



Yayın Geliş Tarihi: 04.01.2019
Yayına Kabul Tarihi: 29.04.2019
Online Yayın Tarihi: 29.05.2019

Cilt:4, Sayı:2, Yıl:2019, Sayfa:49-59
ISSN: 2148-3752

SİS BİLİŞİM TABANLI MOBİL ÖĞRENME: TEMEL ESASLAR VE MİMARİ

Alaattin Parlakkılıç*

Ufuk Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

Özet- Dijital girişim dünya çapında eğitim ve sosyal hayatı değiştirmektedir. Ancak, tüm kuruluşlar ve eğitim kurumları, geliştiriciler ve son kullanıcılar istenen düzeyde mobil teknolojilerden faydalanmamaktadır. Mobil cihazlar ve Nesnelerin İnterneti (IoT), kapsamlı bir şekilde kullanılmaktadır ve böylece çevrimiçi öğrenenlerin sayısı artmaktadır. Sorun, farklı mobil cihazlarla, kullanıcı dostu, estetik ve etkin olarak tatmin edici mobil öğrenmenin istenen performans ve şekilde sunulmasıdır. Bu çalışmada m-öğrenme, öğretim stratejileri, sis bilişim desteğiyle eğitim-öğretimdeki avantajları ve sis bilişim ortamında yapılandırılmasına yer verilmiştir. Ortaya konan sis tabanlı m-öğrenme mimarisi, öğrencilere derslerin daha iyi takibi, eğitimde mobil cihazların etkin kullanımı konusunda önemli destek sağlayabilir. Ayrıca, sis bilişim mimarisi, kesintisiz ve düşük gecikmeli mobil cihazlarla eğitim sunmak için kullanılabilir. Sis bilişim kullanımı ile eğitimde mobil cihazlarla daha fazla bilgi parçaları farklı kaynaklardan alınarak, birleştirme, doğru ve iyi zamanlanmış bir şekilde işlenecektir. Yapılan çalışmada, sis bilgisayar mimarisinin mobil öğrenme ortamlarının yeteneklerini geliştireceği, hız ve performansın arttıracığı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sis bilişim, mobil öğrenme, nesnelerin interneti, sanal öğrenme.

FOG COMPUTING BASED MOBILE LEARNING: BASIC PRINCIPLES AND ARCHITECTURE

ABSTRACT

Digital initiative is changing education and social life worldwide. However, not all organizations and educational institutions, developers and end users benefit from mobile technologies at the desired level. Mobile devices and the Internet of Things (IoT) are used extensively, thus increasing the number of online learners. The problem is to provide satisfactory mobile learning with different mobile devices, user-friendly, aesthetically and effectively, in the desired performance and manner. In this study, m-learning, teaching strategies, the advantages of education and training with the help of fog computing and the structuring of the computing environment are given. The fog-based m-learning architecture introduced can provide students with important support for better use of mobile devices in education. In addition, the fog computing architecture can be used to provide training with uninterrupted and low-delay mobile devices. With the use of fog computing, more information pieces with mobile devices in education will be taken from different sources and the merge will be processed in a correct and well timed manner. In the study, it is predicted that fog computing based mobile learning architecture will improve the capabilities of mobile learning environments and increase speed and performance.

Keywords: Fog computing, mobile learning, internet of things, virtual learning

GİRİŞ

E-öğrenme, elektronik iletişim cihazları ve sistemleri aracılığıyla, sanallaştırılmış uzaktan öğrenme ile, hem destek olarak hem de öğretme-öğrenme yöntemlerinde ayrılmaz bir unsur olarak kendini göstermiştir. Kısmen ya da uzaktan öğrenme yaklaşımıyla desteklenen sanal yöntemler, Öğrenme Nesneleri yani çeşitli eğitim materyalleri (slaytlar, videolar, sınavlar) saklayabilen ve sunabilen web tabanlı mimarilere dayanır. Bu öğeler, öğrencilerin ve öğretmenlerin yapılandırmacı bir şekilde etkileşimde bulunabildikleri öğrenme kaynaklarından oluşan Sanal Öğrenme Ortamı'nın

bir parçasıdır. Sanal veri kaynakları genellikle çok yönlüdür ve dört ana katmandan oluşurlar (Ducange, Pecori, Sarti, & Vecchio, 2017):

- Sanal öğrenme ortamlarına özgü kaynaklar;
- Genel uygulama kaynakları;
- Ara katman kaynakları;
- Sistem yazılımı kaynakları.

