments, *Expert Systems with Applications*, 36(10):12214-12224 pp.
- Kiani, M., Francis, M., Zand-Moghaddam, Y. and Verma, P.,** 2010, Ontology-Based Negotiation of Dental Therapy Options, 52-78, *Advances in Semantic Computing*, Joshi, M., Boley, H. and Akerkar, R. (Eds.), TMRF India.
- Kierkegaard, P.,** 2011, Electronic health record: Wiring europe's healthcare, *Computer Law & Security Review*, 27(5):503-515 pp.
- Kirn, S.,** 2003, Ubiquitous healthcare: The onkonet mobile agents architecture, 265-277, *Objects, Components, Architectures, Services, and Applications for a Networked World*, Aksit, M., Mezini, M. and Unland, R. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin / Heidelberg.
- Knublauch, H.** 2010. “Protege-OWL API Programmer's Guide”, http://protegewiki.stanford.edu/wiki/ProtegeOWL_API_Programmers_Guide (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Laleci, G.B., Doğan, A., Olduz, M., Taşyurt, I., Yüksel, M. and Okcan, A.,** 2008, SAPHIRE: A Multi-Agent System for Remote Healthcare Monitoring through Computerized Clinical Guidelines, 25-44, *Agent Technology and e-Health*, Annicchiarico, R., Cortés, U., Urdiales, C., Walliser, M., Brantschen, S., Calisti, M., and Hemping, T. (Eds.), *Whitestein Series in Software Agent Technologies and Autonomic Computing*, Birkhäuser Basel.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lapointe, L., Mignerat, M. and Vedel, I.**, 2011, The IT productivity paradox in health: A stakeholder's perspective, *International Journal of Medical Informatics*, 80(2):102-115 pp.
- Lezcano, L., Sicilia, M.-A. and Rodríguez-Solano, C.**, 2011, Integrating reasoning and clinical archetypes using OWL ontologies and SWRL rules, *Journal of Biomedical Informatics*, 44(2):343-353 pp.
- McGuinness, D.L. and van Harmelen, F.** 2004. "OWL Web Ontology Language Overview", <http://www.w3.org/TR/owl-features/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- McMurry, A.J., Murphy, S.N., MacFadden, D., Weber, G., Simons, W.W., Orechia, J., Bickel, J., Wattanasin, N., Gilbert, C., Trevvett, P., Churchill, S. and Kohane, I.S.**, 2013, SHRINE: Enabling nationally scalable multi-site disease studies, *PLoS One*, 8(3):1-11 pp.
- Minsky, M.**, 1994, A conversation with Marvin Minsky about agents, *Communications of the ACM*, 37(7):23-29 pp.
- National Library of Medicine**, 2006. "Unified Medical Language System", <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/umls.html> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- National Library of Medicine**, 2010. "Clinical Terms Version 3 (CTV3) (Read Codes) Source Information", <http://www.nlm.nih.gov/research/umls/sourcereleasedocs/current/RCD/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- OBO Foundry**, 2013. "The Open Biological and Biomedical Ontologies", <http://obofoundry.org/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- OpenEHR Foundation**, 2007. "Welcome to openEHR", <http://www.openehr.org/home.html> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- OpenGALEN**, 2013. "OpenGALEN Mission Statement", <http://www.opengalen.org/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- OWLAPI**, 2013. "The OWL API", <http://owlapi.sourceforge.net/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Öztürk, A. ve Keskin, A.,** 1997, *Diş Hekimliğinde Tıbbi Sorunlar*, Özyurt Matbaası, Ankara.
- Park, S. and Kim, H.-G.,** 2006, Dental Decision Making on Missing Tooth Represented in an Ontology and Rules, 322-328, *The Semantic Web - ASWC 2006*, Mizoguchi, R., Shi, Z., and Giunchiglia, F. (Eds.), Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg.
- Pathak, J., Johnson, T.M. and Chute, C.G.,** 2009, Survey of modular ontology techniques and their applications in the biomedical domain, *Integrated Computer-Aided Engineering*, 16(3):225-247 pp.
- Pellet,** 2012. “Pellet: OWL 2 Reasoner for Java”, <http://clarkparsia.com/pellet/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Protege,** 2010. “ProtegeOWL API Basics”, http://protegewiki.stanford.edu/wiki/ProtegeOWL_API_Basics (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Protege,** 2012. “SWRL Jess Bridge”, <http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?SWRLJessBridge> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Protege,** 2013a. “Protege-OWL API”, <http://protege.stanford.edu/plugins/owl/api/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Protege,** 2013b. “Protege”, <http://protege.stanford.edu> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Protege,** 2013c. “SWRL Language FAQ”, <http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?SWRLLanguageFAQ> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Prud'hommeaux, E. and Seaborne, A.** 2008. “SPARQL Query Language for RDF”, <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- RacerPro,** 2012. “What is RacerPro? An overview”, <http://www.racersistems.com/products/racerpro/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Regenstrief Institute,** 2010. “LOINC Background”, <http://loinc.org/background> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Reiser, S.**, 1991, The clinical record in medicine part 1: Learning from cases, *Annals of Internal Medicine*, 114(10):902-907 pp.
- Rogers, J., Roberts, A., Solomon, D., van der Haring, E., Wroe, C., Zanstra, P. and Rector, A.**, 2001, GALEN Ten Years On: Tasks and Supporting Tools, 256-260, *MedInfo 2001: Proceedings of the 10th World Congress on Health and Medical Informatics*, Rogers, R., Haux, R., and Patel, V. (Eds.), IOS Press, Amsterdam.
- Russell, S.J. and Norvig, P.**, 1994, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 912 p.
- Sağlık Bakanlığı**, 2013. “Sağlık.net”, <http://www.esaglik.gov.tr/SaglikNet/SaglikNetHakkinda.aspx> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Shortliffe, E.H. and Blois, M.S.**, 2006, The Computer Meets Medicine and Biology: Emergence of a Discipline, *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, Shortliffe, E.H. and Cimino, J.J. (Eds.), Springer.
- Shortliffe, E.H. and Cimino, J.J.**, 2006, Preface to the Third Edition, *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, Shortliffe, E.H. and Cimino, J.J. (Eds.), Springer.
- SNOMED International**, 2013. “SNOMED Clinical Terms”, <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Stewart, K.L., Rud, K.D. and Kuebker, W.A.**, 1983, Clinical Removable Partial Prosthodontics, Mosby, St. Louis.
- Takian, A., Sheikh, A. and Barber, N.**, 2012, We are bitter, but we are better of: case study of the implementation of an electronic health record system into a mental health hospital in England, *BMC Health Services Research*, 12(484):1-13 pp.
- Tang, P.C. and McDonald, C.J.**, 2006, Electronic Health Record Systems, *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, Shortliffe, E.H. and Cimino, J.J. (Eds.), Springer.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wang, X.H., Zhang, D.Q., Gu, T. and Pung, H.K.,** 2004, Ontology based context modeling and reasoning using OWL, *In Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'04)*, Orlando, FL, USA, 18-22 pp.
- Wintrobe, M.M.,** 1974, Harrison's Principles of Internal Medicine, McGraw-Hill, 2131p.
- Wooldridge, M.,** 2002, An Introduction to Multiagent Systems, John Wiley & Sons Ltd., England, 348p.
- World Health Organization,** 2013. "International Classification of Diseases (ICD)", <http://www.who.int/classifications/icd/en/> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2013)
- Yılmaz, Ö.,** 2009, Mobil Kullanıcılara Bağlam Farkında Bilgi Sunumu İçin Bir Etmen Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 117s (yayınlanmamış).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı Özgün Yılmaz

Uyruğu T.C.

