

IBM Bluemix Bulut Platformunun Yazılım Mühendisliği Öğrenci Projelerinde Kullanımı

Emre Olca, Berkem Toros Dalak, Emrah Orhun

Yazılım Mühendisliği Bölümü, İzmir Üniversitesi, 35350, İzmir, Türkiye

{emreatlier,berkemtd,emrahorhun}@gmail.com

Özet. IBM'in bulut üzerinde sunduğu Bluemix Platform as a Service (PaaS) ortamı, bulut ortamındaki uygulama ve servisleri geliştirme, yönetim ve çalıştırma süreçlerini sağlayan entegre DevOps katmanıyla birlikte yazılım geliştirme süreçlerine önemli destek vaat etmektedir. Bu çalışmada İzmir Üniversitesi Yazılım Mühendisliği öğrencilerinin yazılım proje yönetimi ve yazılım kalite sağlama derslerindeki projelerinde Bluemix ve DevOps platformunu kullanımlarına ilişkin deneyimler paylaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yazılım mühendisliği eğitimi; Uygulama yaşam döngüsü yönetimi; proje yönetimi; yazılım kalite sağlama; Platform as a Service; DevOps; Bluemix.

1 Giriş

Bilişim teknolojileri ve buna bağlı olarak yazılım mühendisliği dünyada, hızlı gelişen ve değişen sektörlerden birisidir. Bu sektörün gelişime açık olması her an ortaya çıkabilecek yeni bir teknoloji ile birlikte köklü bir değişime hazır olmayı gerektirmektedir. Yeni ve değişimi şart koşan teknolojilerden birisi bulut bilişimdir. Bulut bilişim ile birlikte kullanıcılara maliyeti azaltma, geliştirme sürecinde takım çalışmasına uygun ortamı hazırlamayı kolaylaştırma, yeni teknolojileri kolaylıkla deneyebilme gibi olanaklar sunulmaktadır. Bu olanaklar bulut bilişimin hızlıca kabul görmesini ve yaygınlaşmasını sağlayan etkenlerdendir. Yazılım mühendisliği eğitiminin amaçlarından birisi öğrencilerin yeni teknolojileri kullanmaya hazırlanması, bir diğeri de öğrencilere mezun olduklarında piyasa içerisinde kendilerine farklı rotalar çizebilecekleri yetkinliklerin kazandırılmasıdır [1]. Bulut bilişim şu anda zaten piyasada kullanılmakla birlikte daha da önem kazanacağı öngörülen bir rota seçeneğidir. Bu düşünceler ile İzmir Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümü derslerinin bazılarında bulut bilişimin uygulamalı olarak yer alması gerektiğine karar verilmiştir. Araç olarak da IBM'in bulut üzerinde sunduğu Bluemix platformu seçilmiştir. IBM Bluemix, bulut ortamındaki uygulama ve

servisleri geliştirme, yönetim ve çalıştırma süreçlerini sağlayan entegre DevOps katmanıyla birlikte yazılım geliştirme süreçlerine önemli destek vaat etmektedir.

Bu çalışmanın ikinci kısmında bulut bilişimin temel özellikleri tanımlanmakta ve IBM Bluemix Platformu kısaca tanıtılmakta, IBM Bluemix'in derslerde nasıl kullanıldığından ve bu derslerdeki öğrencilere yapılan anket sonuçlarından bahsedilmektedir. Çalışmanın üçüncü kısmında, IBM Bluemix ile entegre çalışan ve geliştirme süreç yönetimi için destek sağlayan IBM DevOps çözümü, bu çözümün yazılım mühendisliği derslerinde kullanılması ve yine yapılan anketin DevOps ile ilgili kısımlarına verilen yanıtların değerlendirilmesi yapılmaktadır. Dördüncü kısımda, yazılım mühendisliği derslerinde IBM Bluemix ve DevOps'un kullanılması ile elde edilen deneyimler değerlendirilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde sonuçlar ve gelecekte bu çalışmaya eklenmesi planlanan çalışmalar anlatılmıştır.