Kullanılan kaynakların bazı örnekleri şunlardır: kullanıcı profili, özel ve paylaşılan ek açıklama alanları, SCORM kapsayıcılar, sohbet, forumlar, bloglar, testler, e-portfolyolar, wiki'ler, kavram haritaları ve benzerleri. Bu araçlar arttıkça e-öğrenme, klasik katılım gruplarına kıyasla, eğitim içeriğine erişebilen öğrencilerin sayısı artacaktır. Bununla birlikte, e-öğrenme sistemlerinin avantajları çok yönlüdür ve farklı paydaşlara hitap edebilir. Bunlar, öğrenciler, eğitmenler, BT personeli, kurumlar ve eğitim araştırmacılarıdır (González-Martínez vd., 2015).

Öğrenciler kendi mobil cihazlarını kullanarak pratik faaliyetlerde bulunmayı isterler. Bu durum, informal öğrenme durumlarında her yerde ve bağlamda bilinçli deneyimlere ve grup tartışmalarına her zaman ve her yerde katılma olanağı gibi çeşitli avantajlara yol açar. Bunlar, sırasıyla, probleme dayalı öğrenme ve uygulamalı ölçümleri ve aynı zamanda öğrencilerin laboratuvar etkinliklerine katılma motivasyonunu geliştirdiği görülmüştür.

Öğrencilere yönelik mobil öğrenmenin (m-öğrenme) önemi sunabilmektedir (Hung, Lam, Wong & Chan, 2015). Öğrenme Yönetim Sistemini (Learning Management Systems) mobil cihazlara entegre etmek için olası bir uygulama sunabilmektedir. Öğrencilerin, özellikle de forumlar, hatırlatmalar ve mesaj sistemleri gibi interaktif araçlar sayesinde uzaktan eğitimin sağlanması ile m-öğrenmenin her yerde öğrenmeyi geliştirdiği görülmüştür (Gilma, Milara, Cortés & Riecki, 2015).

SİS BİLİŞİM

Mobil cihazlardan gelen büyük veri akışları, daha sonra işlenebilecek ve son kullanıcılar için çeşitli faydalı hizmetler oluşturmak için kullanılacak çok miktarda bilgi üretir. **Sis bilişim** (Fog Computing), akıllı cihazların ürettikleri veriyi merkezi bir sunucuya gönderip işlenmesini sağlayan mimarinin aksine,

önce yerel bir noktada analiz edilmesini ve ihtiyaç olunan kadarının merkezi sunuculara gönderilmesini öneren mimaridir (Bar-Magen Numhauser, 2013). Sis bilişim, son kullanıcılara yakınlığı, yoğun coğrafi dağılımı ve hareketlilik desteğini temel alarak, bulut bilişim detaylandırma ve hizmetlerini ağı kenarına genişletmek maksadıyla ortaya çıkan bir paradigmadır. Sis, özellikle Nesnelerin interneti (Internet of Things-IoT) cihazlarına bağlantı yapar ve bunlar da aslında sis düğümlerini oluşturur (Dastjerdi, vd., 2016).

Zaman ve yer bilgisine dayalı analizler bu perspektifte, sis hesaplama mimarisi, bulutun yerini tamamen alması yerine onu tamamlayacak ve onunla etkileşime girecektir. Aslında, sis bilişim, bulut bilişimini doğrular ve her ikisi de aynı kaynakları ve aynı mekanizmaların çoğunu paylaşır (Bonon vd., 2012). Aşağıdaki yenilikçi özellikler, sis paradigmasının tipik özellikleridir ve bulut tabanlı mimarileri zenginleştirir:

- Oyuna, video konferansa ve hızlı yanıtlara ve küçük bir titreşime ihtiyaç duyan artırılmış gerçeklik için çok düşük ve tahmin edilebilir gecikme üzerine odaklanma;
- Sis düğümlerinin coğrafi dağılımı ve her yerde bulunması, merkezi bulut sunucularından daha fazla dağınık, ancak sezgisel olmayan sensörlerden daha az dağınıktır;
- Yer ve içerik bilinci, yer hakkındaki bilgilerin önemli bir rol oynadığı uygulamalar için yararlıdır;
- Akıllı bağlantılı araçlarda olduğu gibi hızlı hareketliliğin sömürülmesi;
- Kablosuz talep üzerine iletişim ve erişimin baskınlığı;
- Akıllı şebekeler, akıllı trafik sistemleri ve benzeri büyük ölçekli dağıtılmış kontrol sistemlerinde kullanım;
- Sürekli izleme ve erken önlem için akış ve gerçek zamanlılık;
- Sis tabakasını ve içinde buldukları ortamları oluşturan düğümlerin heterojenliği;
- Farklı alanlar arasında birlikte çalışabilirlik (Azimi vd., 2016).

