

POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: http://www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/index

Pediatrik hastalarda ontoloji tabanlı mobil ateş takip ve konsültasyon sisteminin geliştirilmesi

Developing ontology-based mobile fever monitoring and consultation system for pediatric patients

Yazar(lar) (Author(s)): *Duygu ÇELİK ERTUĞRUL, Pelin HÜRCAN ALPAY*

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Çelik Ertuğrul D. ve Hürcan Alpay P., "Pediatrik hastalarda ontoloji tabanlı mobil ateş takip ve konsültasyon sisteminin geliştirilmesi", ***Politeknik Dergisi***, 20(3): 543-556, (2017).

To cite this article: Çelik Ertuğrul D. and Hürcan Alpay P., "Developing ontology-based mobile fever monitoring and consultation system for pediatric patients", ***Journal of Polytechnic***, 20(3): 543-556, (2017).

Erişim linki (To link to this article): http://www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/issue/archive

DOI: 10.2339/politeknik.339362

Pediatrik Hastalarda Ontoloji Tabanlı Mobil Ateş Takip ve Konsültasyon Sisteminin Geliştirilmesi

Duygu ÇELİK ERTUĞRUL[1*], Pelin HÜRCAN ALPAY[2]

[1]Doğu Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Gazimağusa, KKTC
[2]İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

(Geliş/Received : 05.06.2016 ; Kabul/Accepted : 02.11.2016)

ÖZ

Akut Solunum Yolu Enfeksiyonu (ASYE) çocukluk çağında sıkça görülen bir hastalık grubudur. Bu makalede, Ontoloji Tabanlı Pediatrik Hastalarda Mobil Ateş Takip ve Destek Sistemi (mPCMS) önerilmiştir. Sistemin ilk amacı uzaktan konsültasyona olanak sağlamaktır. Diğer deyişle, mobile uyarlanmış bazı medikal aparatlar yardımıyla, çocuk hastalardan ev ortamında bazı anlık medikal veriler toplayarak, kayıtlı doktoruyla paylaşmaktır. İkinci amaç ise, evde çocuk hasta bakım süreçlerinde ebeveynlere yardımcı olmaktır. Sistem, hastanın anlık medikal verilerine göre, ev ortamında uygulanmak üzere tedavi destek amaçlı bazı tıbbi adımlar önermektir. Bunu yapmak için, sistem, yapay zekâ tabanlı medikal çıkarsama kuralları çalıştıran ontoloji anlam bilgi tabanı içermektedir. Sistemin kural tabanında uzman doktorlarla hazırlanan çocuk hastalıklarının seyrini işaret eden yaklaşık 61 farklı Case (Durum) tanımlanmıştır. Her durum altında farklı sayıda Tedavi Destek Önermeleri (Suggestions) tanımlanmış olup, ebeveynler için en uygun tıbbi adımların önerilmesi, özellikle çocuk hasta vücut sıcaklığının ev ortamında kontrol altında tutulması hedeflenmiştir. Önerilen mPCMS sistemi, ev, yurt, kreş, hastane, klinik ya da okul ortamındaki çocuklarda ateşli hastalıkların gözlemlenmesi ve bakımı süreçlerinde ilgili kişilere destek sağlamak amacıyla da kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Pediatrik hastalıklar ontolojisi, semantik web, Web 3.0, mobil konsültasyon ve hasta takip sistemleri, mobil ortamdan acil durum medikal destek önerme sistemi.

Developing Ontology-Based Mobile Fever Monitoring and Consultation System for Pediatric Patients

ABSTRACT

Acute Respiratory Infection (ARI) are the most common disease group in childhood. In this article, Ontology based Mobile Pediatric Consultation and Monitoring System (mPCMS) is suggested. The first objective of the system is to allow remote consultation. In other words, system provides to gather instant medical data from child patients by using certain add-on mobile medical apparatuses and then share them with its registered doctor at home. The second aim is to help parents in the healthcare steps at home. System suggests certain appropriate medical steps according to the instant medical conditions of the child patient to be applied at home. To do this, the system has its own ontology knowledge base that includes artificial intelligence based medical inferencing rules. The rule base of system's inferencing mechanism are prepared by pediatricians the course of pediatrics that are indicated about 61 different Durum (Case). Each case are determined with various Medical Suggestions to advise appropriate medical steps for keeping the fever under control at the moment by parents at home. Finally, such a mobile pediatric consultation and monitoring system can be extensively used in dormitory, nursery, and hospital or school environment.

Keywords: Pediatric disease ontology, semantic web, Web 3.0, mobile consultation and patient monitoring systems, mobile medical support suggestion system for immediate response.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mobile Health (mHealth) alanında teknolojik çözümlerin kullanılmasıyla birlikte sağlık alanında hastaların refah seviyeleri artmış ve sağlık hizmetlerindeki süreçler kolaylaşmıştır. Özellikle, verilerin anlamlandırılması ve makine öğrenmesi gibi yaklaşımlarla, sağlık risk grubundaki bireylerin veya hastaların şikâyetlerine yönelik medikal verilerin toparlanması ve makineler tarafından değerlendirilmesi hakkında çeşitli çalışmalar yürütülmektedir [1-2]. Günümüzde, yetişkinlere göre bağışıklık sistemi daha az gelişmiş olan çocuk grubundaki hastaların, anlık olarak medikal verilerinin toplanması ve uzaktan hasta takip süreçlerini mobil sistemler yoluyla yürütülmesi önemli bir teknolojik katkıdır. Dolaysıyla, ebeveynler çocuklarının hastalık dönemlerinde yapmaları gereken yardımcı medikal adımları en doğru şekilde yapabilmek ve daha bilinçli bir şekilde bu dönemi atlatabilmeyi arzulamaktadırlar. Çocukluk döneminde görülen soğuk algınlığı, grip, bademcik iltihabı, orta kulak enfeksiyonu, otit vb. alt ve üst solunum yolu enfeksiyonları günümüzde sıkça görülen pediatrik hastalıklardır. İstatistiklere bakıldığın-da, Türkiye İstatistik Kurumu'nun, 2014 yılı Türkiye Sağlık

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta: duygucelik@msn.com
Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/politeknik.339362

Araştırması verilerine[1] göre, özellikle 0-6 yaş grubundaki çocuklarda en çok görülen hastalık türleri incelendiğinde; %41,9 ile üst solunum yolu enfeksiyonu ilk sırada yer almıştır. Bunu sırasıyla; %33,2 ile ishal, %10,8 ile kansızlık, %10,1 ile alt solunum yolu enfeksiyonu ve %9,3 ile ağız ve diş sağlığı sorunları izlemiştir. Çocukların bu hastalık dönemlerinde, vital değerlerinin anlık olarak takibini yapmak, kontrol altında tutmak ve ayrıca hastanın doktoru ile uzaktan konsültasyon yürütmek için bu verileri anlık olarak paylaşmak önemli bir katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla, çocukların ateşli hastalık döneminde, tüm ailenin mevcut yaşam kalitesinin daha üst seviyelere çıkarılması, ayrıca ebeveynlerin bu dönemde yaşamış oldukları endişe ve anksiyetenin azaltılması elzem bir ihtiyaçtır. Bu nedenle, çocukların ateşli hastalık döneminde, hem ebeveynlerin hem de kayıtlı doktorunun kullanabileceği, güçlü bilgi yönetim teknolojileri ile desteklenmiş, akıllı medikal sistemlere ihtiyaç artmıştır. Bu tür akıllı medikal sistemler, bilgi tabanına dayalı olan diğer e-sağlık hizmetlerine veya araçlarına entegre olabilecek yapıda olmalı ve böylece; aralarında bilgi paylaşımını sağlayabilecek nitelikte tasarlanmalıdır.

Anlamsal Web (Semantic Web —SW) [3] diğer adıyla Web 3.0 teknolojisi, mevcut Web yapısının bir uzantısı olarak ortaya atılmış ve bilginin düzgün tanımlanmış bir anlama sahip olduğu ve insanlar ile bilgisayarların beraber çalışabildikleri yeni bir Web teknolojisidir. Diğer deyişle, Web içeriklerinin sadece doğal dillerde değil, aynı zamanda ilgili yazılımlar tarafından anlaşılabilir, yorumlanabilir ve kullanılabilir bir biçimde ifade edilebileceği, böylece bu yazılımların veriyi anlamsal tabanda aramasını, paylaşmasını ve bilgiyi birleştirmesini sağlayabilen bir Web teknolojisidir.

Semantik Web teknolojisinin en büyük katkısı; Web Ontology Language (OWL) [4] dili kullanılarak belirli bir problem uzayındaki kavramları, terimleri ve ilgili bağlantıları; Ontoloji (Ontology) [5] bilgi tabanı biçimde ifade edilmesine olanak sağlamasıdır. Böylece ontolojiler sayesinde, dağıtık bilgi sistemlerindeki heterojen bilginin uyumunu sağlamak mümkün olabilecektir.

İlaveten, Semantik Web teknolojisi günümüzde birçok farklı alanlara ve sistemlere uyarlanacağı gibi kişisel sağlık sistemlerine ve e-sağlık araçlarına entegre edilebilir bir teknolojidir. OWL kullanılarak, geliştirilen medikal tabanlı ontolojiler sayesinde, heterojen yapıdaki kişisel sağlık Web süreçleri, mHealth destekli hizmet ve araçlar arasında bilgi aktarımının sağlanması mümkündür. Örneğin, bir medikal ontoloji bilgi tabanında; çocuk hastalarda sıklıkla tekrarlayan üst ve alt solunum yolu enfeksiyonları, hastaların görüntü özellikleri, gözlemlenen semptomlar/bulgular gibi anlamlandırılmış (semantik) bilgiler (kavramlar, özellikler, ilişkiler, kısıtlamalar vb. veriler) ilişkilendirile bilinir. Dolayısıyla, bu tür anlam bilgi tabanları makineler tarafından okunabilir, anlaşılabilir ve gelecek semptomların veya sonraki medikal sürecin çıkarsaması mümkün olabilir. Böylece, benzer yapıda yapay zekâ teknolojilerin kullanılmasıyla, hastaların veya ebeveynlerin mobil cihazlar üzerinden ihtiyaç duydukları anlık sağlık hizmetlerine veya medikal verilerine kolayca erişim sağlanabilir ve bu verilerin akıllı hizmetler ile yorumlanmasıyla, sağlık alanında önemli katkılar sağlanabilir [6], [7]. İlaveten, yapay zekâ mobil sağlık uygulamaları, doktor ve hasta arasında uzaktan konsültasyon için olanak sağlayabilmektedir [8].