2 IBM Bluemix Platformu

2.1 Bulut Bilişim Tanımı

Son yıllarda popülerliği gittikçe artan bulut bilişim kavramının en çok kullanılan ve atıf yapılan tanımı Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından yapılmıştır [2]. Dünyada geçerlilik kazanmış bu tanımı Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) Türkçeye şöyle çevirmiştir: “Bulut bilişim, yapılandırılabilir bilişim kaynaklarından oluşan ortak bir havuza, uygun koşullarda ve isteğe bağlı olarak her zaman, her yerden erişime imkân veren bir modeldir. Söz konusu kaynaklar (bilgisayar ağları, sunucular, veri tabanları, uygulamalar, hizmetler vb.) asgari düzeyde yönetsel çaba ve hizmet alıcı-hizmet sağlayıcı etkileşimi gerektirecek kolaylıkta tedarik edilebilmekte ve elden çıkarılabilmektedir.” [3].

Bu tanıma göre bulut bilişimin temel unsurları olarak isteğe bağlı, kendi kendine hizmet; geniş bir ağ erişimi; bilişim kaynaklarının toplandığı ortak bir havuz; çabuk, esnek ve ölçülebilir hizmet sayılabilir. Bulut bilişimin konumlandırma modelleri ise kişiye özel, topluluğa özel, kamuya açık ve melez olmak üzere dört çeşittir.

Bulut bilişim üzerinden hizmet sunumu üç temel model çerçevesinde yapılmaktadır:

Servis Olarak Yazılım (SaaS): Sunucu üzerindeki bir yazılımın birden fazla kullanıcıya sunulmasını sağlayan bir modeldir. Kullanıcı herhangi bir geliştirme ya da programlama yapmaz, sadece söz konusu yazılımı kendi kullanım amacına göre özelleştirebilir. [4].

Servis Olarak Altyapı (IaaS): Kullanıcıya yapılandırılabilir işlemci, depolama, ağ bileşenleri gibi ihtiyaçları sunan, bunların üzerine bir işletim sistemleri ve uygulamalar kurmasına olanak sağlayan bir modeldir.

Servis Olarak Platform (PaaS): Kullanıcıya uygulama geliştirip çalıştırabileceği bir platformu, bunun yanında söz konusu uygulamaların geliştirilmesi için gerekli servis ve teknolojileri sunulmasını sağlayan bir modeldir [3].

2.2 IBM Bluemix Servis Olarak Platform Ortamı

IBM Bluemix, hızlı uygulama geliştirme, konumlandırma ve bakım olanağı sunan bir PaaS bulut uygulamasıdır [5]. Kullanıcısına geliştirdiği uygulamalarda kullanılmak üzere çeşitli hazır servisler sunan Bluemix, çeşitli programlama dillerinde uygulama geliştirmeye olanak sağlamaktadır. Kullanıcıya uygulama geliştirirken, komut satırı, Bluemix arayüzü, veya alışkın olduğu tümleşik geliştirme ortamı (IDE) kullanma seçenekleri sunulmaktadır. Bununla birlikte, IBM Bluemix, IBM DevOps ile entegre çalışarak uygulama geliştirme süreci yönetimi için de çözüm önermektedir.