Doğum Tarihi 09.11.1981

Medeni Durumu Bekar

Askerlik Durumu OBİ subayı olarak 31.07.2006 tarihinde tamamlandı.

Eğitim Durumu:

2007 – 2009 Yüksek Lisans, EÜ Bilgisayar Mühendisliği

1999 – 2004 Lisans, EÜ Bilgisayar Mühendisliği

1996 – 1999 İzmir Özel Türk Fen Lisesi

1993 – 1996 İzmir Özel Amerikan Koleji

İş Deneyimi:

2009 – Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi

2008 – 2009 Vestel Beyaz Eşya A.Ş. İleri Ar-Ge, Araştırma Mühendisi

İlgi Alanları:

Yazılım Etmenleri, Anlamsal Web, Yapay Zeka

EKLER

Ek 1 Üst Ontoloji

Ek 2 Hasta Ontolojisi

Ek 3 Alan Ontolojisi

Ek 4 Tanı Ontolojisi

Ek 5 Tedavi Ontolojisi

Ek 6 Tanımlanan Kurallar

Ek 1 Üst Ontoloji

```
<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF

    xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"

    xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"

    xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"

    xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"

    xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

    xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"

    xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

    xmlns:sams="http://www.owl-ontologies.com/sams.owl#"

    xml:base="http://www.owl-ontologies.com/sams.owl">

    <owl:Ontology rdf:about=""/>

    <owl:Class rdf:ID="PatientModel">

        <rdfs:label xml:lang="tr">HastaModeli</rdfs:label>

        <rdfs:isDefinedBy

rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

            >&lt;SNOMED&gt;286754002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="Prescription">

        <rdfs:isDefinedBy

rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

            >&lt;SNOMED&gt;260885003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Reçete</rdfs:label>

    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="Treatment">

        <rdfs:label xml:lang="tr">Tedavi</rdfs:label>

        <rdfs:isDefinedBy

rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```

    <&lt;SNOMED&gt;7922000&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Diagnosis">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Diyagnoz</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;439401001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Complication">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Komplikasyon</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;116223007&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Anamnesis">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Anamnez</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;940000&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="X-RayExamination">

    <rdfs:label xml:lang="tr">RadyolojikMuayene</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="PersonalInfo">

    <rdfs:label xml:lang="tr">KişiselBilgi</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Patient">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;116154003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Hasta</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf>

```

```

        <owl:Restriction>

            <owl:cardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"

            >1</owl:cardinality>

            <owl:onProperty>

                <owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasPersonalInfo"/>

            </owl:onProperty>

        </owl:Restriction>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>

        <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >@provides_figure</rdfs:comment>

    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="Examination">

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;302199004&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Muayene</rdfs:label>

    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="Consultation">

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;11429006&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Konsültasyon</rdfs:label>

    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="Symptom">

        <rdfs:label xml:lang="tr">Semptom</rdfs:label>

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;267022002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    </owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:ID="BodySystem">

  <rdfs:label xml:lang="tr">VücutSistemi</rdfs:label>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;278195005&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasExamination">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Muayeneler</rdfs:label>

  <rdfs:domain>

    <owl:Class>

      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

        <owl:Class rdf:about="#Patient"/>

        <owl:Class rdf:about="#Complication"/>

        <owl:Class rdf:about="#Consultation"/>

      </owl:unionOf>

    </owl:Class>

  </rdfs:domain>

  <rdfs:range rdf:resource="#Examination"/>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasBodySystem">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Vücut sistemi</rdfs:label>

  <rdfs:domain rdf:resource="#Patient"/>

  <rdfs:range rdf:resource="#BodySystem"/>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasDiagnosisOption">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

  <rdfs:range rdf:resource="#Diagnosis"/>

  <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >@provides_assistance</rdfs:comment>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tanı önerileri</rdfs:label>

```

```
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasTreatmentOption">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

  <rdfs:range rdf:resource="#Treatment"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tedavi önerileri</rdfs:label>

  <rdfs:comment
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >@provides_assistance</rdfs:comment>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasPrescription">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Reçeteler</rdfs:label>

  <rdfs:range rdf:resource="#Prescription"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasDiagnosis">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

  <rdfs:range rdf:resource="#Diagnosis"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tanılar</rdfs:label>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasConsultation">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Konsültasyonlar</rdfs:label>

  <rdfs:range rdf:resource="#Consultation"/>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasX-RayExamination">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Radyoloji muayenesi</rdfs:label>

  <rdfs:range rdf:resource="#X-RayExamination"/>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasSymptom">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Semptomlar</rdfs:label>
```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

    <rdfs:range rdf:resource="#Symptom"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasTreatment">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tedaviler</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="#Treatment"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasAnamnesis">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Anamnez</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

    <rdfs:range rdf:resource="#Anamnesis"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasComplication">

    <rdfs:range rdf:resource="#Complication"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Komplikasyonlar</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasPatientModel">

    <rdfs:range rdf:resource="#PatientModel"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Hasta modeli</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="PMDescription">

    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#PatientModel"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Hasta modeli açıklaması</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="PrescriptionDescription">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Reçete açıklaması</rdfs:label>

```

```

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#Prescription"/>

    </owl:DatatypeProperty>

    <owl:DatatypeProperty rdf:ID="X-RayExaminationDescription">

        <rdfs:label          xml:lang="tr">Radyolojik          muayene
açıklaması</rdfs:label>

        <rdfs:domain rdf:resource="#X-RayExamination"/>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    </owl:DatatypeProperty>

    <owl:DatatypeProperty rdf:ID="ExaminationDescription">

        <rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Muayene açıklaması</rdfs:label>

    </owl:DatatypeProperty>

    <owl:DatatypeProperty rdf:ID="Email">

        <rdfs:label xml:lang="tr">Email adresi</rdfs:label>

        <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    </owl:DatatypeProperty>

    <owl:DatatypeProperty rdf:ID="X-RayFilePath">

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Radyolojik imaj adresi</rdfs:label>

        <rdfs:domain rdf:resource="#X-RayExamination"/>

    </owl:DatatypeProperty>

    <owl:DatatypeProperty rdf:ID="ComplicationDescription">

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#Complication"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Komplikasyon açıklaması</rdfs:label>

```