Günümüz mHealth sistemleri, gelecek doktor randevusunu belirlerken, mevcut sağlık verilerine erişirken (tıbbi kararlar, laboratuvar sonuçları, sağlık dokümanlarına vb. bilgilere) kullanıcılara büyük kolaylık sağlanabilmektedir. Özellikle, yapay zekâ tabanlı mHealth sistemlerin geliştirilmesi ve kullanılması ile birlikte, bu avantajların daha da artması ve sağlık süreçlerinde yaşanan sıkıntıların zamanla azaltılması beklenmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalardan biri, TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) tarafından 2014 yılında desteklenen yapay zeka tabanlı mobil hasta-doktor konsültasyon sistemi olan; Ontoloji Tabanlı Pediatrik Hastalarda Mobil Ateş Takip ve Destek Sistemi (mPCMS) isimli araştırma projesidir. Ebeveynler, sistemin mobil uygulamasını mobil cihazlarına indirerek, sistemin mevcut Web ortamındaki pediatrik sağlık hizmetlerini çocukları için kullanabilecektir. Bu makalede, mPCMS' nin genel çalışma prensibi, geliştirilen sistemin mobil uygulaması, çocuk hastadan ebeveyni tarafından anlık olarak toplanan medikal verilerin yeni açılmış bir mobil muayene kartına işlenmesi anlatılmıştır.

Sistemin iki temel fonksiyonu vardır. Birinci temel fonksiyonu, uzaktan konsültasyonu desteklemek için, ebeveyn tarafından anlık toplanan medikal verilerin işlendiği mobil muayene kartının kayıtlı doktoru ile ev ortamından paylaşılmasıdır. İkinci temel fonksiyonu, hastanın anlık toplanan bu medikal verilerine göre, ebeveynin isteğine bağlı olarak, ev ortamında uygulanmak üzere bazı tedavi destek amaçlı tıbbi adımların sistem tarafından otomatik önerilmesidir. Mobil cihazlara uyarlanmış bazı medikal aparatlar yardımıyla sırayla toplanan ve veri tabanına anlık aktarılan medikal veriler; boğaz ve bademcik görüntüsü, kulak içi yüzey (kulak iltihap akıntı) görüntüsü, çocuğun yüzünün genel görüntüsü veya video çekimi, anlık ateş verisi ve akciğer solunum sesleri vb. medikal verilerdir.

Proje konusu oldukça geniş kapsamlı olduğundan, bu makalede, sadece ebeveynler tarafından çocuk hastadan anlık toplanan medikal verilerin, sistemin yapay zekâ ontoloji bilgi tabanındaki medikal kurallar yoluyla işlenmesi ve önermelerin otomatik çıkarsaması anlatılmıştır. Makalenin gelecek bölümlerinde, bu önerme işlemini sağlayan ontoloji tabanlı çıkarsama mekanizması, kullanılan teknolojiler, çıkarsama sonuçlarının çekilmesi için kullanılan metotlar, örnek

[1] TUİK, http://www.tuik.gov.tr/HbGetir.do?id=18854&tb_id=1

çalışmalar ve elde edilen çıktılar hakkında bilgi verilmektedir. Makalenin geri kalanında; Bölüm 2'de problem tanımı ve ilgili uluslararası mobil sağlık projeleri anlatılırken; Bölüm 3'de sistemin geliştirilmesinde kullanılan materyal ve metotlar bölümü anlatılmaktadır. Bu bölümde, Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi ve içinde tanımlanan medikal kurallara bağlı çıkarım mekanizması detaylandırılmıştır. Bölüm 4'de sistemin mobil uygulaması üzerinden yürütülen bazı örnek vaka çalışmaları sunulmaktadır. Bölüm 5'de sonuçlara yer verilmektedir.

2. İLGİLİ MOBİL SAĞLIK SİSTEMLERİ (RELATED MOBILE HEALTH SYSTEMS)

Bu bölümde, mPCMS yapısına benzer mevcut uluslararası projelere, aralarındaki benzerliklere ve farklılıklara yer verilmiştir. Öncelikle, mPCMS, bir sağlık hizmeti olarak düşünülmüş ve kit halinde planlanmıştır. Kit içerisinde: medikal aparatlar, kullanım kılavuzu, mobil sisteme giriş bilgileri vb. parçalardan oluşmaktadır. Ebeveynler, mPCMS'nin mobil uygulamasını indirerek ev ortamında hasta çocuğu için bir defalığına yeni çocuk kaydı açabilmekte ve o kayıtlı çocuğu için her seferinde yeni bir muayene kartı açabilmektedirler. Bu muayene kartı üzerinden; boğaz yolu/bademcik görüntüleri, kulak iç kısımlarının yüzeysel bölüm görüntüleri (iltihap veya akıntı gözlemlemek için), o an çocuğun yüzünün genel görüntüsü veya video görüntüleri, hasta sırtından altı farklı noktadan akciğer ses kayıtları, en son vücut sıcaklık verileri, anlık gözlemlenen semptomlar vb. veriler mobil cihazlara takılabilen bazı medikal aparatlar yoluyla sırasıyla toplanıp mobil muayene kartına yüklenmektedirler. Mobile uyarlanmış bu medikal aparatlar; bir infrared dijital termometre, bir pediatrik otoskop başlık ve yine akıllı telefonlar ile uyumlu bir dijital stetoskoptur. Sistem, kayıtlı doktoruyla çevirimçi/çevirim dışı konsültasyon sağlamak amacıyla, ev ortamında ebeveyn tarafından açılan ve güncel medikal verileri içeren mobil muayene kartını, Wi-Fi yoluyla veri tabanından paylaşılabilmektedir. Ayrıca, eğer ebeveyn isterse, bu verileri kullanarak, sistemin kural tabanı üzerinde analiz edebilir ve bazı tıbbi önermeler alabilir. Bu önermeler, ebeveynlere ev ortamında o anda uygulamaları gereken medikal adımlar hakkında yol gösterir ve bu hastalık döneminde acil durumları belirlemek için gereklidir. Aynı zamanda, ilgili doktora en kısa vakitte ulaşma ve acil hizmetlerine/hastaneye otomatik alarm verme, yakın hastaneleri/eczaneleri belirleme, yüksek ateş seyrinde soğuk uygulama/soğuk duş uygulaması vb. bilgilerin detaylarına kolay ulaşılmasına yol göstericidir.

Sistem, akıllı cihazlara takılabilen medikal aparatlar ya da donanımlar (mobil otoskop, dijital stetoskop ve kızıl ötesi ateş ölçer) ile anlamsal arama, anlamsal çıkarım teknikleri ile tasarlanmış ontoloji tabanlı bir mobil yazılımdır. Sistem, mobil uygulaması üzerinden ebeveynlere; doktorunuzdan bir randevu alınız, acil uzmana başvurunuz, anlık uzaktan bağlantı için doktorunuza bağlanın, yüksek ateş durumunda ebeveynleri yönlendirme örneğin; soğuk uygulama metotları vb. önermeler sunmaktadır. Ayrıca, sistemden rapor almak, acil durumu gösteren belirtilerde alarm merkezine çağrı yapmak, hastanın iyileşme oranını izleme vb. fonksiyonlara da sahiptir.

mPCMS yapısına benzer uluslararası birkaç proje mevcuttur [9-21]. Bunlardan ilki, CellScope (diğer adıyla Remotoscope) projesidir [9], çocuklarda bulunan kulak enfeksiyonlarını uzaktan teşhis etmek için hekimlerin kullandığı aparat niteliğinde akıllı telefonlara takılabilen özel bir otoskop projesidir. Ebeveynlerin, akıllı telefonlarının mevcut kamera lensinin önüne kolayca takılabilen ve bir aparat olarak düşünülen, kulak içi görüntüsü göndererek uzaktan doktorların teşhis yapmalarını kolaylaştıran bir mobil sağlık projesidir.

Çizelge 1. mPCMS sisteminin diğer CellScope, ThermoDock ve StethoMic projeleri ile kıyaslanması (mPCMS system in comparison to CellScope, ThermoDock and StethoMic projects).

Mevcut Fonksiyonlar	**mPCMS**	**CellScope [9]**	**StethoMic[10]**	**ThermoDock[21]**
Muayene kartı yaratma	+	-	-	-
Mobil kamera ile boğaz/bademcik görüntüsü	+	-	-	-
Mobil otoskop ile kulak içi yüzey görüntüsü	+	+	-	-
Mobil kamera çocuğun yüzünün genel görüntüsü veya videosunun aktarımı	+	-	-	-
Mobil infrared aparat ile ateş ölçülmesi	+	-	-	+
Mobil dijital stetoskop aparat ile akciğer solunum sesi kayıt alınması	+	-	+	-
Kayıtlı doktoru ile anlık konsültasyon	+	-	-	-
Kayıtlı doktordan genel değerlendirme isteme	+	+	+	-
Kayıtlı doktor ile anlık mesajlaşma ortamı	+	-	-	-
Gözlemlenen semptomlar, son verilen ilaçlar ve zamanı, son ölçülen ateş, son medikal soğuk uygulama ve zamanı vb. verilerinin anlam kural tabanında çıkarsanması ve medikal önermeler verilmesi	+	-	-	-

Diğer ise StethoMic [10] dijital stetoskop projesidir. Stetho Cloud ekibi tarafından geliştirilmiştir. StethoMic mobil cihazlara kolayca takılabilen düşük bütçeli bir dijital stetoskoptur. Akıllı telefonların JAK girişinden ayrı bir aparat olarak kolayca takılabilmektedir. StethoMic'in mobil uygulaması Windows Phone, Android ve J2ME uyumlu telefonlarda çalışabilmektedir. Ayrıca IOS sürümü halen geliştirilme aşamasındadır. İlaveten Stetho Cloud, diğer dijital stetoskoplarda var olmayan yapay zekâ tarafı içerdiği 'Cloud Computing' özelliği ile akıllı olma gücünü taşımayı amaçlamaktadır. Mobile uyarlı veya Wi-Fi özellikli, StethoMic ile benzer bir yapı içeren, ayrıca hesaplama gücü kuvvetli olan yapay zekâ tabanlı çeşitli

dijital stetoskop projeleri halen yürütülmektedir [11]-[20]. Son benzer çalışma ise, ThermoDock mobil termometre projesidir [21]. ThermoDock, mobil cihazların soket girişine takılarak, mobil uygulaması üzerinden, kızıl ötesi çalışan bir sensor[2] yardımıyla, çocuğun alın bölgesinden 3 cm mesafeden tutularak okunan ateş verisini, mobil cihaza dijital olarak taşınmasını sağlanır. Taşınan ateş verileri mobil uygulama üzerinde grafiksel, belli tarih aralıklarında sunularak, üçüncü kişileri ile paylaşımını sağlamaktadır. Fakat ThermoDock, ateş verilerinin analizini yapmamaktadır.

Çizelge 1'de mPCMS sisteminin, diğer CellScope, ThermoDock ve StethoMic projelerinden fonksiyonel farklılıkları sunulmuştur. Sistem, sadece mobil ortamdan kulak görüntüsü alarak veya sadece akciğerler seslerini paylaşarak veya sadece çocuklarda anlık ateş ölçümü toplayarak veri tabanına kayıt yapmakla kalmamaktadır.