IBM Bluemix, sunduğu çözümlerle ve IBM markasının bilinirliği ile birlikte dünya genelinde kullanılmaya başlayan bir ürün durumundadır. Takım çalışması yönetimi, uygulama geliştirme, konumlandırma, sürüm kontrolü gibi konularda sunduğu kolaylıklar, IBM Bluemix'i bilgisayar bilimi ve mühendislik eğitimi veren okullar için de önemli bir seçenek haline getirmiştir. Hindistan'da Meerut Institute of Engineering and Technology (MIET) [6], Danimarka'da Technical University of Denmark (DTU) [7], ve Bangkok'ta King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) [8] verdikleri eğitimlerin içinde IBM Bluemix'i bir araç olarak kullanan örneklerden bir kaçıdır. Yine de bulut bilişimin yeni sayılacak bir teknoloji olduğu göz önüne alındığında bu teknolojinin bir ürünü olan IBM Bluemix'in de henüz geleneksel uygulama geliştirme metotları ile yarışacak bir kullanım yaygınlığına sahip olmadığını belirtmek gerekir. MIET ve KMUTT; bulut bilişimin sektörde önemli bir konu olacağı düşüncesi ile öğrencilerini bu konuda geliştirmek ve bu sayede diğer eğitim kurumlarından bir adım öne geçebilmek adına IBM Bluemix'i eğitimlerine dâhil etmiştir. DTU; IBM ve Lyngby-Taarbaek Belediyesi ile işbirliği içinde bir hakaton düzenlemiş ve katılımcılar IBM Bluemix ve DevOps kullanarak belediyenin enerji tasarrufu, trafik planlaması, yaşlı bakımı gibi konulardaki sorunlarına çözüm önerileri geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın verilen örneklerden farkı, IBM Bluemix ve DevOps'un eğitim sistemine katılmasının yarattığı sonuçları temel paydaşlardan olan öğrencilerin fikirleri ile sunmasıdır.

2.3 IBM Bluemix'in Yazılım Mühendisliği Derslerinde Kullanımı

IBM Bluemix, İzmir Üniversitesi Yazılım Mühendisliği bölümünde 2015-2016 Güz Döneminde Yazılım Mühendisliği Proje Yönetimi dersinde kullanılmıştır. Bu derste öğrenciler Bluemix üzerinde, 8-9 kişilik 3 grup halinde çeşitli web servislerini ve bu servisleri kullanan mobil uygulamayı içeren bir e-katılım sistemi geliştirmişlerdir. IBM Bluemix, bir sonraki dönemde, çoğunluğunu bahsedilen Yazılım Mühendisliği Proje Yönetimi dersini almış öğrencilerin katıldığı Yazılım Kalite Güvencesi dersinde de kullanılmıştır. Bu derste, öğrenciler Proje Yönetimi dersinde geliştirilen uygulamalara ek özellikler katarak uygulamalarını geliştirmeye devam etmişlerdir.

2.4 Anket Sonuçları

Yazılım Kalite Güvencesi dersini alan 20 öğrenciye, dönem sonunda IBM Bluemix ile deneyimleri hakkında bir anket uygulanmıştır. Bu ankette yer alan sorulardan bazıları verilen yanıtların değerlendirilmesi ile birlikte aşağıda yer almaktadır.

IBM Bluemix ile ilgili genel deneyimleri sorulduğunda öğrencilerin %5'i muhteşem, %15'i çok iyi, %55'i iyi, %20'si ortalama ve %5'i zayıf yanıtını vermiştir.

Anketin IBM Bluemix'in en beğendiğiniz özelliği ne oldu sorusuna verilen yanıtların bir kısmı IBM DevOps'un süreç yönetimi ile ilgili özellikleri üzerine olmuştur. Bluemix için verilen yanıtlar kullanıcı arayüzü, sunulan hazır hizmetlerin fazlalığı, geliştirilen koda ulaşım kolaylığı gibi konular olsa da, yanıtlar herhangi bir konu üzerinde yoğunlaşmamıştır.

IBM Bluemix'in ankete göre beğenilmeyen özelliklerinin başlıcaları ise sunulan hazır hizmetlerin ücretli olması ve platformun yavaşlığıdır.

Geleneksel uygulama geliştirme yöntemleri ile IBM Bluemix'i karşılaştırmaları istendiğinde, öğrencilerin % 40'ı arada bir fark olmadığını, %25'i IBM Bluemix'in daha iyi olduğunu, %20'si IBM Bluemix'in daha kötü olduğunu, %10'u Bluemix'in çok daha iyi olduğunu, %5'i ise Bluemix'in çok daha kötü olduğunu belirtmiştir.