```
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Address">

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Adresler</rdfs:label>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="TreatmentDescription">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Treatment"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tedavi açıklaması</rdfs:label>

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="ConsultationDescription">

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#Consultation"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Konsültasyon açıklaması</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="PhoneNumber">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Telefon numarası</rdfs:label>

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="SymptomDescription">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Semptom açıklaması</rdfs:label>

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#Symptom"/>
</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="DiagnosisDescription">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Diagnosis"/>
```

```
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

<rdfs:label xml:lang="tr">Diyagnoz açıklaması</rdfs:label>

</owl:DatatypeProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Firstname">

<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

<rdfs:label xml:lang="tr">Ad</rdfs:label>

<rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>

<rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="AnamnesisDate">

<rdfs:label xml:lang="tr">Anamnez tarihi</rdfs:label>

<rdfs:domain rdf:resource="#Anamnesis"/>

<rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="ExaminationDate">

<rdfs:domain rdf:resource="#Examination"/>

<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

<rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

<rdfs:label xml:lang="tr">Muayene tarihi</rdfs:label>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="SocialSecurityNumber">

<rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>

<rdfs:label xml:lang="tr">Kimlik</rdfs:label>

<rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

<rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
```

```

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Gender">

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:range>

    <owl:DataRange>

      <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Male</rdf:first>

        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

          <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >Female</rdf:first>

          <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        </rdf:rest>

      </owl:oneOf>

    </owl:DataRange>

  </rdfs:range>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Cinsiyet</rdfs:label>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Birthdate">

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Doğum tarihi</rdfs:label>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="PrescriptionDate">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Prescription"/>

```

```

        <rdfs:label xml:lang="tr">Reçete tarihi</rdfs:label>

        <rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="X-RayExaminationDate">

        <rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#X-RayExamination"/>

        <rdfs:label          xml:lang="tr">Radyolojik          muayene
tarihi</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="SymptomDate">

        <rdfs:domain rdf:resource="#Symptom"/>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Semptom tarihi</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="ComplicationDate">

        <rdfs:domain rdf:resource="#Complication"/>

        <rdfs:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Komplikasyon tarihi</rdfs:label>

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="MedicalHistory">

        <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#Anamnesis"/>

```

```
<rdfs:label xml:lang="tr">Medikal geçmişi</rdfs:label>

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="ConsultationDate">

    <rdfs:domain rdf:resource="#Consultation"/>

    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Konsültasyon tarihi</rdfs:label>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Lastname">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Soyad</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalInfo"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:about="#HasPersonalInfo">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Kişisel bilgiler</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="#PersonalInfo"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Patient"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="DiagnosisDate">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Diyagnoz tarihi</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Diagnosis"/>

    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
```

```
</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="AnamnesisDescription">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Anamnesis"/>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Anamnez açıklaması</rdfs:label>

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="TreatmentDate">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tedavi tarihi</rdfs:label>

  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#Treatment"/>

</owl:FunctionalProperty>

</rdf:RDF>
```

Ek 2 Hasta Ontolojisi

```
<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF

  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"

  xmlns:prpm="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-
patient-model#"

  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"

  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"

  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"

  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"

  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-
patient-model">

  <owl:Ontology rdf:about="">

    <owl:imports                                rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl"/>

  </owl:Ontology>

  <owl:Class rdf:ID="FinancialStatus">

    <rdfs:label xml:lang="tr">EkonomikDurum</rdfs:label>

  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="DentalStory">

    <rdfs:label xml:lang="tr">DentalHikaye</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;385635001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="AgeConstraints">

    <rdfs:label xml:lang="tr">YaşKısıtları</rdfs:label>

  </owl:Class>
```

```

<owl:Class rdf:ID="SocialStatus">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;82996008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">SosyalStatü</rdfs:label>

    </owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="PersonalTrait">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;363881005&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">KişiselÖzellik</rdfs:label>

    </owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="PreliminaryExamination">

    <rdfs:label xml:lang="tr">ÖnMuayene</rdfs:label>

    </owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Mobilization">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Ulaşım</rdfs:label>

    </owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Expectations">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Beklenti</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;385635001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    </owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="DentalPatientModel">

    <rdfs:subClassOf
                                rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl#PatientModel"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">DentalHastaModeli</rdfs:label>

    </owl:Class>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasSocialStatus">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Sosyal statüsü</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

```

```

    <rdfs:range rdf:resource="#SocialStatus"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="FinancialStatusValue">

        <rdfs:domain rdf:resource="#FinancialStatus"/>

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                        >Below average</rdf:first>

                        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                            <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                            >Above average</rdf:first>

                            <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                                >High</rdf:first>

                                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                                    <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>

                                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                                    >Low</rdf:first>

                                </rdf:rest>

                            </rdf:rest>

                        </rdf:rest>

                    </rdf:rest>

                </owl:oneOf>

            </owl:DataRange>

        </rdfs:range>

    </owl:FunctionalProperty>

    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Average</rdf:first>

```

```

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Finansal durum</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasPreliminaryExamination">

        <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Ön muayeneler</rdfs:label>

        <rdfs:range rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Longevity">

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Less significant</rdf:first>

                    </rdf:rest>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Significant</rdf:first>

                </owl:oneOf>

            </owl:DataRange>

        </rdfs:range>

        <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Uzun ömürlülük</rdfs:label>

```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="DoesNotWantToUseRPD">

        <rdfs:label xml:lang="tr">HBP kullanmak istemiyor</rdfs:label>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                        >No</rdf:first>

                    </rdf:rest>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Yes</rdf:first>

                </owl:oneOf>

            </owl:DataRange>

        </rdfs:range>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="DecisiveOrIndecisive">

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Decisive</rdf:first>

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

```

```

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >Indecisive</rdf:first>

        <rdf:rest  rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        </rdf:rest>

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalTrait"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Kararlı veya kararsız</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="PhoneticRequirement">

        <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Fonetik gereksinimi</rdfs:label>

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:rest  rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >Less significant</rdf:first>

                    </rdf:rest>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                    >Significant</rdf:first>

                </owl:oneOf>

            </owl:DataRange>

```

```

    </rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="NeuroMuscularCoordination">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Sinir kas koordinasyonu</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Poor</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Well</rdf:first>

                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasAgeConstraints">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Yaş kısıtları</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

    <rdfs:range rdf:resource="#AgeConstraints"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="NervousOrConfident">

    <rdfs:range>

```

```

<owl:DataRange>

  <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

      >Nervous</rdf:first>

    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

      <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

      <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >Confident</rdf:first>

      </rdf:rest>

    </owl:oneOf>

  </owl:DataRange>

</rdfs:range>

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Gergin veya kendinden
emin</rdfs:label>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty
rdf:ID="HasUnjustComplaintsAboutPreviousTreatments">

  <rdfs:domain rdf:resource="#DentalStory"/>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Önceki tedavilerinde haksız eleştiri
yapıyor</rdfs:label>

  <rdfs:range>

    <owl:DataRange>

      <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

          <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

            >No</rdf:first>