Sonuç olarak, mPCMS, bir sağlık hizmeti olarak tasarlanmış, hastane/kliniklerden uzak bölgelerde yaşayan ebeveynlerin, çocuklarının hastalık döneminde yaşadıkları yüksek ateş bulgusunu kontrol altında tutmak için, bilhassa hastaneye yetişene kadar o an alınması gereken medikal adımlar çıkarsama yoluyla önerilebilmektedir. Kimi zaman bu medikal adım önermeleri ileride çocuklarda muhtemel bazı kalıcı rahatsızlıkların oluşmasının önüne geçebilir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METOD)

Bu bölümde sistemin geliştirilmesinde kullanılan metot ve yazılım araçlarından bahsedilmiştir.

3.1. Sistem Ontoloji Bilgi Tabanı (Ontology Knowledgebase of the System)

Sistemin ontolojisi, solunum yolu enfeksiyon türlerine neden olan çeşitli hastalıkların; kavramları, özellik tanımları, kavramlar arası ilişkiler, ilgili veriler vb. gibi tanımların OWL dilinde kodlanmasıyla oluşturulmuştur. Kişilerin profil bilgileri, hastalık tanımları, medikal tedavi tanımları ve hastalıkta gözlemlenen semptomlar vb. tanımlar ontolojiye birer kavram halinde girer ve bu kavramlar arası ilişkiler bağları tanımlamaktadır. Sistemin ontolojisi, Protégé editör[3] [22] kullanılarak W3C standardı olan OWL yapısında geliştirilmiştir.

Sistem ontolojisinin geliştirilmesinin amacı, çocukta gözlemlenen vücut sıcaklığının seyri, hastalık türü, önceden verilen ilaç tedavisi, ilaç etkileşim zamanı ve gözlemlenen semptomlar vb. bilgilere göre Semantik Web Kural Tabanı sayesinde ebeveynlere Tedavi Destek Amaçlı Medikal Önermeler sunabilmektedir. Ontoloji oluşturulurken, OWL dilinin, owl:class, rdfs:subClassOf, owl:DatatypeProperty, owl:ObjectProperty, owl: Individual vb. anlamsal etiketleri kullanılmıştır.

Şu anda, sadece alt ve üst solunum yoluna bağlı enfeksiyon ve ateşli hastalıklar ile sınırlıdır, ve zaman içerisinde ontoloji mühendisleri tarafından Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi daha çok geliştirebilir.

Çizelge 2. Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi Bilgi Tabanından Kesit (A portion of Pediatric Diseases Ontology Knowledgebase).

Kavram/Sınıflar	**Öneri Adı**	**Öneri ID**
Thing→Öneri→ Öneri Adı	Oda sıcaklığını ayarlayınız	SG 6
Thing→ Öneri → Öneri ID	Çocuğun elbiselerini çıkarınız ve çıplak tutunuz.	SG 7
	Ilık su pansuman uygulayınız	SG 8
	Doktor verdiği ateş düşürücü ilacı veriniz	SG 9
	Ilık duş uygulayınız	SG 10
	24 saat ateş takibi yapınız	SG 11
	Yarım saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 12
	Bir saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 13
	Bir buçuk saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 14
	İki saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 15
	Üç saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 16
	Dört saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 17
	Altı saat sonra tekrar ateş ölçünüz	SG 18
	Çocuğu hastaneye götürünüz	SG 19
	Sistem alarm tanımlar ve acil çağrı yapmaktadır	SG 20
	Çocuğunuzun ateşi normaldir	SG 21
	Ateş etkisi geçtiğinde tekrar ölçün	SG 22
	Ateş düşmeye başlamıştır	SG 41
	Herhangi bir öneri tanımlanamadı	SG 61
	Öneriler tamamlandı	SG 99

[2] MLX90615: Infrared Thermometer Sensor, http://www.melexis.com/Infrared-Thermometer-Sensors/Infrared-Thermometer-Sensors/MLX90615-685.aspx

[3] Protégé Editor, Stanford University. http://protege.stanford. edu/

	Bulgu Adı	**Bulgu Türü**	**Bulgu ID**
Thing→Bulgu→ Bulgu Adı	Baş ağrısı	Local	SY21
Thing→ Bulgu → Bulgu ID	Burun akıntısı	Local	SY22
Thing→ Bulgu → Bulgu Türü	Burun tıkanıklığı	Local	SY23
	Öksürük	Local	SY24
	Hapşırma	Local	SY25
	Ses kısıklığı	Local	SY26
	Boğaz ağrısı	Local	SY27
	Göz Kızarıklık, Sulu göz ve Göz	Local	SY28
	deşarjı	Local	SY29
	Anoreksi	Minor	SY30
	Halsizlik	Minor	SY31
	Kas ağrısı	Minor	SY32
	Eklemlerde ağrı	Major	SY33
	Eklemlerde şişlik	Major	SY34
	Şiddetli kusma	Minor	SY35
	Normal kusma	Major	SY36
	İsilik	Major	SY37
	Sarılık		

	Case (Durumlar)	**Has Case Suggestion ID (Durum Önerme ID)**
Thing→ Case (Durum)	Case 1	SG13, SG21
	Case 2	SG06, SG07, SG12
	Case 3	SG06, SG07, SG08, SG12
	Case 4	SG06, SG07, SG08, SG09, SG13
	Case 5	SG07, SG20
	Case 6	SG07, SG09, SG20
	Case 7	SG13, SG21
	.	.
	.	.
	.	.
	Case 61	SG09, SG20

Kısacası, diğer hastalıklara ait uygulanan tedaviler, tedavi sonuçları, gözlemlenen bulgular, ilaç etkileşimleri vb. ilgili veya bağıntılı tanımlamalar ontolojiye ilave edilerek genişletilebilir.

Çizelge 2' de, Pediatrik Hastalıklar Ontolojisinin OWL 2.0 formundaki güncel halinden bir kesit sunulmuştur. Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi'nin yapısında 10 temel sınıf, 10 alt sınıf, 13 nesne türünde özellik ve 9 alt nesne türünde özellik, 6 veri türü özelliği, yaklaşık 160 veri öğesi (individual) ve 61 SWRL tabanlı medikal kural seti içermektedir. Sistem Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi, Bioportal'da açık kaynak olarak yayınlanmış olan ve evrensel bir araştırma projesi olan PEDTERM v2.0[4] adlı çocuk hastalıkları ontolojisinden esinlenerek üretilmiştir. PEDTERM ontolojisi, 21 yaşından küçük çocukların sağlığı ve gelişimi ile ilgili bilgileri ve ilgili kavramları içeren ve ayrıca Çocuk Sağlığı ve İnsan Gelişimi Ulusal Enstitüsü tarafından katkıda bulunarak geliştirilen bir ontolojidir.

Sistemin ontolojisi 'Thing' sınıfı ile başlamış ve 'Child', 'Symptom', , 'Case', 'Suggestion', 'User', vb. gibi çeşitli alt sınıflara ayrılmıştır. Bu sınıflarda kendi aralarında alt sınıflarlar, çeşitli özellik tanımları ve birçok veri öğeleri içermektedirler. Çocuk profil özellikleri, ateş, lokasyon, öneri ve gözlemlenen bulgular vb. kavramlar arasında; 'Suggestion Name', 'Symptom Name', 'Disease Name', 'Child ID', 'Measure Step', 'Fever', veya 'Location' vb. çeşitli anlamsal bağıntılar bulunmaktadır (Çizelge 2).

Ontoloji içindeki 'Symptom Name' kavramı çeşitli veri öğelerini (individuals) içermektedir. Örneğin; 'Sore Throat Ache', 'Fever', 'Sneezing Besides Coughing', 'Discharge', ve 'Headache' vb. Ayrıca, 'has age value', 'has temperature', 'has drug time', 'has last suggestion id', 'has measure step' vb. gibi özellikler kavramlar arası ilişkileri kurmak ve veri öğelerini yorumlamak için yaratılmıştır.

Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi'nin güncel sürümünde, çocuklarda virüsler veya bakterilerin neden olduğu alt ve üst solunum yolu hastalıklarında yaygın olarak görülen 17 farklı Bulgu (Sympotms) ele alınmıştır. Bu 17 farklı bulgu; Major, Lokal ve Minör olarak üçe gruba ayrılmıştır. Yaygın olarak bilinen bu bulgular: 9 lokal, 4 minör ve 4 majör olarak tasarlanmıştır. Bu bulgu tanımlarının sayısı, ontoloji içinde önceden tanımlanmış 'has minor symptom count', 'has local symptom count', ve 'has major symptom count' OWL obje türü özelliği ile ilişkilendirilmektedir. Çıkarsama fonksiyonu tetiklendi-ğinde, çocukta o anda gözlemlenen kulak akıntısı, yüksek ateş, hapşırık, öksürük, burun akıntısı, boğaz ağrısı, göz akıntısı vb. gibi medikal bulguların

[4] PEDTERM, http://bioportal.bioontology.org/ontologies/PEDTERM

toplam sayısı önemlidir. Kısacası; sistem, anlık minör, lokal ve majör bulguların sayılarının toplamını dikkate alarak kural tabanını çalıştırır ve önermelerini oluşturur.

Sistem ontolojisi içinde geliştirilen medikal kurallar (Semantik Web Kural Tabanı), W3C standardı olan Semantik Web Kural Dili (Semantic Web Rule Language — SWRL) [23] ile Protégé editörünün SWRL tabı altında geliştirilmiştir.

3.2.SWRL Dili ile Medikal Kural Tabanının Oluşturulması (Generating Medical Rule Base by SWRL)

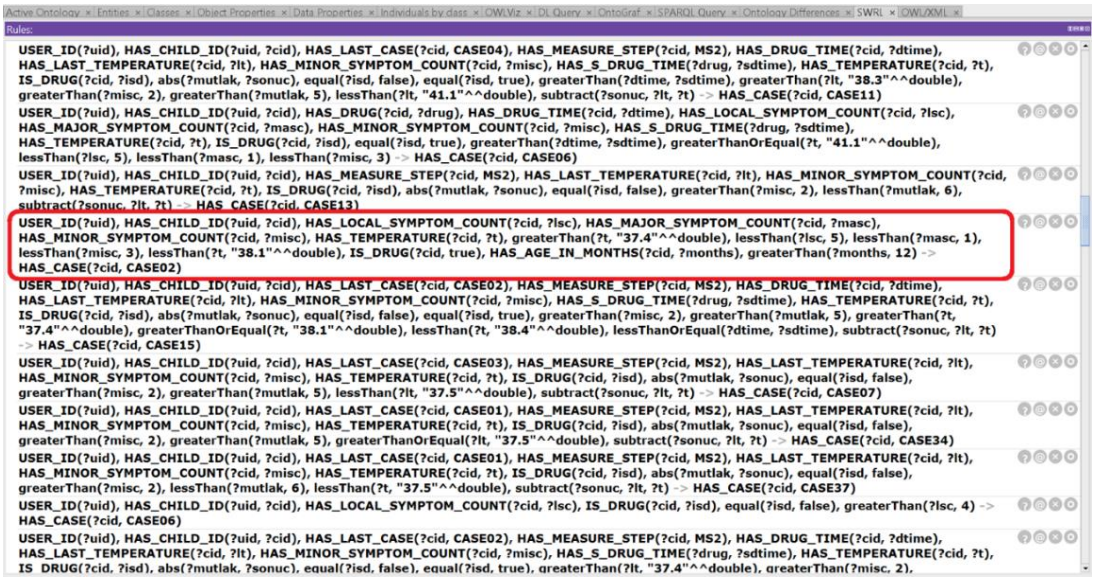
Semantik Web Kural Dili (Semantic Web Rule Language — SWRL) [23] OWL teknolojisi üzerine temellendirilmiş, tümden gelim özelliğine sahip güçlü bir kural tanımlama dilidir. SWRL kuralları atomlardan oluşup her bir atom: OWL sınıflarından (OWL classes), OWL özelliklerinden (OWL object, annotation ve datatype properties), OWL veri öğelerinden (OWL individuals) vb. yapıları içermektedir. Geliştirilen SWRL tabanlı kurallar, sistem ontolojisinin bir parçası olarak yerleşiktir. Sistemin Web servislerinde konuşlanan bir Java tabanlı bir çıkarsama yazılımı üzerinde kurallarla birlikte veri öğeleri yürütülür. Çıkarsama yazılımları mevcut OWL tabanlı çıkarsama kütüphaneleri ile geliştirilmektedir, bazıları; Pellet [24], Fact++, RacerPro. Geliştirilen sistemin çıkarsama servislerinde, Stanford Üniversitesinin geliştirmiş olduğu Pellet API Java kütüphanesi kullanılmıştır. Böylece, çıkarsama esnasında, ontolojiye atanmış hastaya ait veriler (individuals), SWRL kuralları üzerinde yürütülerek medikal önermelerin çıkarsaması sağlanabilmektedir.