Anket sonucuna göre öğrencilerin %60'ı başka bir proje için arkadaşına IBM Bluemix'i önereceğini, %30'u ise önermeyeceğini belirtmiştir. Öğrencilerin %10'unun bu soruya yanıtı yoktur.

3 IBM DevOps Çözümü

3.1 DevOps

DevOps, “Development” ve “Operations” kelimelerinin kısaltılmasıyla oluşmuş bir terimdir. Yazılım Geliştirme Takımı ve Bilgi Teknolojileri Operasyon Takımı arasında etkili iletişimi ve işbirliğini arttırmayı hedefleyen bir kurumsal yazılım geliştirme kültürünü simgelemektedir. DevOps akımının hedefi, bu iki iş birimi arasındaki çevik ilişkiyi daha iyi bir iletişim ve işbirliği ile değiştirmek ve geliştirmektir. DevOps: A Software Architect's Perspective kitabında DevOps için şu tanımlı vermektedir: “DevOps, bir sisteme bir değişikliği işleme ve canlı sistem üzerinde bu değişikliğin yer alması arasındaki süreyi azaltmayı amaçlayan, aynı zamanda yüksek kalite sağlamaya çalışan bir dizi pratikler kümesidir. “ [9].

3.2 IBM DevOps Çözümü

IBM DevOps Çözümü, sunulan DevOps çözümlerinden bir tanesidir. IBM DevOps yaklaşımı birimler arası işbirliği ve iletişim için güçlü bir çözüm sunmaktadır [10]. DevOps çözümü, müşteriye geri bildirim süresini azaltabilir, kaliteyi artırabilir, riskleri ve maliyetleri azaltabilir ve uçtan uca yaşam döngüsü boyunca süreçleri, kültürleri ve araçları birleştirebilir.

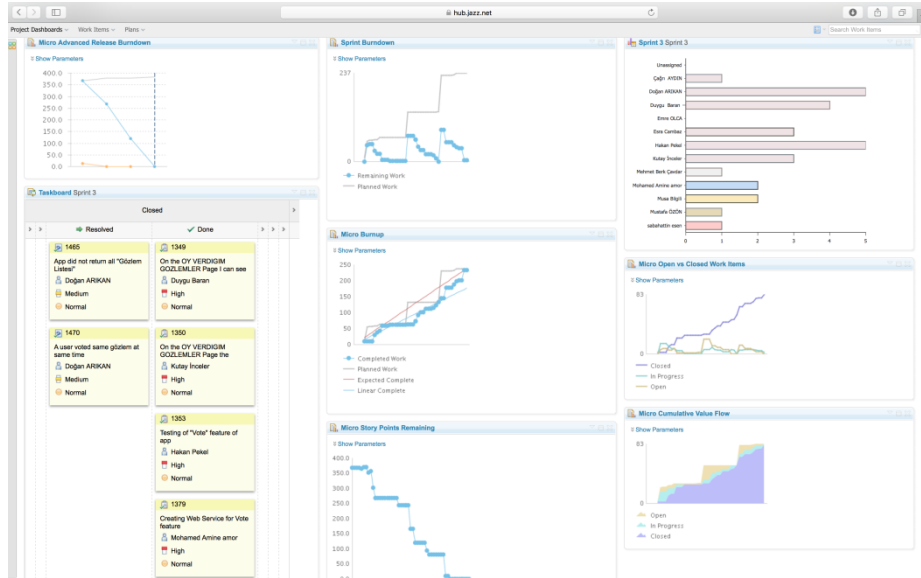
3.3 IBM DevOps Çözümünün Yazılım Mühendisliği Derslerinde Kullanımı

IBM DevOps çözümü, Yazılım Mühendisliği Bölümü Yazılım Kalite Güvencesi dersinde öğrenciler tarafından proje yönetimi amacıyla kullanılmıştır. Daha önceki dönemlerde DevOps çözümü yerine IBM Rational Collaborative LifeCycle Management [11] kullanılıyorken sonrasında bulut üzerinde IBM Bluemix platformu ile entegre çalışan IBM DevOps çözümüne geçilmiştir.