```

```

        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

    </rdf:rest>

    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >Yes</rdf:first>

    </owl:oneOf>

    </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="RetentionAndStability">

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Sabitlik ve denge</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                >High</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                    >Normal</rdf:first>

                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty
rdf:ID="IsMissingTeethAppereanceAcceptable">

```

```

<rdfs:domain rdf:resource="#SocialStatus"/>

<rdfs:range>

  <owl:DataRange>

    <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

      <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >Yes</rdf:first>

      <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >No</rdf:first>

      </rdf:rest>

    </owl:oneOf>

  </owl:DataRange>

</rdfs:range>

<rdfs:label xml:lang="tr">Dişsiz görünmesi sorun
olmaz</rdfs:label>

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasDentalStory">

  <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Dental hikayesi</rdfs:label>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

  <rdfs:range rdf:resource="#DentalStory"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="TidyOrUntidy">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Bakımlı veya bakımsız</rdfs:label>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

```

```

<rdfs:range>

  <owl:DataRange>

    <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

      <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Untidy</rdf:first>

        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

      </rdf:rest>

      <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Tidy</rdf:first>

    </owl:oneOf>

  </owl:DataRange>

</rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasIncompleteDentalTreatment">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tamamlanmamış dental tedavisi
vardır</rdfs:label>

  <rdfs:range>

    <owl:DataRange>

      <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Yes</rdf:first>

        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

          <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

          <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >No</rdf:first>

        </rdf:rest>

      </owl:oneOf>

```

```

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#DentalStory"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasFinancialStatus">

    <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

    <rdfs:range rdf:resource="#FinancialStatus"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Gelir durumu</rdfs:label>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="GeneralExpectation">

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                >High</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >Low</rdf:first>

                    </rdf:rest>

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                >Normal</rdf:first>

            </rdf:rest>

```

```

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Genel beklentiler</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>
</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="EaseOfArrival">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Ulaşım kolaylığı</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Mobilization"/>

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                >High</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                    >Normal</rdf:first>

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >Low</rdf:first>

                    </rdf:rest>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

```

```

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasExpectations">

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Beklentiler</rdfs:label>

  <rdfs:range rdf:resource="#Expectations"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Clenching">

  <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >Diş gıcırdatma</rdfs:label>

  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:range>

    <owl:DataRange>

      <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

          <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

          >No</rdf:first>

          <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        </rdf:rest>

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >Yes</rdf:first>

      </owl:oneOf>

    </owl:DataRange>

  </rdfs:range>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="AbleToUnderstandTreatment">

  <rdfs:label xml:lang="tr">Tedaviyi anlayabilecek
kapasitededir</rdfs:label>

```

```

<rdfs:range>

  <owl:DataRange>

    <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

      <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >Yes</rdf:first>

      <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >No</rdf:first>

      </rdf:rest>

    </owl:oneOf>

  </owl:DataRange>

</rdfs:range>

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

  <rdfs:domain rdf:resource="#PersonalTrait"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="AestehticExpectation">

  <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

  <rdfs:range>

    <owl:DataRange>

      <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

        <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

          <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >Normal</rdf:first>

          <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

            <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
            >Low</rdf:first>

```

```

        <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>

        </rdf:rest>

    </rdf:rest>

    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >High</rdf:first>

    </owl:oneOf>

    </owl:DataRange>

</rdfs:range>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Estetik beklentiler</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="VigorousOrPhlegmatic">

    <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Enerjik veya durağan</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:range>

    <owl:DataRange>

    <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >Vigorous</rdf:first>

    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >Phlegmatic</rdf:first>

    </rdf:rest>

    </owl:oneOf>

    </owl:DataRange>

```

```

    </rdfs:range>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="DelicateOrRobust">

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Delicate</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Robust</rdf:first>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Narin veya sağlam</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="MentalCondition">

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Mentally handicapped</rdf:first>

```

```

        <rdf:rest  rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        </rdf:rest>

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >Healthy</rdf:first>

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

        </rdfs:range>

        <rdfs:label  xml:lang="tr">Akıl sağlığı</rdfs:label>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:domain  rdf:resource="#PersonalTrait"/>

        </owl:FunctionalProperty>

        <owl:FunctionalProperty  rdf:ID="ChewingEfficiency">

        <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

        <owl:oneOf  rdf:parseType="Resource">

        <rdf:rest  rdf:parseType="Resource">

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >Normal</rdf:first>

        <rdf:rest  rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

        </rdf:rest>

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >High</rdf:first>

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

        </rdfs:range>

        <rdfs:label  xml:lang="tr">Çiğneme etkinliği</rdfs:label>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>
</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasMobilization">
    <rdfs:range rdf:resource="#Mobilization"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="UnderTheAgeOfMajority">
    <rdfs:domain rdf:resource="#AgeConstraints"/>
    <rdfs:range>
        <owl:DataRange>
            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">
                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">
                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>
                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >No</rdf:first>
                </rdf:rest>
                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Yes</rdf:first>
            </owl:oneOf>
        </owl:DataRange>
    </rdfs:range>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
    <rdfs:label xml:lang="tr">Reşit değildir</rdfs:label>
</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="WillingnessToUseRPD">
    <rdfs:range>
        <owl:DataRange>

```

```

        <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

            <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                >Yes</rdf:first>

            <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                    >No</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

            </rdf:rest>

        </owl:oneOf>

    </owl:DataRange>

</rdfs:range>

<rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">HBP kullanmaya
isteklidir</rdfs:label>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty
rdf:ID="WillingnessForExtractionOfHopelessTeeth">

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                            >No</rdf:first>

                        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                    </rdf:rest>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >Yes</rdf:first>

```

```

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#Expectations"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Ümitsiz dişlerin çekilmesini kabul ediyor</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasPersonalTrait">

        <rdfs:range rdf:resource="#PersonalTrait"/>

        <rdfs:domain rdf:resource="#DentalPatientModel"/>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Kişisel özellikleri</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="CompletedSkeletalDevelopment">

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>No</rdf:first>

                        <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                    </rdf:rest>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Yes</rdf:first>

                </owl:oneOf>

            </owl:DataRange>

        </rdfs:range>

```

```

        <rdfs:domain rdf:resource="#AgeConstraints"/>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:label          xml:lang="tr">İskelet          gelişimini
tamamlamış</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

    <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Grimacing">

        <rdfs:domain rdf:resource="#PreliminaryExamination"/>

        <rdfs:range>

            <owl:DataRange>

                <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >No</rdf:first>

                        <rdf:rest  rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                    </rdf:rest>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >Yes</rdf:first>

                    </owl:oneOf>

                </owl:DataRange>

            </rdfs:range>

        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Yüzünü buruşturma</rdfs:label>

    </owl:FunctionalProperty>

</rdf:RDF>