Sistemin kurallarını anlatmaya başlamadan önce; kısaca SWRL kural yapısını anlamak gerekir daha sonra sistemin SWRL tabanlı çıkarsama mekanizmasının detayları sunulacaktır. SWRL yapısında '⇒' sembolü kullanılmaktadır ve; '⇒' sembolünden önce mantıksal bağlaçlarla birleştirilmiş bir Antecedent (Gövde/Öncül) ve, '⇒' sembolünden sonra yine mantıksal bağlaçlarla birleştirilmiş Consequent (Baş/Kural Sonucu) içermektedir. Aslında bu kurallar daha çok 'If-Then (Eğer-İse)' mantığını içermektedirler. Örneğin, aşağıdaki gibi bir kural, Eq. 1;

$$A(?x) \wedge B(?x) \Rightarrow C(?x) \quad (1)$$

'Eğer x değişkeni A sınıfından ise ve eğer x değişkeni B sınıfından ise ⇒ x değişkeni ayrıca C sınıfındandır' anlamına gelmektedir. Yukarıdaki örnekte, Antecedent (Gövde/Öncül) kısmında pozitif bağlaçlar taşımaktadır. Diğer bir deyişle, atomların birleşimini içermektedir;

$$atom \wedge atom.... \rightarrow atom \wedge atom....$$



Şekil 1. Sistemin Semantik Web Medikal Kural Tabanı (Semantic Web Medical Rule Base of the System)

Bir atom, Yüklem (Predicate) sembolü içerebilir, örneğin P diye ifade edelim. Ayrıca, bazı parametreler içerebilir, örneğin; par1, par2, … parn. Yüklem sembolü olan P: OWL sınıflarını, nesne özelliklerini veya veri öğelerini (OWL individuals) temsil edebilir.

P bazı parametreler içerebilir; veri öğeleri veya değişkenler: P(par1, par2, … parn). Örneğin;

has_temperature(?cid,?lt)□greaterThan(?lt,37.6)

Buradaki '?cid', çocuk hastanın kimlik numarasına işaret etmektedir ve ontolojideki 'CHILD_ID' sınıfına ait olduğunu ifade etmektedir.

Ayrıca, '?lt', aynı has_temperature ifadesi içindeki xsd:double sınıfına ait başka bir öğe olduğunu ifade etmektedir. Burada '?lt', çocuğun ölçülen son vücut sıcaklığı verisini taşıyacak olan bir değişkendir. Aynı zamanda, greaterThan yapısı ise iki parametre almaktadır. Yukarıdaki örnekte, ilk parametre olan '?lt' değişkeni mobilden girilen ateş verisini tutmaktadır ve o değer ikinci parametre ile kıyaslanacaktır. Örnekte, '?lt' değişkenin taşıdığı çocuk ateş değeri, greaterThan yapısı içinde kullanılan ikinci parametre '37.6' değeri ile kıyaslanmaktadır. Eğer daha büyük ise TRUE döndürecek ve aradaki mantıksal 'VE' bağlacı doğrulanmış olacaktır. Ayrıca, sistemde tanımlanan

SWRL kuralları çocukta gözlemlenen bulguların sayısına göre medikal önermelerini yapmaktadır. Önceki bölümde bahsettiğimiz gibi, gözlemlenen bulguların sayısı, ontoloji içinde önceden tanımlanmış olan 'has minör symptom count', 'has local symptom count', ve 'has major symptom count' obje özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. SWRL ile geliştirilen kural tabanı, Protégé editör görseli Şekil 1'de sunulmuştur. Sistemin, kural tabanındaki hemen hemen her kuralda; çocuk hastadan ölçülen:

—Son vücut sıcaklık verisi (has temperature) özelliği,

—Muayene esnasında çocukta gözlemlenen lokal, majör ve minör bulguların sayıları ('has minör symptom count', 'has local symptom count', ve 'has major symptom count') özelliği,

Yakın zamanda verilen ilaçlar ve verilme zamanı (has drug ve has drug time) özelliği,

—Yakın zamanda yapılan herhangi bir tıbbi soğuk uygulamanın varlığı (is shower özelliği) gibi verilerdeğerlendirilmiş;

⇒ 61 farklı Case (Durum) tanımlarından sadece biri çıkarsama sonucu olarak seçilmektedir.

EK A'da sadece birkaç Case (Durum) kuralın yapısını gösteren akış diyagramı sunulmuştur. Her Case (Durumun) kendi altında bir veya birden fazla Önerme ID (Suggestion ID) tanımları bulunmaktadır.

Çizelge 2'de OWL yapısında bazı Case (Durum) tanımlarının bağlı olduğu önerme numaraları sunulmuştur.

Şekil 2'de Protégé ara yüzünde sağ üst köşede, yukarıdaki 'Susanne Brown' (44937141788) adlı bir çocuk vakası için, medikal girdi verileri mobil uygulamadan çekilmiş (sağ üst), daha sonra Web servisler üzerinden sunucudaki ontolojiye anlık olarak gömüldüğünün görseli sunulmuştur. Daha sonra, 'Susanne Brown' (44937141788) vakası için, Pellet çıkarsayıcısı CASE 02 durumunu en uygun olarak çıkarsamıştır. Böylece, CASE 02'ye bağlı olan 'HAS CASE SG ID' obje türünde özellik numaraları: SG06, SG07 ve SG12 önerme numaralarıdır. Bu önermeler 'has suggestion name' obje türünde özellik tanımları ile bağdaştırılmış ve böylece, sistem şu sonuçları çıkarsamıştır: 'Oda Sıcaklığını Ayarla', 'Çocuğun elbiselerini çıkar ve çıplak bırak', ve 'Yarım saat sonra vücut sıcaklığını yeniden ölçünüz' (bkz. Şekil 2 sağ taraf).

Yukarıdaki CASE02 numaralı kuralın detayları aşağıda anlatılmıştır:

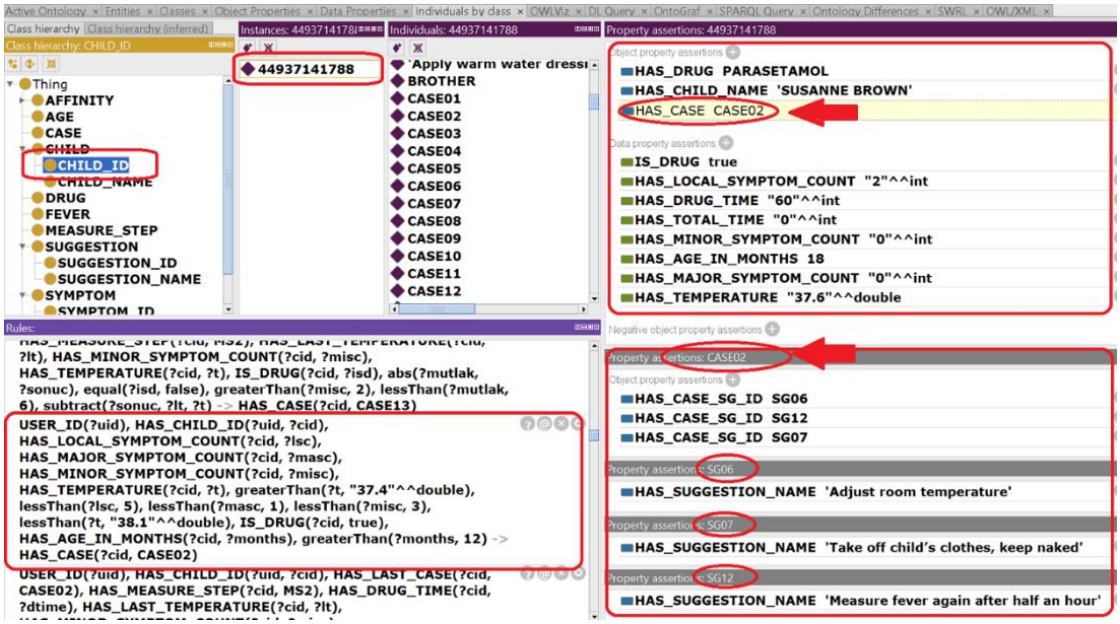
Rule: USER ID(?uid), HAS CHILD ID (?uid, ?cid), HAS LOCAL SYMPTOM COUNT (?cid, ?lsc), HAS MAJOR SYMPTOM COUNT (?cid, ?masc), HAS MINOR SYMPTOM COUNT (?cid, ?misc), HAS TEMPERATURE (?cid, ?t), greaterThan (?t, "37.4" ^^ xsd:double), lessThan (?lsc, 5), lessThan (?masc, 1), lessThan (?misc, 3), lessThan (?t, "38.1" ^^ xsd:double), IS DRUG (?cid, true), HAS AGE IN MONTHS (?cid, ?months), greaterThan (?months, 12) ⇒ HAS CASE (?cid, CASE02)

Yukarıda verilen SWRL kuralının yapısal açıklaması aşağıdaki gibidir:

USER ID(?uid): 'uid' bir kullanıcı (ebeveyn) ise ve,

HAS CHILD ID(?uid, ?cid): 'uid' ebeveynin bir çocuğu var ise ve çocuk id'si 'cid' ise ve,

[HAS LOCAL SYMPTOM COUNT (?cid, ?lsc), lessThan (?lsc, 5)]: Eğer 'cid' numaralı çocuktan anlık