Yazılım Kalite Güvencesi dersini alan öğrenciler 3 gruba ayrılmıştır. 2 grup Çevik (Agile) Yazılım Geliştirme Yaklaşımını [12], diğer grup ise Birleştirilmiş Süreç (Unified Process) Yazılım Geliştirme Sürecini [13] benimsemişlerdir. Grup içinde farklı sorumluluklar tanımlanarak, Analiz - Geliştirme - Test gibi alt gruplar oluşturulmuştur. Çevik yazılım geliştirme yaklaşımını tercih eden bir grup, hem Bluemix platformunu kullanmada hem de Bluemix’ e entegre olarak çalışan DevOps çözümünü kullanmada çok başarılı olmuşlardır. Grubun tüm üyeleri DevOps çözümünü kullanmamakla birlikte, 2 kişi DevOps sorumluluğunu üstlenmiştir. Diğer Çevik ekibinden de yine 2 kişi DevOps sorumluluğunu yüklenmiş ve beklenen işleri ilk grup kadar üst düzeyde olmasa da yerine getirmişlerdir. Birleştirilmiş Süreci benimseyen grup en zayıf grup olarak görülmüştür. Bluemix ve DevOps yapılarını anlamakta zorluk çekmişler ve pratiğe dökmekte sıkıntı yaşamışlardır.

Çevik yazılım geliştirme sürecini benimseyen ve DevOps çözümünü de başarılı şekilde kullanmış olan grubun ilerlemesi şu şekilde olmuştur: Öncelikle İş Listesi (Product Backlog) kayıtlarını Kullanıcı Hikâyesi (User Story) olarak girmişlerdir. Proje genelinde 4 Koşu (Sprint) belirlemişlerdir. Her koşudan önce, öncelikli olan işleri koşulara almışlardır. Koşu sırasında ise, koşu' ya aldıkları hikâyeler için işler belirlenmiştir. Hikâyeler işlere bölünmüş ve bu işler ait oldukları koşularda koşulmuştur.

DevOps üzerinde çalışan gruplar, projeleri için grafikler alabilmekte, bunları durum raporlarında sunabilmektedirler. İlgili ders kapsamında alınan bazı grafikler Şekil 1' de verilmektedir. Bunlar Sprint Burndown, Sprint Burnup, Open vs Closed Work Items, Story Points Remaining, Team Velocity, Cumulative Value Flow ve Retrospective Release Burndown grafikleridir.



Şekil. 1. IBM DevOps Üzerinden Alınan Grafikler

Sonuç olarak, Yazılım Kalite Güvencesi dersinde öğrenciler, dersin projesini geliştirme sürecinin birçok aşamasında, İş Listesi oluştururken, Koşular belirlenip bu Koşularda koşulacak İş Öğeleri yaratılmış, her İş Öğesi bir kişiye atanmış ve tüm bunların takibinde IBM DevOps çözümü kullanılmıştır.

3.4 Anket Sonuçları

Yazılım Kalite Güvencesi dersinde kullanılan IBM DevOps çözümü için dönem sonunda öğrencilerin DevOps çözümü hakkındaki düşüncelerini öğrenmek amacıyla

öğrencilere bir anket uygulanmıştır. Bu ankette IBM'in DevOps uygulaması için geliştirdiği uygulama-tabanlı bir çerçevede (DevOps olgunluk modeli) [14] yer alan sorular ile öğrencilerin deneyimlerini değerlendirecekleri bazı sorular yer almıştır. Anket 20 öğrenciye uygulanmıştır. Sorular ve genel değerlendirme yanıtları aşağıda verilmektedir.