```

Ek 3 Alan Ontolojisi

```
<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF

  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"

  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"

  xmlns:prbs="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-
domain.owl#"

  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"

  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"

  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"

  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-
domain.owl">

  <owl:Ontology rdf:about="">

    <owl:imports                                rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl"/>

  </owl:Ontology>

  <owl:Class rdf:ID="OralCavity">

    <rdfs:subClassOf>

      <owl:Class rdf:ID="DigestiveSystem"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

      >&lt;SNOMED&gt;181220002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">AğızBoşluğu</rdfs:label>

  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="Cement">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Sement</rdfs:label>
```

```

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;419202002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:ID="ToothComponent"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Saliva">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;256897009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tükürük</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T15">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:ID="Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T25">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T31">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T11">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

```

```

    </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="T45">
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>
    </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Periodontium">
    <rdfs:label xml:lang="tr">Periodonsiyum</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="T41">
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>
    </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Enamel">
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class rdf:about="#ToothComponent"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:label xml:lang="tr">Mine</rdfs:label>
    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >&lt;SNOMED&gt;362113009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="T36">
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>
    </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="T22">
    <rdfs:subClassOf>

```

```

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T26">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T16">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T46">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T12">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#Tooth"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#Tooth">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Diş</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Restriction>

            <owl:onProperty>

                <owl:ObjectProperty rdf:ID="HasAntagonist"/>

```

```

        </owl:onProperty>

        <owl:maxCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int"

        >2</owl:maxCardinality>

        </owl:Restriction>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;302214001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T32">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T42">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T21">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="LaminaDura">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;450723002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">LaminaDura</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T35">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Mucosa">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;245810009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

```

```

        <rdfs:label xml:lang="tr">Mukoza</rdfs:label>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="MandibularAlveolarBone">

        <rdfs:subClassOf>

            <owl:Class rdf:ID="AlveolarBone"/>

        </rdfs:subClassOf>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Mandibula</rdfs:label>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="T23">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="T43">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="T33">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="T17">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:about="#DigestiveSystem">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams.owl#BodySystem"/>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Sindirimsistemi</rdfs:label>

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

            >&lt;SNOMED&gt;278859004&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="T27">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
    </owl:Class>

```

```
<owl:Class rdf:ID="T13">

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#ToothComponent">

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;SNOMED&gt;38199008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:label xml:lang="tr">DişBölümü</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="PalatinalBone">

  <rdfs:label xml:lang="tr">PalatinalKemik</rdfs:label>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;SNOMED&gt;244654005&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T48">

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Gingiva">

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;SNOMED&gt;181224006&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:label xml:lang="tr">Gingiva</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T38">

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T24">

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#AlveolarBone">

  <rdfs:label xml:lang="tr">AlveolarKemik</rdfs:label>
```

```

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T18">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T34">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Root">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >&lt;SNOMED&gt;245728004&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothComponent"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Kök</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T44">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T14">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T28">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Pulp">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Pulpa</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothComponent"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >&lt;SNOMED&gt;362110007&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="MaxillaryAlveolarBone">

```

```

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#AlveolarBone"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Maksilla</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T47">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Dentin">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;362112004&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Dentin</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothComponent"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="T37">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Tooth"/>
</owl:Class>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasMucosa">

    <rdfs:range rdf:resource="#Mucosa"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Mukoza</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:about="#HasAntagonist">

    <rdfs:range rdf:resource="#Tooth"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Antagonist</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Tooth"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasPeriodontium">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Periodonsiyum</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="#Periodontium"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasPalatinalBone">
    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#PalatinalBone"/>
    <rdfs:label xml:lang="tr">Palatinal kemik</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasTooth">
    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Tooth"/>
    <rdfs:label xml:lang="tr">Dişler</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasAnteriorNeighbor">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Tooth"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Tooth"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="HasPosteriorNeighbor"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:label xml:lang="tr">İleri doğru komşu diş</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasSequentialNeighbor">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Tooth"/>
    <rdfs:label xml:lang="tr">Sıralı komşu diş</rdfs:label>
    <rdfs:range rdf:resource="#Tooth"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasToothComponent">
    <rdfs:range rdf:resource="#ToothComponent"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Tooth"/>
    <rdfs:label xml:lang="tr">Diş bölümleri</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasSaliva">
```

```

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tükürük</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>

    <rdfs:range rdf:resource="#Saliva"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasGingiva">
    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>

    <rdfs:range rdf:resource="#Gingiva"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Gingiva</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasAlveolarBone">
    <rdfs:domain rdf:resource="#OralCavity"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Alveolar kemik</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="#AlveolarBone"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:about="#HasPosteriorNeighbor">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Tooth"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Geriye doğru komşu diş</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="#Tooth"/>

    <owl:inverseOf rdf:resource="#HasAnteriorNeighbor"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="RootMorphology">
    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                        >Fused</rdf:first>

```

```
        </rdf:rest>

        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >Divergent</rdf:first>

        </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Kök morfolojisi</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Root"/>

</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="alternateName">

    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Tooth"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Diğer adı</rdfs:label>

</owl:DatatypeProperty>

</rdf:RDF>
```

Ek 4 Tam Ontolojisi

```
<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF

  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"

  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"

  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"

  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"

  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"

  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

  xmlns:prdi="http://www.owl-ontologies.com/samsProstheticsDiagnosis.owl#"

  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/samsProstheticsDiagnosis.owl">

  <owl:Ontology rdf:about="">

    <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-domain.owl"/>

    <owl:imports                                rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams.owl"/>

  </owl:Ontology>

  <owl:Class rdf:ID="ClassificationOfPartiallyEdentulousArches">

    <rdfs:subClassOf>

      <owl:Class rdf:ID="DentalDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label
xml:lang="tr">KısmiDişsizÇenelerinSınıflandırılması</rdfs:label>

  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="ExtrudedTooth">

    <rdfs:subClassOf>

      <owl:Class rdf:ID="ToothRelatedDiagnosis"/>


```

```

</rdfs:subClassOf>

<rdfs:label xml:lang="tr">UzamışDiş</rdfs:label>

<rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>&lt;SNOMED&gt;109678002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Sjögren">

<rdfs:subClassOf>

<owl:Class rdf:ID="SystemicDisease"/>

</rdfs:subClassOf>

<rdfs:label xml:lang="tr">Şögren</rdfs:label>

<rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>&lt;SNOMED&gt;83901003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

<rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>&lt;ICD10&gt;M35.0&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="KennedyClassification">

<rdfs:subClassOf
rdf:resource="#ClassificationOfPartiallyEdentulousArches"/>

<rdfs:label xml:lang="tr">KennedySınıflandırması</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Epilepsy">

<rdfs:label xml:lang="tr">Epilepsi</rdfs:label>

<rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>&lt;SNOMED&gt;84757009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

<rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

>&lt;ICD10&gt;G40&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

<rdfs:subClassOf>

<owl:Class rdf:about="#SystemicDisease"/>