Akıllı sensörlerin, aygıtların ve Nesnelerin İnternetinin yaygınlaşması ile birlikte elde edilen verilerden ortaya çıkacak analizlerin doğru veri ile doğru ağda ve zamanda yapılma ihtiyacı daha da arttı. Sis teknolojisinin bu ortamda sunduğu hizmetler ise şunlar:

- Verinin üretildiği yere daha yakında işlenmesi

- Düşük bant genişliği ile çalışabilirlik
- Merkezi sunucuya bağımlılığın azalması
- Güvenlik ve gizlilik (Maher, 2018).

M-ÖĞRENME

Eğitimde mobil cihazların kullanımı, uzaktan eğitimde hedeflenen asıl amaçları sağlamak için gerekli stratejik teknolojilerden biridir. Mobil öğrenme, bireylere ihtiyacı olduğu anda, ihtiyaç duyduğu kadarını ve kendi istediği şekilde öğrenme fırsatını sunmaktır. Dolayısıyla öğrenme süreçlerinde öğrenen kontrolü ve öğrenmenin ağ ortamında gerçekleşmesinden dolayı informal öğrenme artmaktadır. Ayrıca mobil teknolojilerin kişiselleştirmeye olanak tanınması, öğrenme ortamlarının kişiselleştirilebilmesini de kolaylaştırmaktadır (Jin, 2009). M-öğrenme e-öğrenmenin bir alt kümesini oluşturmakta ve öğrenciler tarafından giderek tercih edilmektedir. Mobil öğrenme kablosuz iletişim kullandığında öğrenciler istedikleri mekanda içeriğe erişebilirler (Han M, 2011).

E-öğrenmenin kullanımı internet erişiminin artması ve kolaylaşmasından dolayı artmaktadır. Ayrıca mobil sistemlerin kullanımının artması, hareketlilik ve taşınabilme özelliklerinden dolayı kullanım tercihleri de artmaktadır. M-öğrenmenin kullanım ortamında üç ana bileşende oluştuğunu görürüz. Bunlar;

- Öğrenme stili
- Mobil uygulama ve cihaz
- Öğrenme içeriği (Li & Qiu, 2011).

Öğrenme stili: Öğrenme stili kişinin bilgiyi edinmesi, işlemesi ve organize etmesindeki özellik ve kişinin kendine has durumu olarak tanımlanır. Her bireyin kendine has öğrenme stili olup edinme ve işlemeyi oluşturur. Günümüzde kullanılan mobil cihazlar işleme ve izleme özellikleri yüksek kapasitede olup öğrenmeyi desteklemektedirler. Taşınabilme özelliği ile de istenilen yer ve zamanda erişimi sağlamaktadır (Li & Qiu, 2011).

Mobil uygulama ve cihaz: Mobil uygulama ve cihazlar güçlü ve kapasiteleriyle istenen öğrenme işlemleri gerçekleştirilebilir. Özellikle istenen içeriğin dağıtımını ve işlem hızında önem kazanırlar. Cihaz ve uygulamalar kolay işletilmeli ve istenen programları çalıştırabilmelidirler. Genelde mobil uygulamalar üç kategoride toplanır:

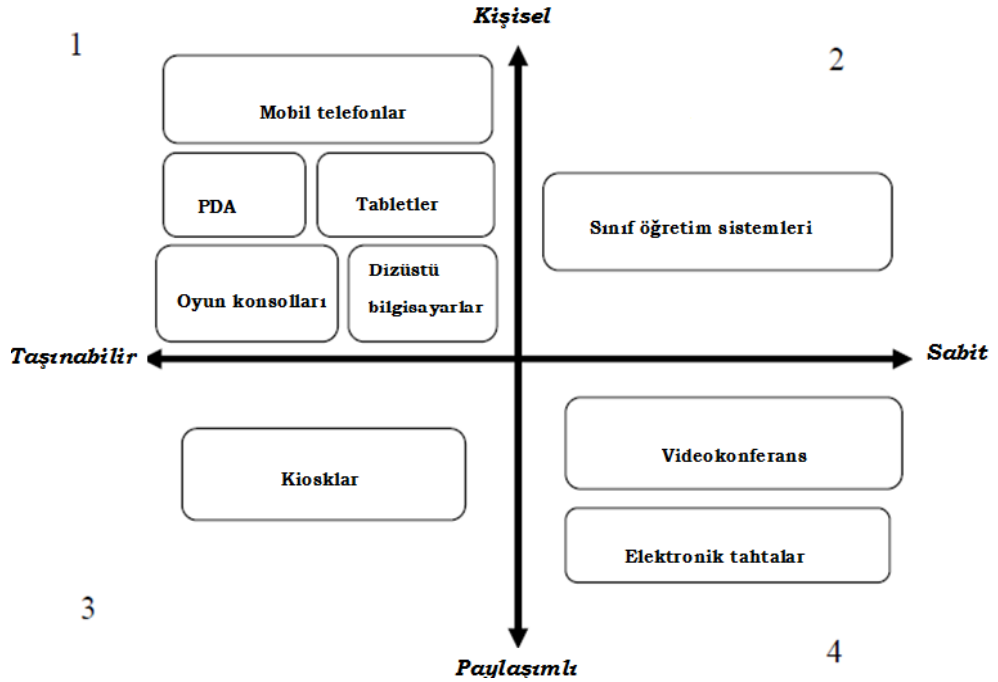
- Doküman tabanlı uygulamalar

- Web tabanlı uygulamalar
- Bağımsız uygulamalar (Li & Qiu, 2011).

Öğrenme İçeriği: Öğrenenlere öğrenme maksadıyla sunulan içeriğe denir. Bu içerik dinlenerek, okuyarak veya seyrederek edinilebilir. Gerektiğinde içerik farklı formatta hazırlanarak öğrenenlere sunulmalıdır. Sunulan içeriğin kullanılan sistemlere uyumluluk özelliği olmalıdır (Li & Qiu, 2011).

Mobil teknolojilerin çeşitliliği yüksektir. Genelde iki ana kategoride toplanırlar (Palazzi & Maggiorini, 2011).

- Kişisel-Paylaşımlı
- Taşınabilir-Sabit (Şekil 1).



Şekil-1: Mobil öğrenme ortamı

Şekil 1'in ilk çeyreği hem kişisel ve hem de taşınabilir özelliklere has cihazlardan oluşur. Çoğu güncel cihaz bu kategoride yer alır. Örneğin mobil telefonlar, PDA (Personel Digital Assistant-Kişisel Sayısal Yardımcı), tablet bilgisayarlar, ve dizüstü bilgisayarlar burada yer alır. Tek kişi bu cihazları kolaylıkla taşır ve bilgilerini kolayca paylaşabilir. Elde taşınan bu cihazların sadece iletişimde değil e-posta okumada, SMS göndermede, internet

geziniminde kullanıldığı görülür. Çoğu kullanıcı artık masaüstü bilgisayar yerine notebook, e-kitap ve tablet bilgisayarları kullanmaktadır. Şekil 1'in ikinci çeyreğinde sınıf kullanım sistemleri yer alır ve bunlar tek bir birey tarafından taşınan mobil cihaza merkezi bir veri tabanı etrafında etkileşim sağlanarak çalışması sağlanabilir. Şekil 1'in üçüncü çeyreğinde ise bir yerde sabit tutularak kullanılan fakat hareket ettirilebilir özelliği olan kiosk gibi cihazları içerir. Şekil 1'in dördüncü çeyrekteki sistemler ise hareketsizdirler fakat mobil sistemlerle uyumlu çalışan video konferans ve elektronik tahtalardan oluşurlar (Palazzi & Maggiorini, 2011).