- IBM DevOps çözümünü hangi yazılım geliştirme süreci için kullandınız?
Öğrencilerin %70'i IBM DevOps çözümünü hangi yazılım geliştirme süreci için kullandınız sorusuna SCRUM cevabını verirken, %40'ı UP cevabını vermiştir. Öğrencilerin %20'si her iki seçeneği işaretlemiş, %5'i bu soruya cevap vermemiştir.
- IBM DevOps ile genel deneyiminizi değerlendirin.
Öğrencilerin %10'u IBM DevOps hakkında genel deneyimlerini çok iyi, %60'ı iyi, %5'i ortalama ve %5'i zayıf olarak tanımlamıştır. Öğrencilerin %10'u seçim yapmamıştır.
- IBM DevOps' ta en çok neyi beğendiniz?
Bu soru için verilen cevaplar; tüm kaynakların, gereksinimlerin ve kodun bir arada olmasının verimliliği, istatistiklerin ve grafiklerin başarılı olması, sağlanan araçlar, kolay ulaşım ve projenin organizasyonu şeklinde olmuştur.
- IBM DevOps' ta en az neyi beğendiniz ya da neyin değişmesini beklerdiniz?
Bu soru için verilen cevaplar şunlardır; kullanım zorluğu, test araçlarının yetersizliği ve kullanımının uzun zaman alması.
- Başka bir proje için herhangi bir arkadaşınıza IBM DevOps Çözümünü önerir misiniz?

Öğrencilerin %70'i IBM DevOps çözümünü arkadaşında önereceğini belirtirken %15'i önermem cevabını vermiştir. Neden olarak da çözümün karmaşık ve baştan kısa bir eğitim verilmezse öğrenmenin zor olduğunu yazmışlardır. %15 bu soruyu cevapsız bırakmışlardır.

Yazılım Kalite Güvencesi dersi sonunda IBM çözümleri için uygulanan anket, öğrencilerin bu çözümler hakkındaki genel düşüncelerini yansıtmaktadır. Öğrencilerin %80'i IBM DevOps çözümü için olumlu düşünmekte ve bu çözümü başkalarına önerdiğini belirten öğrencilerin oranı %70'tir.

4 Değerlendirme

Yazılım Proje Yönetimi ve Yazılım Kalite Sağlama dersleri kapsamında IBM Bluemix Platformu ve IBM DevOps çözümü kullanılmıştır. Öğrenciler, bu dersler dâhilinde projelerini IBM Bluemix üzerinde geliştirmişlerdir. Proje yönetimi için süreç takibini IBM DevOps çözümü üzerinden yönetmişlerdir. Dönem boyunca IBM Bluemix kullanımında genel olarak öğrencilerin zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin ilgili dersleri almalarından yaklaşık 1 yıl önce konu ile ilgili IBM eğitmenleri tarafından kısa eğitimler verilmiştir. Öğrenciler bu eğitimlere çok ilgi göstermemişlerdir. Söz konusu dersleri alıp projelerine başladıklarında ise dersin laboratuvar asistanları tarafından her hafta konular ile ilgili destek sağlanmış, ancak yine de öğrenciler Bluemix ve DevOps için eğitime gerek duymuşlardır.

IBM Bluemix platformunda yaşanan sıkıntılar IBM DevOps' a göre daha fazla olmuştur. Var olan kodun Bluemix platformuna yüklenmesi, Bluemix platformunun Eclipse ile entegrasyonu, Bluemix üzerinde kodun geliştirilmesi projenin ayağa kaldırılması ve GitHub üzerinde yedeklerin oluşturulması yaşanan sıkıntılardır.