```

```

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Arthritis">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;3723001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;M00-M25&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#SystemicDisease"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Artrit</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="PalatinalAndLingualTorus">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:ID="BoneRelatedDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">PalatinalVeLingualTorus</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;46752004&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;K10.0&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="HyperThyroidism">

    <rdfs:label xml:lang="tr">HiperTiroidi</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;34486009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

>&lt;ICD10&gt;E05&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

<rdfs:subClassOf>

    <owl:Class rdf:about="#SystemicDisease"/>

</rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Kennedy4">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#KennedyClassification"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Gingivitis">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;66383009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;ICD10&gt;K05&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:ID="DentalDisease"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Gingivitis</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="CortisoneTherapy">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;127382005&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#SystemicDisease"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">KortizonTedavisi</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Disease">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

    <&lt;SNOMED&gt;64572001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf                                rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl#Diagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Hastalık</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#ToothRelatedDiagnosis">

    <rdfs:label xml:lang="tr">DişleİlgiliDiyagnoz</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#DentalDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Scleroderma">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Skleroderma</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#SystemicDisease"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;422801000&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;L94.0-L94.1,
M34&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Mobility">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;83001001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Mobilite</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="HyperParathyroidism">

    <rdfs:label xml:lang="tr">HiperParatiroidi</rdfs:label>

```

```

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;66999008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;E21&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#SystemicDisease"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ToothDecay">

    <rdfs:label xml:lang="tr">DişÇürüğü</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;80967001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;K02&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#SystemicDisease">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Disease"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;56019007&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">SistemikHastalık</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Radiotherapy">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Radyoterapi</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;108290001&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

```

```
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ImpactedTeethAndRoots">

  <rdfs:subClassOf>

    <owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis"/>

  </rdfs:subClassOf>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    <&lt;SNOMED&gt;235104008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    <&lt;ICD10&gt;K01&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:label xml:lang="tr">GömülüDişVeKök</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Kennedy1">

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#KennedyClassification"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="TiltedTooth">

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

  <rdfs:label xml:lang="tr">DevrikDiş</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="KnifeEdgeRidges">

  <rdfs:subClassOf>

    <owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis"/>

  </rdfs:subClassOf>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    <&lt;SNOMED&gt;109681007&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:label xml:lang="tr">BıçakSırtı</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="UnestheticTooth">

  <rdfs:label xml:lang="tr">EstetikOlmayanDiş</rdfs:label>

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>
```

```

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="MaxillaryTuberosity">

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;SNOMED&gt;244682003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:subClassOf>

    <owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis"/>

  </rdfs:subClassOf>

  <rdfs:label xml:lang="tr">TüberMaksilla</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="PapillaryHyperplasia">

  <rdfs:subClassOf>

    <owl:Class rdf:ID="SoftTissueRelatedDiagnosis"/>

  </rdfs:subClassOf>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;SNOMED&gt;79521008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;ICD10&gt;K13.6&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:label xml:lang="tr">PapillerHiperplazi</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="OralLichenPlanus">

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;SNOMED&gt;235049008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

  >&lt;ICD10&gt;L43&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

  <rdfs:label xml:lang="tr">OralLikenPlanus</rdfs:label>

  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="BonyUndercuts">

```

```

<rdfs:label xml:lang="tr">KemikGirintileri</rdfs:label>

<rdfs:subClassOf>

    <owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis"/>

</rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Anemia">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        <&lt;SNOMED&gt;271737000&lt;/SNOMED&gt;></rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        <&lt;ICD10&gt;D50-D64&lt;/ICD10&gt;></rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Anemi</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Kennedy2">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#KennedyClassification"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Diabetes">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        <&lt;SNOMED&gt;11530004&lt;/SNOMED&gt;></rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        <&lt;ICD10&gt;E10-E14&lt;/ICD10&gt;></rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Diyabet</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ExcessiveBoneResorption">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        <&lt;SNOMED&gt;22200009&lt;/SNOMED&gt;></rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf>

```

```

        <owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">AşırıKemikErimesi</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#SoftTissueRelatedDiagnosis">

    <rdfs:label
xml:lang="tr">YumuşakDokuylaİlgiliDiyagnoz</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#DentalDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="NoExcessiveBoneResorption">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">AşırıKemikErimesiYok</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="MissingTooth">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;37320007&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;ICD10&gt;K08.1&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">KaybedilmişDiş</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#BoneRelatedDiagnosis">

    <rdfs:subClassOf>

        <owl:Class rdf:about="#DentalDiagnosis"/>

    </rdfs:subClassOf>

    <rdfs:label xml:lang="tr">KemikleİlgiliDiyagnoz</rdfs:label>

```

```

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#DentalDisease">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Disease"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">DentalHastalık</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="DevitalTooth">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">DevitalDiş</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;42711005&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;K04.9&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="HealthyTooth">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">SağlamDiş</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="BrokenTooth">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;36202009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;S02.5&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">KırıkDiş</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#DentalDiagnosis">

    <rdfs:subClassOf
                                rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl#Diagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">DentalDiyagnoz</rdfs:label>

```

```

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Pemphigus">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;65172003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;ICD10&gt;L10&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Pemfigus</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ApicalInfection">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;109602002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;ICD10&gt;K04.5&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">ApikalEnfeksiyon</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="BonySpines">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#BoneRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">KemikÇıkıntılıları</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ResidualAlveolarBone">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#BoneRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">DişsizBölgedeKalanKemik</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="IrritationFibroma">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;109787002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

```

```

    <rdfs:label xml:lang="tr">İritasyonFibromu</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SoftTissueRelatedDiagnosis"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Kennedy3">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#KennedyClassification"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="DestroyedTooth">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;36202009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;S02.5&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">AşırıKronHarabiyeti</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ConnectiveTissueDisease">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">BagDokuHastaligi</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;105969002&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;M30-M36&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="BisphosphonateTherapy">

    <rdfs:label xml:lang="tr">BifosfanatTedavisi</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Paget">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

    >&lt;SNOMED&gt;235117006&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;ICD10&gt;M88&lt;/ICD10&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SystemicDisease"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Paget</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasDiagnosedTooth">

    <rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams-
prosthodontics-domain.owl#Tooth"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#ToothRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tanı konan diş</rdfs:label>

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasDiagnosedBone">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tanı konan kemik</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#BoneRelatedDiagnosis"/>

    <rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams-
prosthodontics-domain.owl#AlveolarBone"/>

</owl:ObjectProperty>

</rdf:RDF>