Şekil 2. Protégé [22] içinde gömülü olan Pellet [24] çıkarsayıcısı ***'Susanne Brown' (i.e. 44937141788)*** vakası için ***CASE 02*** kuralını uygun bulmuştur. Dahası, ***CASE 02*** ye ***'HAS CASE SG ID'*** obje türünde özellikle bağlı olan ***SG06, SG07*** ve ***SG12*** numaralı önermeleri sonuç olarak çıkarsamıştır.
The Pellet [24] reasoner, embedded in the Protégé [22], found the ***CASE 02*** rule suitable for ***'Susanne Brown' (ie 44937141788)*** case. Furthermore, the cases ***SG06, SG07*** and ***SG12*** numbered, which are linked to the ***CASE 02*** via the ***'HAS CASE SG ID'*** object type property, are found as infered suggestions).

gözlemlenen lokal bulgular var ise ve eğer HAS LOCAL SYMPTOM COUNT değeri 'lsc' ise ve eğer 'lsc' değeri '5' değerinden küçük ise ve,

[HAS MAJOR SYMPTOM COUNT (?cid, ?masc), lessThan (?masc, 1)]: Eğer 'cid' numaralı çocuktan anlık gözlemlenen majör bulgular var ise ve eğer HAS MAJOR SYMPTOM COUNT değeri 'masc' ise ve eğer 'masc' değeri '1' değerinden küçük ise ve,

[HAS MINOR SYMPTOM COUNT (?cid, ?misc), lessThan(?misc, 3)]: Eğer 'cid' numaralı çocuktan anlık gözlemlenen minör bulgular var ise ve eğer HAS MINOR SYMPTOM COUNT değeri 'misc' ise ve eğer 'misc' değeri '3' değerinden küçük ise ve,

[HAS AGE IN MONTHS(?cid, ?months), greater Than(?months, 12)]: Eğer 'cid' numaralı çocuktan HAS AGE IN MONTHS değerini 'months' ise ve eğer 'months' değeri '12' değerinden büyük ise ve,

[HAS TEMPERATURE (?cid, ?t), greater ThanOrEqual (?t, 37.4), lessThan(?t, 38.1)]: Eğer çocuk 'cid' anlık ölçülen vücut sıcaklık değeri 't' ise ve eğer 't' değeride '37.4' den büyük ise ve eğer 't' değeri '38.1' den küçük ise ve,

[IS DRUG(?cid, true)]: Eğer 'cid' numaralı çocuğa yakın zamanda ilaç verilmişse yani IS DRUG değeri 'true' ise, → öyleyse **HAS CASE(?cid, CASE02)**: 'cid' numaralı çocuk için CASE02 durumunu en uygun çıkarsamıştır, dolayısıyla:

HAS CASE SG ID(CASE02, SG06): Sistem ebeveyn için 'SG06' nolu önermeyi, diğer deyişle; 'Oda sıcaklığını ayarlayınız' önermesini

HAS CASE SG ID(CASE02, SG07): Sistem ebeveyn için 'SG07' nolu önermeyi, diğer deyişle; 'Çocuğun elbiselerini çıkarıp ve çıplak bırakınız' önermesini

HAS CASE SG ID(CASE02, SG12): Sistem ebeveyn için 'SG12' nolu önermeyi, diğer deyişle; 'Yarım saat sonra vücut sıcaklığını yeniden ölçünüz' önermelerini 'uid' nolu ebeveyne sunmuştur.

Java ortamında Pellet API [24] ve OWL API [25] kütüphaneleri kullanılarak sistemin Web servislerindeki çıkarsama fonksiyonları oluşturulmuştur. SWRL kuralları, anlık olarak veri tabanından veya mobil ara yüzden direk gelen veri öğeleri ile çalıştırılarak, elde edilen çıkarsama sonuçları Java *OWL Named Individual* yapısında çekilebilmektedir.

Çekilen çıkarsama sonuçları, Java Script Object Notation (JSON)[5] yapısına dönüştürülmekte ve ardından RESTful[6] servisleri üzerinden veri iletimi sağlanabil-mektedir.

Servis fonksiyonları çalıştığında, çocuğun o anki yüklenen medikal verilerine göre, kural tabanından, *'James Brown'* ebeveyni için bir/birden fazla *Önerme (Suggestion)* numaraları çıkarsama sonucu olarak dönecektir. Daha sonra sistem, bu sonuçları JSON dosyaları halinde RESTful servislerinden çekebilecek ve mobil ara yüze aktaracaktır.

Pediatrik Hastalıklar Ontolojisi ve Semantik Web Kural Tabanı, hem İngilizce hem de Türkçe olarak geliştirilmiştir. EK A'da sistemin çıkarsama mekaniz-masını oluşturan toplam 61 Cases (Durum)'lar dan bazıları örnek olarak sunulmuştur.

4. VAKA ÇALIŞMALARI VE BULGULAR (CASE STUDIES AND RESULTS)

Bu bölümde, ebeveynlerin mPCMS sistemi ile evde muayene kartı oluşturması ve medikal verilerin toplanmasına yönelik iki vaka çalışması anlatılmaktadır. Her iki vakada da, ebeveynlerin mobil cihazlarının veri portuna takılan bir mobil otoskop, bir dijital stetoskop ve bir kızıl ötesi ateş ölçer yardımıyla anlık medikal verilerin toplanmasına değinilmiştir. Toplanan veriler Wi-Fi bağlantısı üzerinden sistemin veri tabanına kaydedilmektedir ve bu sayede kayıtlı uzman tarafından uzaktan konsültasyon mümkün olmaktadır.

4.1. Mobil Aparatların Kullanılması ve 'Yeni Muayene' Kartı (Mobile Apparatuses Usage and 'New Examination' Card)

Ebeveyn, mobil sisteme giriş yaptıktan sonra, hesabındaki kayıtlı uzmanını seçer ve uzaktan çevrimdışı (veya o anda doktor çevrimiçi de olabilir) konsültasyon sürecini başlatmak için; boğaz



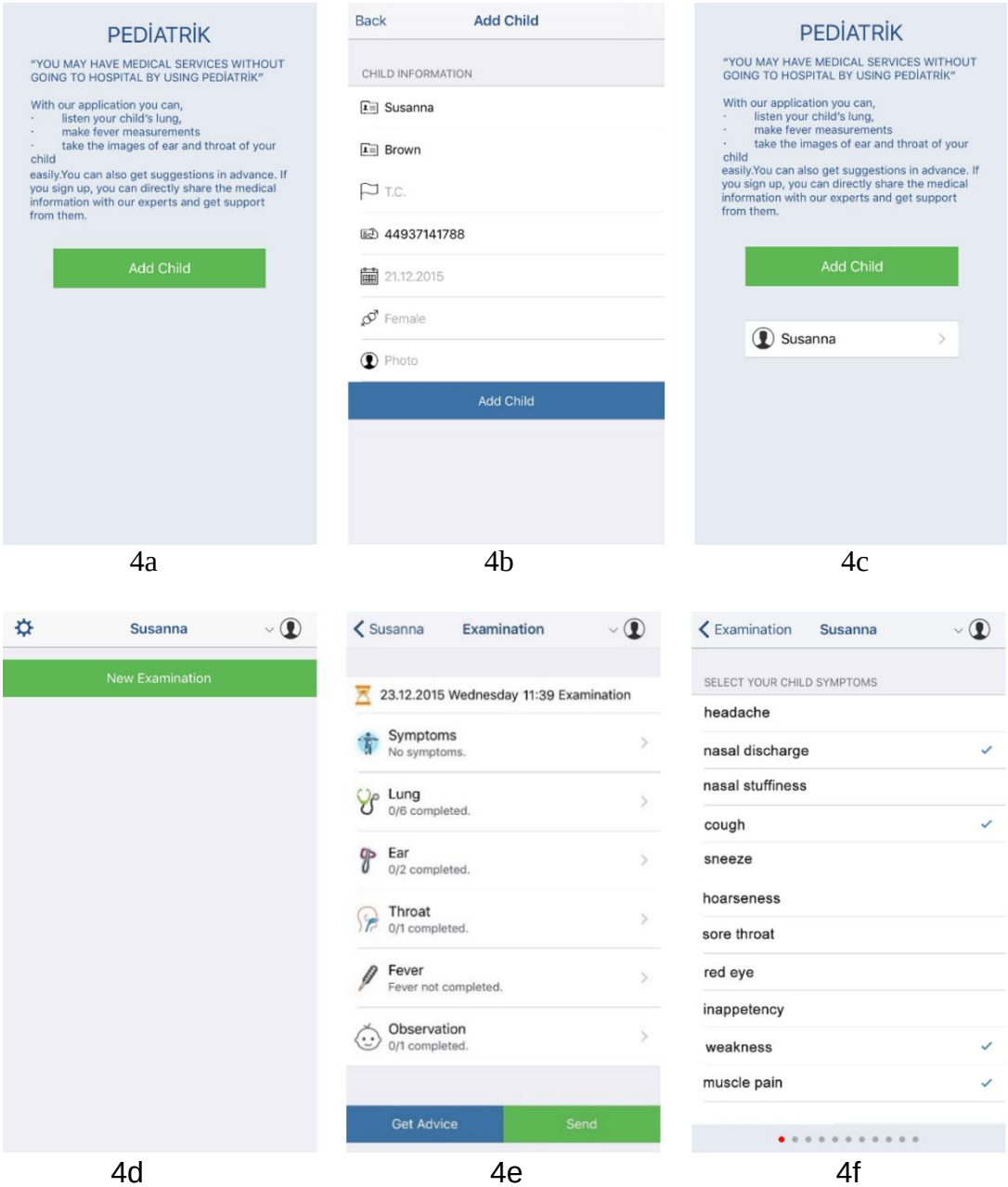
Şekil 3. Mobile uyarlanmış medikal aparatlar ile pediatrik hastalardan toplanan veriler (Data gathered from pediatric patients via mobile adaptive medical apparatus).

[5] JSON, http://www.json.org/json-tr.html

[6] RESTful, http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-restful/

içi/bademcik görüntüsü, kulak içi yüzey (kulak iltihap akıntı) görüntüsü, çocuğun o an yüzünün (renk) görüntüsü, hastanın sırt bölgesinden altı farklı noktadan akciğer ses kayıtları ve en son ateş verisi, kit içerisinde bulunan mobile uyarlı medikal aparatlar ile çocuk hastadan toplanır. Şekil 3'de veri toplanırken kullanılan aparatlar sunulmuştur.

birden fazla çocuk için ayrı hesaplar açabilmektedir (Şekil 4a ve Şekil 4b). Ebeveyn bir sonraki girişinde, tüm çocukları için açmış olduğu hesapları liste şeklinde görebilecektir (Şekil 4c). Bir sonraki sayfada; ebeveyn, yeni açtığı 'Susanne Brown' adlı çocuk hesabı için 'New Examination (Yeni Muayene)' oluşturmaya başlayabilecektir (Şekil 4d). Ebeveyn, gelecek sayfada 'Susanne Brown' adlı çocuktan yeni muayene için medikal veriler toplama sayfasına geçiş gösterilmiştir.