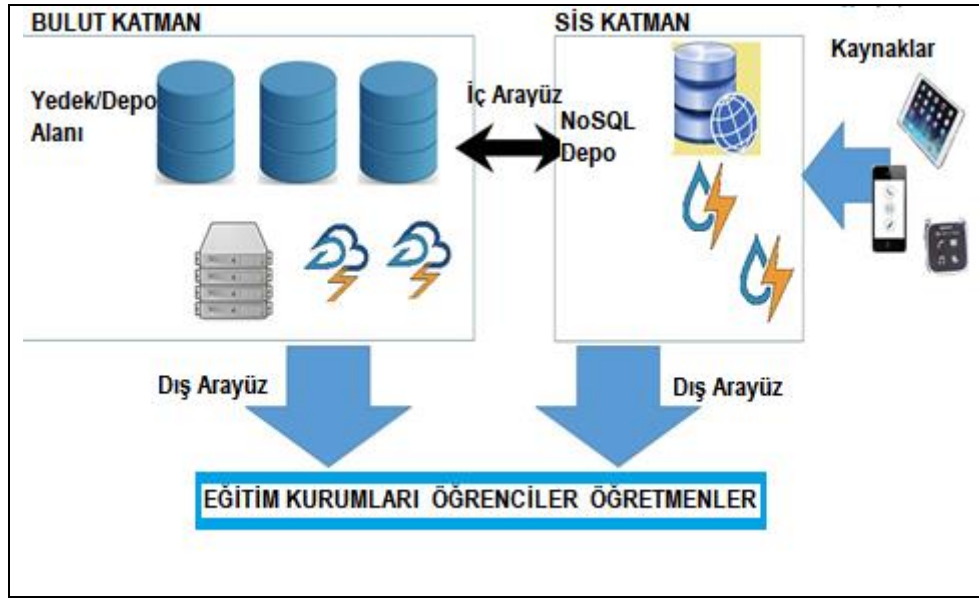
Gezginlik özelliği olan bu cihazlar, öğrenci-öğretmen arası işlemlerde ve etkileşimde esneklik sağlamaktadır. Yeterli bant genişliği ve iletişim bağlantısı kesintisizliği ile gelişmiş bir bilgisayarın eğitimde kullanımı ile eşdeğerde hatta daha fazla eğitsel konular çalıştırılabilir. Bu devrim niteliğindeki özellikler kayıp dokümanların önüne geçebilir ve tamamen kağıtsız bir öğrenme imkanı sağlayabilir. Ayrıca elektrik imkanının olmadığı yerlerde metin tabanlı mesajlaşma yapılabilir. Daha gelişmiş taşınan cihazlarda görüntü, animasyon ve videoların kullanıldığı uygulamalar çalıştırılabilir (Anderson, 2018).

SİS TABANLI M-ÖĞRENME MİMARİSİ

Sis tabanlı öğrenme yapısı, Şekil-2'de gösterilmiştir ve iç Uygulama Arayüzleri aracılığıyla bulut ve sis arasında sürekli bir etkileşim içerisindedir. Bulut bölümü, tarihi yedekleme ve büyük depolama operasyonlarının yanı sıra çok zaman gerektiren veri madencilik tekniklerinden sorumludur. Bu bölüm, dış politikalar aracılığıyla, eğitim politikası oluşturucuları ve eğitim kurumu yöneticileri gibi makro düzey ve orta düzeydeki kullanıcılarla iletişim kurarak seçilen uzun vadeli tahminleri ve değerlendirmeleri sunmaktadır.

Sis bölümü, hafif dağıtılmış NoSQL depolamaların yanı sıra çeşitli iç ağ işlemlerinden (yerel alan ağ geçitleri veya hatta akıllı sensörler ve araçlar) oluşur. Yararlı hale getirmek için çeşitli özellikleri hesaplamak ve her zaman dış uygulama arayüzleri aracılığıyla, öğretmenler, öğrenciler ve öğrenciler gibi diğer kullanıcılara arayüz oluşturmak için kısa vadeli tahminler yapmakta kullanılırlar.

Dış Uygulama Arayüzleri, bazı düğümlerin aracı olarak hareket etmesine izin veren bir abone / bildirim paradigmasına göre çalışabilir. Bu, dış paydaşların belirli veri akışlarına ya da tahmin edicilere abone olduklarını ve bazı bildirimlerle mümkün olduğunda bilgi aldıklarını gösterir. Diğer taraftan, İç Uygulama Arayüzleri, isteklerin ve komutların esas olarak bulut katmanının yönlendirildiği bir itme / çekme modeline göre çalışır, veri akışları ise, esas olarak sadece sis tabakasından değil, aynı zamanda veri akışına da bağlıdır. Ayrıca, İç Uygulama Arayüzleri hem kontrol hem de veri bilgilerini yönlendirirken, dış paydaşlar genellikle farklı paydaşlara kendi öğrenim ile ilgili faaliyetlerini nasıl ince ayarlayabileceklerini önermek için sadece bilgilendirici içerik taşırlar (Pecori, 2018).