```

Ek 5 Tedavi Ontolojisi

```
<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF

  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"

  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"

  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"

  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"

  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"

  xmlns:prtr="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-
treatment#"

  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/sams-prosthodontics-
treatment">

  <owl:Ontology rdf:about="">

    <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/samsProstheticsDiagnosis.owl"/>

    <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl"/>

    <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams-
prosthodontics-domain.owl"/>

  </owl:Ontology>

  <owl:Class rdf:ID="ToothRelatedTreatment">

    <rdfs:label xml:lang="tr">DişleİlgiliTedavi</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf>

      <owl:Class rdf:ID="DentalTreatment"/>

    </rdfs:subClassOf>

  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="RootCanalTreatment">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>
```

```

        <rdfs:label xml:lang="tr">KökKanalTedavisi</rdfs:label>

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;9218007&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Filling">

        <rdfs:label xml:lang="tr">Dolgu</rdfs:label>

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Bridge">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;272299003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Köprü</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Crown">

        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

        <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

        >&lt;SNOMED&gt;272289008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

        <rdfs:label xml:lang="tr">Kron</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="SoftTissueRelatedTreatment">

        <rdfs:subClassOf>

                <owl:Class rdf:about="#DentalTreatment"/>

        </rdfs:subClassOf>

        <rdfs:label
xml:lang="tr">YumuşakDokuylaİlgiliTedavi</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#DentalTreatment">

        <rdfs:subClassOf                                rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/sams.owl#Treatment"/>

```

```

    <rdfs:label xml:lang="tr">DentalTedavi</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="SurveyedCrown">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">FrezeleliKron</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="RemovablePartialDenture">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >&lt;SNOMED&gt;272256008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">HareketliBölümlüProtez</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Splinting">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Splintleme</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >&lt;SNOMED&gt;173328009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="BoneRelatedTreatment">

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#DentalTreatment"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">KemikleİlgiliTedavi</rdfs:label>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="ApicalResection">

    <rdfs:label xml:lang="tr">ApikalRezeksiyon</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Alveoloplasty">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Alveoloplasti</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#BoneRelatedTreatment"/>

```

```

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;25325009&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="SurgicalExcision">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;65801008&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SoftTissueRelatedTreatment"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">CerrahiMüdahale</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="RPDMouthPreparation">

    <rdfs:label xml:lang="tr">HBPAğızHazırlıkları</rdfs:label>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Extraction">

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;55162003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:label xml:lang="tr">DişÇekme</rdfs:label>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Implant">

    <rdfs:label xml:lang="tr">İmplant</rdfs:label>

    <rdfs:isDefinedBy
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

    >&lt;SNOMED&gt;40388003&lt;/SNOMED&gt;</rdfs:isDefinedBy>

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

</owl:Class>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasTreatedTooth">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tedavi edilen dişler</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams-
prosthodontics-domain.owl#Tooth"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#ToothRelatedTreatment"/>

```

```

</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasTreatedBone">

    <rdfs:label xml:lang="tr">Tedavi edilen kemikler</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/sams-
prostodontics-domain.owl#AlveolarBone"/>

    <rdfs:domain rdf:resource="#BoneRelatedTreatment"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="FillingMaterial">

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Amalgam</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                        <rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>

                        <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                        >Ceramic inlay</rdf:first>

                    </rdf:rest>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >Composite</rdf:first>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Dolgu maddesi</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Filling"/>

```

```

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasRPDMouthPreparation">

    <rdfs:domain rdf:resource="#RemovablePartialDenture"/>

    <rdfs:label          xml:lang="tr">HBP          için          ağız
hazırlıkları</rdfs:label>

    <rdfs:range rdf:resource="#RPDMouthPreparation"/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="HasKennedyClassification">

    <rdfs:range          rdf:resource="http://www.owl-
ontologies.com/samsProstheticsDiagnosis.owl#KennedyClassification"
/>

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Kennedy sınıfı</rdfs:label>

    <rdfs:domain rdf:resource="#RemovablePartialDenture"/>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="BridgeType">

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Ceramometal</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                    >All ceramic</rdf:first>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

```

```

</rdfs:range>

<rdfs:domain rdf:resource="#Bridge"/>

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

<rdfs:label xml:lang="tr">Köprünün çeşidi</rdfs:label>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="FillingCavity">

<rdfs:domain rdf:resource="#Filling"/>

<rdfs:range>

<owl:DataRange>

<owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Black I</rdf:first>

<rdf:rest rdf:parseType="Resource">

<rdf:rest rdf:parseType="Resource">

<rdf:rest rdf:parseType="Resource">

<rdf:rest rdf:parseType="Resource">

<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Black V</rdf:first>

<rdf:rest
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>

</rdf:rest>

<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Black IV</rdf:first>

</rdf:rest>

<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Black III</rdf:first>

</rdf:rest>

<rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

        >Black II</rdf:first>

    </rdf:rest>

</owl:oneOf>

</owl:DataRange>

</rdfs:range>

<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Dolgu kavitesi</rdfs:label>

</owl:FunctionalProperty>

<owl:FunctionalProperty rdf:ID="CrownType">

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>

    <rdfs:range>

        <owl:DataRange>

            <owl:oneOf rdf:parseType="Resource">

                <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                >Ceramometal</rdf:first>

                <rdf:rest rdf:parseType="Resource">

                    <rdf:first
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

                    >All ceramic</rdf:first>

                    <rdf:rest rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-
rdf-syntax-ns#nil"/>

                </rdf:rest>

            </owl:oneOf>

        </owl:DataRange>

    </rdfs:range>

    <rdfs:domain rdf:resource="#Crown"/>

    <rdfs:label xml:lang="tr">Kron türü</rdfs:label>

</owl:FunctionalProperty>

</rdf:RDF>

```

Ek 6 Tanımlanan Kurallar

```
//Apical Infection -> RootCanalTreatment, Apical Resection,  
//Extraction
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag) ^ sams:ApicalInfection(?diag) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RootCanalTreatment_in) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:RootCanalTreatment_in,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:ApicalResection_in) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:ApicalResection_in,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Extraction_in) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in,?tooth)
```

```
//Devital tooth -> RootCanalTreatment, Extraction
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag) ^ sams:DevitalTooth(?diag) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RootCanalTreatment_in2) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:RootCanalTreatment_in2,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Extraction_in2) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in2,?tooth)
```

```
//ToothDecay -> Filling, Crown, RootCanalTreatment, Apical  
//Resection, Extraction
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag) ^ sams:ToothDecay(?diag) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RootCanalTreatment_in3) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:RootCanalTreatment_in3,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:ApicalResection_in3) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:ApicalResection_in3,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Extraction_in3) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in3,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Filling_in3) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Filling_in3,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in3) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in3,?tooth)
```

```
//ToothDecay, HasPulpitis:No -> Filling, Crown
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag) ^ sams:ToothDecay(?diag) ^ sams:HasPulpitis(?diag, "No") ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Filling_in4) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Filling_in4,?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in4) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in4,?tooth)
```

```
//ToothDecay, HasPulpitis:Yes -> RootCanalTreatment, Apical  
//Resection, Extraction
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag) ^ sams:ToothDecay(?diag) ^ sams:HasPulpitis(?diag, "Yes") ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RootCanalTreatment_in5) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:RootCanalTreatment_in5, ?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:ApicalResection_in5) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:ApicalResection_in5, ?tooth) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Extraction_in5) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in5, ?tooth)
```

```
//Missing tooth, ExcessiveBoneResorption yoksa -> Implant (Kemik  
//uygunsa)
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^  
sams:HasExamination(?patient, ?exam2) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag) ^ sams:HasDiagnosis(?exam2, ?diag2) ^  
sams:NoExcessiveBoneResorption(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag)  
^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag, ?tooth) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Implant_in6) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Implant_in6, ?tooth)
```

```
//Missing tooth, anterior ve posterior komşusu varsa ve komşular  
//sallanmayacak ve devrik olmayacak -> Bridge, ant ve post dişler  
//kron
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^  
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1, ?tooth1) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2, ?tooth2) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3, ?tooth3) ^ sams:HealthyTooth(?diag1)  
^ sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:HealthyTooth(?diag3) ^  
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1, ?tooth2) ^  
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2, ?tooth3) ->  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Bridge_in7) ^  
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in7) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in7, ?tooth1) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in7, ?tooth3) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in7, ?tooth1) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in7, ?tooth2) ^  
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in7, ?tooth3)
```

```
//2 Missing tooth, anterior ve posterior komşusu varsa ve  
//komşular sallanmayacak ve devrik olmayacak-> Bridge, ant ve post  
//dişler kron
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^  
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,  
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1, ?tooth1) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2, ?tooth2) ^  
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3, ?tooth3) ^
```

```

sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:HealthyTooth(?diag1)
^ sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HealthyTooth(?diag4) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Bridge_in8) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in8) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in8,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in8,?tooth4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth3) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in8,?tooth4)