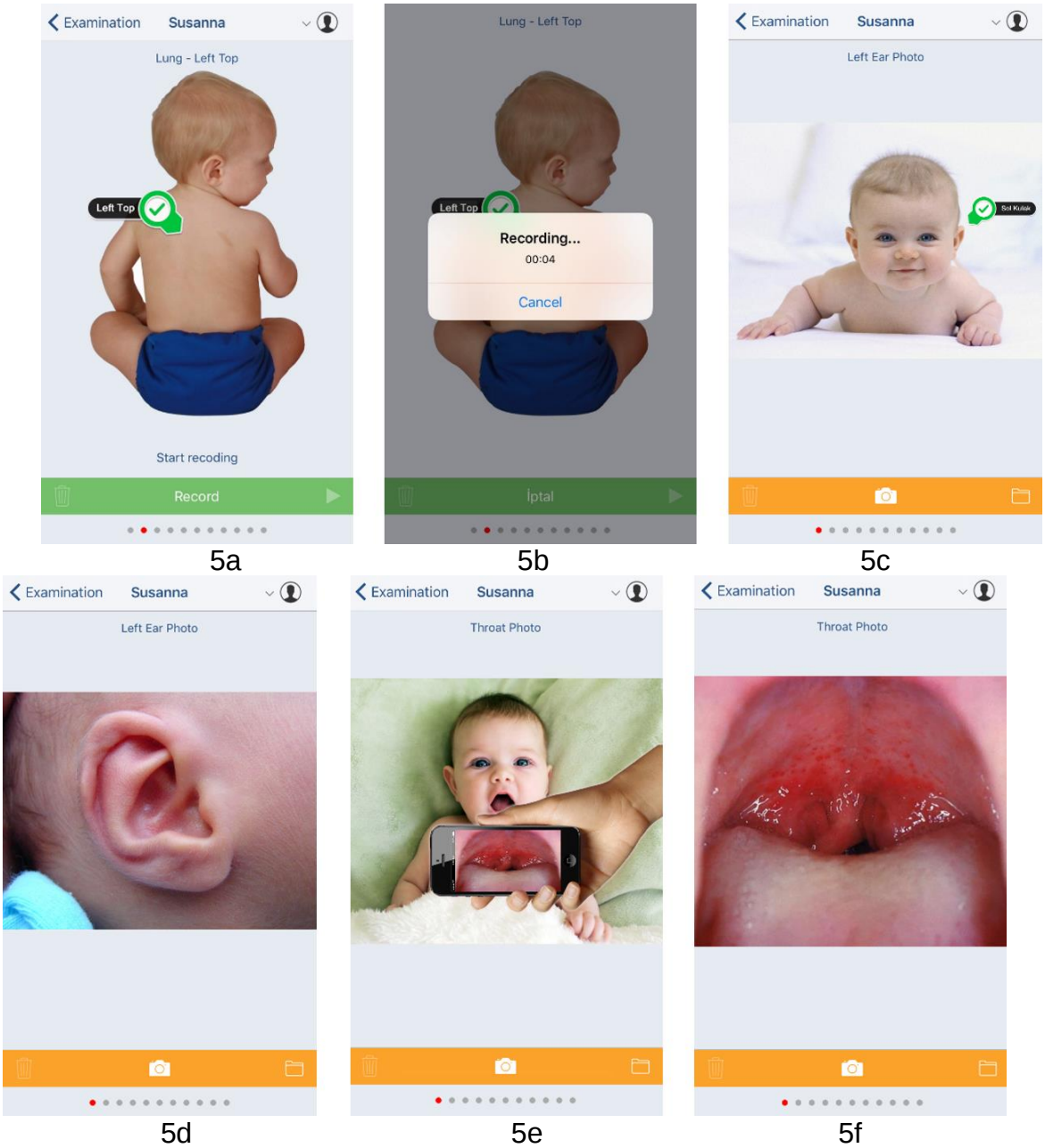
Şekil 4. 'Susanne Brown' adlı bir bebek için yeni açılmış bir muayene kartı menüsü gösterilmektedir (A newly opened pre-examination card menu for a baby named 'Susanne Brown' is shown).

Şekil 4'de ki senaryoya göre; ebeveyn 'James Brown' (ID:44937141779), sistemin mobil uygulamasına giriş yapmış ve sisteme çocuğunu ilk defa kaydetmek istemektedir. Bu nedenle, ebeveyn, kullanıcı hesabından 'Add Child' butonuna basarak yeni sayfada 'Susanne Brown' adlı çocuğu için hesap açmaktadır. Bu menüden

Bu aşamada; sistem, hastalık döneminde uzaktan takip aşamasında kayıtlı uzmana yol gösterecek farklı sağlık verilerini toplamak için 'Yeni Muayene' kartını sunmaktadır (Şekil 4e). Şekil 4e'de görüldüğü üzere; açılan bu kart, başlangıçta; 'No Symptoms', '0/6 Kayıtlı Akciğer Ses Kaydı', '0/2 Kayıtlı Kulak Görüntüsü', '0/1

Kayıtlı Boğaz Görüntüsü', 'Ateş Ölçümü Tamamlanmamıştır', '0/1 Kayıtlı Yüz Görüntüsü' ibarelerini içermektedir. Ebeveyn, 'Symptoms' butonuna tıkladığında, o anda çocukta gözlemlenen bulguları bir listeden seçilmesi istenecektir. Örneğimize göre, ebeveyn, 'Burun Akıntısı', 'Öksürük', 'Halsizlik' ve 'Kas Ağrısı' bulgularını girmiş olsun (Şekil 4f).

toplama kısmı daha detaylı olarak gösterilmektedir. Şekil 5'de görüldüğü üzere, çocuktan anlık medikal veri toplamak için mobil uygulamadan gelen direktiflere göre, Şekil 3'deki mobile uyarlanmış otoskop, stetoskop ve dijital infrared termometre gibi medikal aparatlarının bağlanması istenecek ve böylece sırayla Yeni Muayene kartının doldurulması ve bu toplanan medikal verileri sisteme direk yükleyebilecektir. Ebeveyn tarafından;



Şekil 5. Ebeveyn, veri toplama sayfasında, (a) - (b) çocuğunun 6 farklı noktadan 10 sn.lik akciğer sesini, (c) - (d) daha sonra sağ-sol kulak görüntülerini, (e) - (f) ağız içi/bademcik görüntülerini sisteme yüklemektir
The parent collects the medical data required on the data collection page (a) - (b) firstly, a 10-second lung sound from 6 different points of her children, (c) - (d) then install the right-left ear images, (e) - (f) intraoral / tonsil images of the child to the syste

Sistem, gelecek adımlarda, ebeveynden sırayla boğaz/bademcik/kulak/yüz görüntüleri çekme, ateş ölçme ve çocuğun akciğer ses verilerini kaydetmesini isteyecektir. Muayene işleminin bitmesi için tüm kart verilerin tamamlanması gerekmektedir. Şekil 5'de veri

1 – Akciğer/Solunum dinleme: Mobil cihazların JAK portuna takılabilen bir dijital stetoskop aparatı yardımıyla veri toplama menüsünden çocuğun sırt bölgesinden 6 farklı noktadan maksimum 10 sn. lik

toplanan ses verisi kaydedilir (Şekil 5a, Şekil 5b, Şekil 3).

2 - Kulak yüzey görüntüsü: Kamera objektifine yerleştirilen ve telefonun led flash özelliği ile aydınlatılan; akıllı telefonlar ile uyumlu pediatrik bir mekanik otoskop aparatıyla ile sağ ve sol kulak içi yüzey görüntüleri çekilir. Yüzeyde görünen kulak iltihabı, miktarı, kıvamı, rengi vb bilgiler uzaktan konsültasyon işleminde karar vermede yardımcı olmaktadır (Şekil 5c ve Şekil 5d, Şekil 3).

3 – Boğaz içi/Bademcik görüntüsü: Bu aşamada, sistemi geliştirirken, yaptığımız görüntü testleri sonucunda, çoğu akıllı telefonun kameralarının iyi görüntü yakalayabildiğini (en az 5 MP ve üstü) fark edilmiş ve herhangi bir kamera önü aparatına çok da ihtiyaç olmadığı fikrine varılmıştır. Fakat alternatif diğer bir metot ise; kamera lensini daha güçlendirmek için objektifine yerleştirilen ve telefonun LED flaş özelliği ile aydınlatılan; yuvarlak ve kolayca monte olabilen bir aparatla (mercek) boğaz görüntüsü çekilip karta aktarılabilmektedir (Şekil 5e ve Şekil 5f, Şekil 3).

4 –Ateş Ölçme: Bu aşamada, mobile uyarlı dijital bir kızıl ötesi termometre aparatı ile akıllı telefonların soketine takılarak, çocuğun alın bölgesinden 3 cm uzaklıkta okunan anlık ateş verisi otomatik olarak mobil ekranına yüklenir (Şekil 3, Şekil 6a).

5- Genel Görünüm: Ebeveynin, son olarak çocuğun iyi ışıklandırılmış ev ortamındaki yüzünün resmini mobil kamera ile çekmesini veya 10'snlik videosunu kaydetmesi istenmektedir. Böylece, doktoru tarafından, çocuğun yüz renginde her hangi bir solukluk, morarma, kızarma vb. bulguların uzaktan görüntülenebilmesi mümkün olabilmektedir.

Makalede şimdiye kadar sistemin, ebeveynleri yönlendirerek, anlık medikal verilerin toplama yöntemleri ve yeni muayene kartının doldurulması hakkında bilgi verilmiştir. Makalenin gelecek bölümünde, 'Susanne Brown' adlı çocuk vakasının maruz kaldığı yüksek ateş ve diğer gözlemlenen anlık semptomların mobile girilmesinden sonra sistem tarafından, aileye sunulan anlık medikal adım önerilerinin çıkarsaması işlenecektir. Bu vaka için; sisteme kart üzerinden yüklenen: son ateş verisi, gözlemlenen anlık medikal semptomlar, ebeveyn tarafından en son verilen ilaç/antibiyotiğin zamanı, en son yapılan soğuk uygulama ve zamanı gibi verilere dayalı aileye anlık Tedavi Destek Önermeleri (Suggestions) sunulmuştur.