Şekil-2: M-öğrenme Sis bilişim mimarisi

KULLANIM AVANTAJLARI

Verilerin bulutta depolandığı öğrenci portalları aracılığıyla çevrimiçi çalışma ödevlerini sunma yönünde bir değişiklik oluşmaktadır. Okullar, yaygın ofis uygulamaları, mesajlaşma hizmetleri ve sanal masaüstleri uygularken, daha uzmanlaşmış eğitim uygulamalarını desteklemenin yanı sıra, öğrenciler ve

ebeveynler için web servisleri de düzenlemektedir. Bu bağlamda sis bilişimin mobil sistemlerle kullanılması aşağıdaki faydaları sağlar:

Ağ Trafiğini Ayarlama: Sis bilgi işleminde, mikro veri merkezleri, okulun gereksinimleriyle birlikte yukarı ve aşağı ölçeklendirilebilen yerinde teknoloji sağlar. Örneğin, okuldan sonra sistem kapasitesi, hem çalışanlar hem de Öğrenim Yönetim Sistemlerine erişen öğrenciler nedeniyle bir trafik artışına sahip olabilir. Verimli çalışmak için, bağlantı ve ağ iletişimi bir numaralı öncelik olmalıdır. Ancak, bu okullar gibi birçok dağıtık kuruluş için, özellikle de çeşitli kampüslere yayılmış olanlar için bir meydan okuma olabilir. Sis bilişimle verileri yerinde yerel olarak getirerek, sürekli ve daha iyi bir kullanıcı deneyimi için gecikmeler ortadan kaldırılabilir. Ayrıca, bazı kampüslerde BT personeli bulunmayabilir. Sis bilişimin bir yararı da eğitilmiş BT uzmanlarının görevlerin uzaktan yönetim ile yapabilmeleridir.

Kullanıcı Deneyimini Artırma: Sınıfta teknoloji, eğitimciler bilgisayarları ve çevrimiçi kaynakları eğitimde kullanmanın yeni yollarını aradıkları için yeni bir norm haline gelmiştir. Birden fazla kampüsü olan okullar, kullanım kolaylığı ve kullanıcı deneyimi üzerindeki etkisi nedeniyle, eğitim kurumlarını desteklemek için sürdürülebilir bir çözüm olarak sis bilişimi kullanmaktadır.

Dijital Araçları Kullanmak: Eğitim kurumları, öğrencilere gün boyunca dijital kütüphanelere ve çevrimiçi uygulama portallarına harici erişim sağlarlar. Sis bilişim sistemi, ana siteden ve birden fazla cihazdan verimli ve etkili bir şekilde çalışacak çevikliği sunar. Sis işlem teknolojisi, eğitim işlemlerini dijital araçlarla geliştirir ve onları yavaşlatmaya veya durdurmaya karşı, çevikliği olan bir platform sağlar (Collier, 2018).

Yukarıda belirtilen faydalarına bir örnek vermek gerektiğinde, merkezi bir bulutta kaynakları kullanarak bilişim hizmeti alan bir okul hız, güvenli bağlantı, güncelleme problemleri ve güncelleme yetersizliği yaşayabilir. Bu durumda okullar bu merkezi bilişim işlemlerini kendilerine daha yakın, hızlı ve kontrol edilebilir durumda tutmak için bilgi işlem kaynaklarını kendi yakınlarında kullanmak isterler. Böylesi durumlarda okullar sis işlemleri

kullandıklarında, yavaş hızları ortadan kaldırmak için çeşitli kampüslerde temel işlemlerini gerçekleştirir ve merkezi buluta çok az bağlanırlar. Aynı şekilde kullanıcılar da kendi kampüs içindeki sistemleri kullanırlar.