```

//2 Missing tooth, anterior ve posterior komşusu varsa ve komşular
//sallanmayacak ve devrik olmayacak, ve çiğneme etkinliği yüksek
//olmalıysa-> Bridge, ant ve post dişler kron

```

sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:HealthyTooth(?diag1)
^ sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HealthyTooth(?diag4) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ^
sams:HasPatientModel(?exam, ?pm) ^ sams:HasExpectations(?pm, ?exp)
^ sams:ChewingEfficiency(?exp, "High") ->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Bridge_in9) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in9) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in9,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in9,?tooth4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth3) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth4) ^
sams:TreatmentDescription(sams:Bridge_in9, "Yuksek cigneme
etkinligi")

```

//2 Missing tooth, anterior ve posterior komşusu varsa ve komşular
//sallanmayacak ve devrik olmayacak, ve çiğneme etkinliği normal
//olmalıysa-> Bridge, ant ve post dişler kron

```

sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:HealthyTooth(?diag1)
^ sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HealthyTooth(?diag4) ^

```

```

sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ^
sams:HasPatientModel(?exam, ?pm) ^ sams:HasExpectations(?pm, ?exp)
^ sams:ChewingEfficiency(?exp, "Normal") ->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Bridge_in9) ^
sams:TreatmentDescription(sams:Bridge_in9, "Orta duzey cigneme
etkinligi") ^ sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:Crown_in9) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in9,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Crown_in9,?tooth4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth3) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Bridge_in9,?tooth4) ^
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:TreatmentDescription(sams:RemovablePartialDenture_in9, "Orta
duzey cigneme etkinligi") ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth3) ^
sams:HasRPDMouthPreparation(sams:RemovablePartialDenture_in9,sams:
RPDMouthPreparation_in9)

```

//////////3 Missing tooth -> HBP

```

sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^ sams:MissingTooth(?diag1)
^ sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ->
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth1) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth2) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:RemovablePartialDenture_in9,?tooth3) ^
sams:HasRPDMouthPreparation(sams:RemovablePartialDenture_in9,sams:
RPDMouthPreparation_in9)

```

//////////HBP Ağız hazırlıkları ile ilgili kurallar

//Extrudedtooth veya destroyedtooth veya unesthetic veya tilted
//veya mobility veya apical infection -> extraction

```

sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:ExtrudedTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extract
ion_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)

```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:DestroyedTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extract
ion_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:UnestheticTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extract
ion_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:TiltedTooth(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extract
ion_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:Mobility(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extract
ion_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:ApicalInfection(?diag) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag,?tooth) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Extract
ion_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Extraction_in9,?tooth)
```

```
//*****
```

```
//Bony Spines veya knifeEdgeRidges veya PalatinalAndLingualTorus
//veya BonyUndercuts veya MaxillaryTuberosity-> Alveoloplasty
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:BonySpines(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Alveolo
plasty_in9)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:KnifeEdgeRidges(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Alveolo
plasty_in9)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:PalatinalAndLingualTorus(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Alveolo
plasty_in9)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:BonyUndercuts(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Alveolo
plasty_in9)
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:MaxillaryTuberosity(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Alveolo
plasty_in9)
```

```
//*****
```

```
//zayıf destekse veya mobility -> Splinting with crowns
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:Mobility(?diag1) ^
sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:MissingTooth(?diag4) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth0,?tooth1) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Splinti
ng_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Splinting_in9,?tooth0) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Splinting_in9,?tooth1)
```

```
//-----
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:Mobility(?diag4) ^
sams:MissingTooth(?diag1) ^ sams:MissingTooth(?diag2) ^
sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ^
```

```
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth4,?tooth5) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:Splinting_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:Splinting_in9,?tooth4) ^
sams:HasTreatedTooth(sams:Splinting_in9,?tooth5)
```

```
//*****
```

```
//Tilted -> surveyed crown
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:TiltedTooth(?diag1)
^ sams:MissingTooth(?diag2) ^ sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:MissingTooth(?diag4) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:SurveyedCrown_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:SurveyedCrown_in9,?tooth1)
```

```
//-----
```

```
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag1) ^ sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag2) ^
sams:HasDiagnosis(?exam, ?diag3) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag4) ^ sams:HasDiagnosedTooth(?diag1,?tooth1) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag2,?tooth2) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag3,?tooth3) ^
sams:HasDiagnosedTooth(?diag4,?tooth4) ^ sams:TiltedTooth(?diag4)
^ sams:MissingTooth(?diag1) ^ sams:MissingTooth(?diag2) ^
sams:MissingTooth(?diag3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth1,?tooth2) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth2,?tooth3) ^
sams:HasSequentialNeighbor(?tooth3,?tooth4) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:SurveyedCrown_in9) ^ sams:HasTreatedTooth(sams:SurveyedCrown_in9,?tooth4)
```

```
//PapillaryHyperplasia -> Cerrahi müdahale
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:PapillaryHyperplasia(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:SurgicalExcision_in9)
```

```
//İrritasyon fibromu -> Cerrahi müdahale
```

```
sams:HasTreatmentOption(?exam, sams:RemovablePartialDenture_in9) ^
sams:HasExamination(?patient, ?exam) ^ sams:HasDiagnosis(?exam,
?diag) ^ sams:IrritationFibroma(?diag) ->
sams:HasMouthPreparation(sams:RPDMouthPreparation_in9,sams:SurgicalExcision_in9)
```