4.2. Tedavi Destek Önermelerinin Kural Tabanında Çıkarsaması (Medical Support Suggestions are Inferred Through Rule Base)

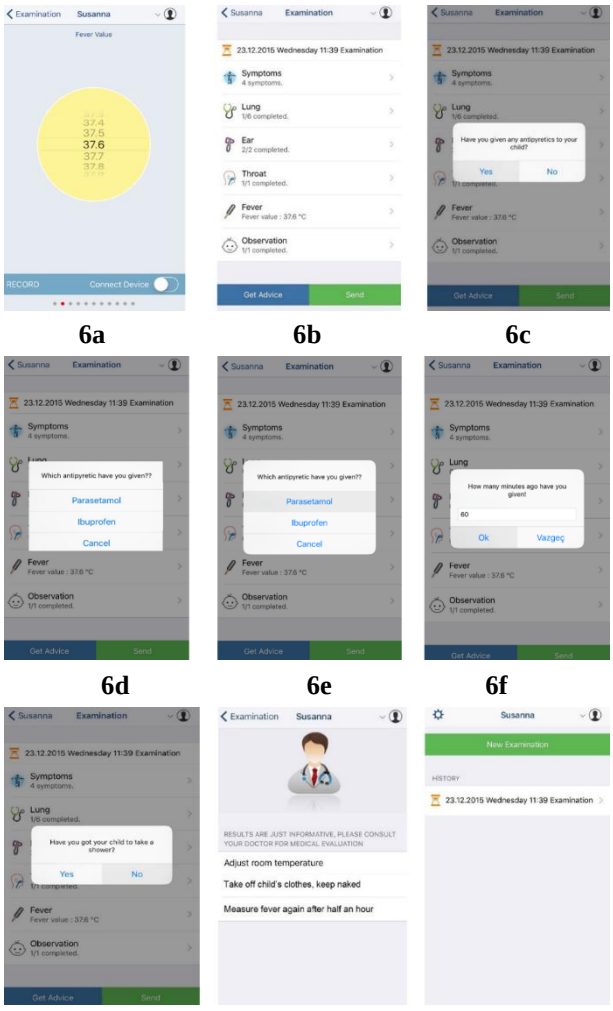
Bu bölümde, 'Susanne Brown' adlı çocuk vakasının 'Yeni Muayene' kartında toplanan;

—Ateş verisi,

—Ebeveyn tarafından muayene menüsünden seçilerek girilen ve o anda çocukta gözlemlenen medikal bulgular (burun akıntısı, hapşırma, baş ağrısı, kulak akıntısı vb.),

— Ebeveyn tarafından önceden çocuğa, ateşi düşmesi için verilmiş ilaç/ilaçlar varsa adları ve verilme zamanı ve

— Ebeveyn tarafından önceden uygulanan herhangi bir medikal uygulama varsa (soğuk duş, soğuk mendil uygulaması vb) bilgiler istenip sistemin kural tabanında değerlendirilmeye alınmaktadır. Şekil 6a'da görüldüğü üzere, çocuk ateş verisi evde bulunan başka bir termometre ile opsiyonel olarak ölçülebilir ve ölçülen ateş verisi sisteme manuel olarak ebeveyn tarafından giriş yapılabilir.



Şekil 6. Ebeveyn, sistemin IOS uygulamasından dönen Tedavi Destek Amaçlı Medikal Önermeleri görmektedir (Figure 6. The parent is seeing the medical suggestions returning from the IOS application of the system)

Diğer yöntem ise, *'Connect Device'* butonuna basılarak, akıllı telefonlara uyarlı bir dijital infrared termometre ile akıllı telefonların soket girişine takılması istenir, ardından çocuğun alın bölgesinden 3 cm uzaklıkta tutularak, ateş verisi ölçülüp otomatik olarak mobil ekrana aktarılır.

Toplanan medikal verilerin ilk ve son halleri *'Yeni Muayene'* kartında görüntülenmektedir (Şekil 4e ve Şekil 6b). Sonraki adımda sistem, kayıtlı uzmanı tarafından önceden reçete edilen herhangi bir

antibiyotik yakın zamanda kullanıldı mı diye sorgulamaktadır (Şekil 6c). Eğer ebeveyn, *'EVET'* tercihini yapmış ise, bu durumda verilen antibiyotiğin ismi sorgulanmaktadır. Bu ekranda, kayıtlı uzmanı tarafından önceden verilen tüm ilaç isimleri görüntülenecektir (Şekil 6d). Günümüzde, yaygın olarak çocuklarda yüksek ateşi düşürmek için *'Parasetamol'* veya *'Ibuprofen'* türünde ilaçlar verilmektedir. Bu adımda, ebeveyn, sistemde listelenen ilaç isimlerinden, çocuğuna yakın zamanda hangisini vermiş ise onu seçmelidir. Örnekte, ebeveyn, yakın zamanda çocuğuna Parasetamol vermiş olduğu için, Parasetamol'u seçtiği görüntülenmektedir (Şekil 6e). Daha sonraki adımda, sistem, ebeveyne ne kadar zaman öncesinde çocuğuna Parasetamol verdiğini sorgulamaktadır. Örnekte, ebeveyn, 60 dakika önce çocuğuna ilaç verdiğini önüne gelen bir metin kutusuna girdiği görülmektedir (Şekil 6f). Genellikle, vücut sıcaklığı değerlendirmesinde, uzman tarafından bir değerlendirme yapılmadan önce, mutlaka öncesinde çocuğa verilen herhangi bir antibiyotik (ateş düşürücü) olup olmadığı sorgulanmalıdır. Ayrıca, etki süresi bilinmelidir.

Son olarak, çocuğa ev ortamında herhangi bir medikal uygulama (soğuk duş ve mendille soğuk uygulaması vb.) yapılıp yapılmadığı bilinmelidir. Bu nedenle, ebeveynin yakın zamanda çocuğuna soğuk duş uygulaması yapıp yapmadığını sorgulanmaktadır. Örneğimize göre; bu noktada, ebeveyn *'HAYIR'* seçeneğini seçerek herhangi bir soğuk duş uygulamasını yakın zamanda yaptırmadığını sisteme bildirmektedir (Şekil 6g).

Sonuçta; ebeveynin, *'Susanne Brown'* adlı çocuk vakası için sisteme mobil uygulama üzerinden ***girdiği veriler***;

—Bulgular: 'Burun Akıntısı', 'Öksürük' , 'Halsizlik' ve 'Kas Ağrısı' bulguları seçilmiştir (Şekil 4f).

—Ateş: 37.6 °C (Şekil 6a)

—İlaç Kullanımı: EVET (Şekil 6c)

—İlaç Türü: Parasetamol (Şekil 6e)

—İlaç Verilme Zamanı: 60 dk önce (Şekil 6f)

—Soğuk Duş Uygulaması: HAYIR (Şekil 6g) iken;

Ebeveyne sistem tarafından sunulan sonuç ***Tedavi Destek Amaçlı Medikal Önermeleri*** (Şekil 6h)**:**

—Önerme 1: Oda sıcaklığını ayarlayınız,

—Önerme 2: Çocuğun elbiselerini çıkarıp çıplak bırakınız,

—Önerme 3: Yarım saat sonra vücut sıcaklığını yeniden ölçünüz gibi önermeler çıkarsanmıştır.

Diğer bir durum ise sistemin acil durumu algılaması ve uyarı verebilmesidir. Hastanın geçmiş ateş verileri ve en son ateş değeri, ayrıca mevcut medikal bulguları, verilen ilaçlar vb. bilgiler toplandıktan sonra olası tehlike veya normal dışı durumlar gözlemlenir. Acil durum tespit edildiğinde; sistem, ambulans sağlık ekibini otomatik olarak uyarmaktadır. Ardından, sistem tarafından harekete geçirilen sağlık ekibinin, acil durumu teyit alması için ebeveynleri veya sisteme kayıtlı numaraları en kısa zamanda arayarak acil iletişim sağlanmaktadır.

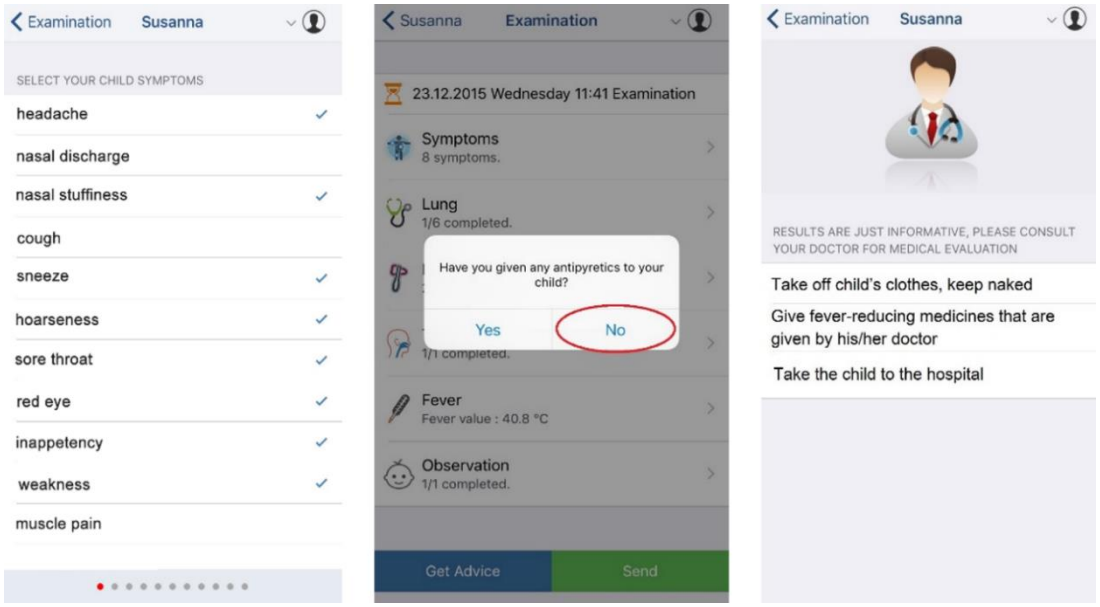
Şekil 7'de görüldüğü üzere, ebeveynin *'New Examination (Yeni Muayene)'* ekranındaki *'Symptoms (Bulgular)'* ekranından girdiği veriler: örneğimize göre, ebeveynin sisteme mobil uygulama üzerinden ***girdiği veriler***;

—Bulgular: 'Baş Ağrısı', 'Burun Tıkanıklığı', 'Hapşırmak', 'Ses Kısıklığı', 'Boğaz Ağrısı', 'Kızarmış Gözler', 'İştahsızlık', ve 'Halsizlik' bulguları seçilmiştir (Şekil 7a).

—Ateş: 40.8 °C (Şekil 7b)

—İlaç Kullanımı: NO (Şekil 7b) iken;

Ebeveyne sonuç olarak sunulan ***Tedavi Destek Amaçlı Medikal Önermeler;***



Şekil 7. Ebeveyn diğer bir senaryoya göre sistemden 'Acile Gidiniz' önerisi almıştır (The parent has received the *'Go To Emergency Service'* suggestion from the system according to another scenario).

—Önerme 1: Çocuğun elbiselerini çıkar ve çıplak bırak (Şekil 7c).

—Önerme 2: Kayıtlı doktoru tarafından reçete edilmiş ateş düşürücüyü verin (Şekil 7c).

—Önerme 3: Çocuğu acilen hastaneye götürünüz (Şekil 7c).

Yukarıdaki önermeler oluştuğunda, eğer ebeveynler sisteme kayıtlı müşteri ise, Acıbadem Mobil A.Ş. Ambulans hizmetlerine çağrı yapan "Alarm Butonu" sistem tarafından mobil uygulama üzerinde açılmaktadır. Butona basıldığında, hastane ambulans ekibi alarm durumundan haberdar olmuş ve en kısa zamanda ebeveynler ile iletişime geçip, ebeveynleri yapacakları doğrultusunda yönlendireceklerdir.