SONUÇ

Günümüzde, mobil öğrenme ile daha kolay ve etkili araçlar kullanarak yüksek düzeyde bir öğretim ve öğrenim elde etmek mümkündür. Sis bilişimle m-öğrenme kullanımı, öğrencilerin dersleri hem gerçek zamanlı hem de asenkron öğrenme etkinliklerine dahil etmelerini sağlar. Mobil teknolojiler, yaygın bir şekilde kullanılabilir ve bilgisayarların ön uç dağıtılmış bir bilgi işlem modeli olarak ağ kenarlarında sis bilişim ortamında Nesnelerin İnterneti ile kullanarak altyapı sorunları yaşanmaz. M-öğrenmenin büyük faydası, yarının öğrencilerin Nesnelerin İnterneti kullanarak dijital yerliler olacaktır. Sorunsuz ve düşük gecikmeli mobil cihazlarla yanıt veren m-öğrenme ile kullanılabilir mimari, sis bilişim tabanlı bir mimari olabilir. Sis bilişim ve m-öğrenme uygulama olanaklarını ve hizmetlerini ağ kullanıcılarının uçlarına yayılmayı ve siste hareketliliği genişletir. Sis bilişim tabanlı m-öğrenme mimarisi, öğretmenler ve öğrenciler tarafından farklı mobil cihazların kullanımı ile istenen sonuçların etkili bir şekilde elde edilmesinde yardımcı olur.

KAYNAKLAR

- Anderson T.(2018). *The Theory and Practice of Online Learning*, 2nd Edition,2011.
- Azimi I., Anzanpour A., Rahmani A.M, Liljeberg P., & Salakoski T.(2016). *Medical warning system based on Internet of Things using fog computing*, In Proceedings of the 2016 International Workshop on Big Data and Information Security (IW BIS), Jakarta, Indonesia.
- Bar-Magen Numhauser J.(2013). *Fog Computing introduction to a New Cloud Evolution, Escrituras silenciadas: paisaje como historiografía*. Spain: University of Alcala. ss. 111–126. ISBN 978-84-15595-84-7.
- Bonomi F., Milito R, Zhu J., & Addepalli S.(2012). *Fog computing and Its Role in the Internet of Things*, In Proceedings of the 1st Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing, Helsinki, Finland, ACM: New York, NY, USA.

- Collier J.(2018). *Three Ways Fog Computing is Impacting Education*, <https://www.iotevolutionworld.com/fog/articles/439066-three-ways-fog-computing-impacting-education.htm>.
- Dastjerdi A.V., Gupta H, Calheiros R.N., Ghosh S.K., & Buyya R, (2016). *Fog computing: Principles, Architectures, and Applications*, arXiv:1601.02752.
- Ducange P., Pecori R., Sarti L., & Vecchio M. (2017). *Educational big data Mining: How to Enhance virtual learning environments*, In Proceedings of the International Joint Conference SOCO'16-CISIS'16-ICEUTE'16, San Sebastián, Spain, 19–21 October 2016; Springer: Cham, Switzerland, 681–690.
- Gilman E., Milara I.S, Cortés M., & Riecki J.(2015). *Towards User Support in Ubiquitous Learning Systems*, IEEE Trans. Learn. Technol. 8, 55–68.
- González-Martínez J.A., Bote-Lorenzo M.L, Gómez-Sánchez E., & Cano-Parra R.(2015). *Cloud computing and education: A state-of-the-art survey*, Comput. Educ 80, 132–151.
- Han M. (2011). *New technology of distance learning in China*. International Conference on Computer Science and Service System (CSSS), Nanjing, China.
- Hung P., Lam J., Wong C., & Chan T.(2015). *A Study on Using Learning Management System with Mobile App*, In Proceedings of the International Symposium on Educational Technology (ISET), Wuhan, China, 27–29, 168–172.
- Jin N. (2009). *Research of one mobile learning system*, International Conference on Wireless Y. Networks and Information Systems, Guiyang University, China.
- Li H., & Qiu F (2011). *Analyzing theory characteristic and studying application mode about mobile learning*. International Conference on Electrical and Control Engineering (ICECE), Hangzhou, China..
- Maher A.(2018). *IoT, from Cloud to Fog Computing*, 2015, <https://blogs.cisco.com/perspectives/iot-from-cloud-to-fog-computing>, 12.12.
- Palazzi C., & Maggiorini D. (2011). *From playgrounds to smartphones: mobile evolution of a kid's game*, IEEE in Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Padova, Italy.
- Pecori R. A. (2018). *Virtual Learning Architecture Enhanced by Fog Computing and Big Data Streams*. Future Internet.