Mobil sistemden toplanan medikal veriler doğrultusunda çalıştırılan medikal kurallar, proje bünyesindeki iki pediatri uzmanı ile çalışılmış ve 61 farklı Durum (Case)'lara dökülmüştür (bkz. Bir kesiti EK A'da sunulmuştur). Bu Durum (Case)'ler sistemin yapay zekâ kural tabanını oluşturmaktadır. Sistem tarafından belirlenen sonuç Durum (Case), ontolojide bir medikal kurala işaret etmekte ve bu kurala bağlı önermeler sonuç olarak ebeveyne sunulmaktadır. Böylece, ilk defa çocuğu olan veya sürekli hastalık geçiren çocuklu ailelerin bilgi yetersizliğinde destek sağlayacak ve ebeveynlerin yaşadıkları anksiyeteyi azaltarak, kendilerini daha güvende hissettirecektir. Sistem üzerinden girdi verilerinin depolanması ve kayıtlı uzmanına anında bu verileri paylaşılabilmesi hızlı aksiyon almada oldukça fayda sağlamaktadır. Özellikle, soğuk kış aylarında hastanelerin acil polikliniklerinin % 48'i çocuk hastadan oluşmakta ve genellikle soğuk algınlığı, ateş, kusma, bulantı gibi ön muayene gerektiren fakat acil durum gerektirmeyen hastalardan oluşmaktadır [26]. Ailelerin hastane ulaşımında geçen süre gerek trafik, gerekse acil bölümlerinde gereksiz oluşabilen yoğunluğu yaratırken, bu tür sistemler üzerinden mevcut verilerin uzmanıyla anlık paylaşabilmesi yaşanılan anksiyeteyi azaltabilir.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çocukluk döneminde görülen soğuk algınlığı, grip, bademcik iltihabı, orta kulak enfeksiyonu, otit vb. alt ve üst solunum yolu enfeksiyonları günümüzde sıkça görülen pediatrik hastalıklardır. Çoğunlukla ebeveynler, çocuklarının bu hastalık döneminde, stres, endişe ve tedirginlik içinde geçirmektedirler.

Ontoloji Tabanlı Pediatrik Hastalarda Mobil Ateş Takip ve Destek Sistemi (mPCMS) çalışması ile ebeveynlerin yaşadıkları mevcut sıkıntıları azaltmak, kayıtlı doktoruyla anlık uzaktan konsültasyon yapabilmek, olası acil durumları önceden tespit ederek erken müdahaleye olanak sağlamak vb. işlevlerle bu zorlu dönemde hasta bakımına destekleyici katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Ebeveynler, çocuklarının hastalık dönemi süresince, sistemin mobil uygulamasını kullanarak, kayıtlı doktoruyla uzaktan konsültasyon sürecini ihtiyaç duydukları zaman başlatabilirler. Uzaktan konsültasyon işlemini başlatmak için, sistemin mobil uygulamasından yeni bir muayene kartı açmaları gerekmektedir. Ebeveynler, bu mobil muayene kartını takip ederek çocuklarından anlık bazı medikal veriler toplayabilmektedir. Mobil muayene kartına toplanan bu medikal veriler mobil cihazlara uyarlanmış bazı medikal aparatlar yardımıyla sırayla karta toplanmaktadır. Mobile uyarlanmış bu medikal aparatlar; bir infrared dijital termometre, bir pediatrik otoskop başlık ve yine akıllı telefonlar ile uyumlu bir dijital stetoskoptur. Muayene kartına toplanan bu medikal veriler ise; boğaz ve bademcik görüntüsü, kulak içi yüzey (kulak iltihap akıntı) görüntüsü, çocuğun yüzünün genel görüntüsü veya video çekimi, anlık ateş verisi ve akciğer solunum sesleri vb. verilerdir.

mPCMS'nin iki temel fonksiyonu vardır. Birinci temel fonksiyonu, ebeveyn tarafından ev ortamından çocuğundan güncel olarak topladığı medikal verilerin işlendiği mobil muayene kartının, kayıtlı doktoru ile uzaktan konsültasyonu başlatmak için paylaşmasıdır. Mobil cihaz üzerinde açılan muayene kartına toplanan medikal veriler, önce Wi-Fi bağlantısıyla sistem veri tabanına oradan da kayıtlı doktorun mobil cihazına aktarılır. Böylece, hastanın kayıtlı doktoruyla uzaktan konsültasyon mümkün olabilmektedir.

İkinci temel fonksiyonu, yeni açılan muayene kartı üzerinde toplanan bu medikal verilerin bazıları, mPCMS'nin ontoloji bilgi tabanına aktarılarak, ontoloji bilgi tabanındaki bulunan medikal kurallar ile yorumlanıp, ebeveynlere ev ortamında uygulanmak üzere Tedavi Destek Amaçlı Medikal Önermelerin çıkarsamasını sağlamaktır.

Sistem öneri çıkarsama mekanizmasında; akciğer solunum ses kaydı, boğaz/bademcik görüntüleri, kulak içi yüzey görüntüleri ve yüz görüntüleri vb. verilerin kural tabanında işlenmesi proje kapsamında konulmamıştır. Çünkü, görsel tabanlı medikal veriler, kayıtlı uzman ile sadece çevrimdışı veya çevrimiçi uzaktan konsültasyon yapabilmek amacıyla paylaşılmaktadır. Böylece, muayene kartına toplanan çeşitli görsel medikal veriler, pediatrik hastanın kayıtlı doktoru tarafından, uzaktan ön değerlendirmeye alınabilecek ve hastanelerde oluşan gereksiz hasta yığılmalarının bir nebze azalması mümkün olabilecektir. Gelecek çalışmalarda, zamanla boğaz ve kulak yüzeyinden toplanan görsel medikal veriler, görüntü işleme teknikleri ile analiz edilerek, hastalıkların seyri ve iyileşme oranlarını tahmin eden yeni bir çıkarım mekanizması planlanmaktadır.

Sonuç olarak, önerilen mPCMS bir sağlık hizmeti olarak kit halinde planlanmıştır. Kit içerisinde: mobile uyarlanmış medikal aparatlar, mPCMS'nin IOS ve Android mobil uygulamalarına kullanıcı giriş bilgileri, kullanım kılavuzu vb. parçalardan oluşmaktadır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

3140242 nolu "Mobil Pediatrik Ön muayene ve İzleme Sistemi" projesi TUBİTAK tarafından 1501 Sanayi

ARGE Destek Programı kapsamında 2014 yılında desteklenmiş ve 2015 yılı sonlarında başarıyla tamamlanmıştır (Proje Destek Süresi: 01.04.2014 - 30.06.2015).

Proje, Acıbadem Sağlık Grubu ve Semantica Internet ve Yazılım Hiz. Tic. Ltd. Şti işbirliğiyle yaklaşık 17 mühendis ve çocuk hastalıkları uzman kadrosu ile birlikte çalışılarak yaklaşık 15-18 ayda geliştirilmiş bir mobil sağlık projesidir. Yasal hakları korunmaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Germanakos P., Mourlas, C. and Samaras G., "A mobile agent approach for ubiquitous and personalized eHealth information systems.", ***Workshop on'Personalization for e-Health'of the 10th International Conference on User Modeling (UM'05),*** *Edinburgh*, 67-70, (2005).
2. Foster K. R., Koprowski R. and Skufca J.D., "Machine learning, medical diagnosis, and biomedical engineering research —commentary", ***BioMed Eng Online,*** 13(1): 94, (2014).
3. Berners-Lee T., Hendler J. and Lassila O., "The semantic web", ***Scientific American***, 29-37, (2001).
4. OWL 2.0, "Web ontology language overview", ***W3C Recommendation***, http://www.w3.org/TR/owl2overview/,(2012).
5. Gruber T., "Ontology", ***Encyclopedia of Database Systems***, 1963-1965, (2009).
6. McMurray J., Zhu L., McKillop I. and Chen H., "Ontological modeling of electronic health ınformation exchange", ***Journal of Biomedical Informatics***, 56: 169-178, (2015).
7. Workman M., "Using symbols for semantic representations: a pilot study of clinician opinions of a Web 3.0 medical application", ***Semantic Web. Springer International Publishing***, 31-38, (2016).
8. Zhang Y. F., Gou L., Tian Y., Li T. C., Zhang M. and Li J.S., "Design and development of a sharable clinical decision support system based on a semantic web service framework", ***Journal of Medical Systems***, 40(5): 1-14, (2016).
9. "Cellscope Mobile Stetescope Project", http://mobihealthnews.com/17598/cellscope-smartphone-diagnostic-startup-raises-1m/, Last Accessed: (30 Jan 2016).
10. Leng S., San Tan R., Chai K. T. C., Wang C., Ghista D. and Zhong L., "The electronic stethoscope", ***Biomedical Engineering Online***, 14(1): 66, (2015).
11. Frishman H. W., "Is the stethoscope becoming an outdated diagnostic tool*?",* ***American Journal of Medicine***, 7(128): 668–669, (2015).
12. Mobile Stethoscope. http://mobilestethoscope.com/, Last Accessed (30 Jan 2016).
13. "Littmann 3M Stethoscope", http://www.littmann.com/wps/portal/3M/enUS/3M-Littmann/stethoscope/, Last Accessed (30 Jan 2016).
14. "Welch–Allyn Elite Electronic Stethoscope", http://www.welchallyn.com, Last Accessed (30 Jan 2016).
15. "Cardionics E-scope II", http://www.cardionics.com/clinical-e-scope.html, Last Accessed (30 Jan 2016).
16. "Rijuven Cardio Sleeve Stethoscope", http://rijuven.com/cardiosleeve.html, Last Accessed (30 Jan 2016).
17. "Ekoscope", www. ekoscope.com/, Last Accessed (30 Jan 2016).
18. "ViScope", www.cardionics.com/, Last Accessed (30 Jan 2016).
19. "Sensi Cardiac Electronic Stethoscope", www.sensicardiac.com/, Last Accessed (30 Jan 2016).
20. "Thinklabs", www.thinklabs.com, Last Accessed (30 Jan 2016).
21. "VitaDock",www.vitadock.com/, Last Accessed (30 Jan 2016).
22. Musen M. A., "Protégé ontology editor", ***Encyclopedia of Systems Biology***, 1763-1765, (2013).
23. Horrocks I., Patel-Schneider P. F., Boley H., Tabet S., Grosof B. and Dean M., "swrl: a semantic web rule language combining OWL and RuleML", ***W3C Member submission,*** 21: 79, (2004).
24. Sirin E. and Parsia B., "PELLET. An OWL DL Reasoner", ***International Workshop on Description Logics,*** Whistler, 212-213, (2004).
25. Horridge M. and Bechhofer S., "The OWL API: A Java API for working with OWL 2 ontologies", ***Proceedings of the 6th International Conference on OWL: Experiences and Directions,*** 529: (2009).
26. Altinkalem D. Y., "Annelerin ateş ve ateşli havale ile ilgili bilgi düzeyleri", ***Aile Hekimliği Uzmanlık Tezi,*** T.C. Sağlık Bakanlığı Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, (2007).