IBM DevOps çözümü nispeten daha rahat kullanılmıştır. Dersi alan öğrencilerin bir önceki yılda aldıkları ders kapsamında IBM Rational CLM [11] uygulama yaşam döngüsü yönetim çözümünü tanımaları kolaylık sağlamıştır. IBM Rational CLM dâhilinde IBM DOORS, IBM Team Concert ve IBM Quality Manager ürünlerini ayrı ayrı kullanmışlardır. IBM DevOps çözümünde kullandıkları ortam da bulut üzerinde servis olarak sağlanan Team Concert ürünü olduğu için DevOps geçişi ve kullanımı daha başarılı gerçekleşmiştir.

5 Sonuçlar

Bu çalışmada, İzmir Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümünde verilen Yazılım Proje Yönetimi ve Yazılım Kalite Sağlama derslerinde, öğrencilerin projelerinde kullanılan IBM Bluemix platformu ve IBM DevOps çözümüne ilişkin deneyimler aktarılmıştır. Bu platformları öğrenmek ve projelerde kullanmak için en az iki-üç aylık bir zaman gerekmektedir. Bu zamanı harcayıp temel bilgi ve becerileri kazanan öğrenciler projelerinde yazılım yaşam döngüsünü takım içinde işbirliği ile yönetmek için yeterli bir duruma gelebilmektedirler. Bahsedilen süreyi bir eğitim yarıyılı içerisinde ayırabilmek her ne kadar hem öğrencilere hem de eğitmenlere ek zorluklar ve iş yükü getirirse de [4][15] çalışmalarında da yer verildiği üzere yazılım sektörünün geleceğinde bulut bilişimin yeri ve önemi daha da artacaktır. Yazılım mühendisliği eğitiminin temel hedeflerinden birisi olması gereken yeni teknolojilere uyum sağlayabilen öğrencilerin yetiştirilebilmesi adına daha iyi bir yöntem bulununcaya kadar hem öğrencilerin hem de eğitmenlerin bahsedilen fazladan iş yükünün altına girmesi gerekli görünmektedir [16][17]. Öğrencilere uygulanan ankette IBM'in DevOps uygulaması için geliştirdiği uygulama-tabanlı çerçevede (DevOps olgunluk modeli) [12] yer alan sorulara ilişkin analizin sonuçları burada sunulmamıştır. Bu analizler ve IBM DevOps olgunluk modeli kapsamında öğrencilerin olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesi ileride yapılacak çalışmalarda yer alacaktır.

6 Teşekkürler

Verdikleri destek ve eğitimler için IBM Türkiye ve IBM Orta Doğu & Avrupa ve Türkiye Üniversite İlişkileri Lideri Jale Akyel' e teşekkür ederiz.

7 Referanslar

1. Bass, M.: Software Engineering Education in the New World: What Needs to Change?, IEEE 29th Int. Conf. Softw. Eng. Educ. Train. 213–221 (2016).
2. Mell, P., Grance, T.: The NIST definition of cloud computing. NIST Spec. Publ. 145, 7 (2011).
3. Bulut Bilişim. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. (2013).
4. Bhardwaj, S., Jain, L., Jain, S.: Cloud Computing : a Study of Infrastructure As a Service (IaaS). Int. J. Eng. 2, 60–63 (2010).
5. Tomala-reyes, A.: What is IBM Bluemix? IBM ' s Open Cloud Architecture implementation based on the Cloud Foundry project. 1–4 (2015).
6. Agarwal, G.: MIET offers first-of-a-kind cloud app development education program in India. (1997).
7. Study, C., Hackathon, B.D.: Technical University of Denmark devises solutions for civic challenges. (2015).
8. Ninrutsirikun, U.: King Mongkut ' s University (2014).
9. Len Bass, Ingo Weber, L.Z.: DevOps: A Software Architect's Perspective, Addison-Wesley Professional. Addison-Wesley Professional.
10. Leadership, T., Paper, W.: DevOps for hybrid cloud : an IBM point of view. (2016).
11. Rational Collaborative Lifecycle Management, <http://www-03.ibm.com/software/products/en/ratlclm>.
12. Fowler M., Highsmith J.: The Agile Manifesto, Software Development, pp. 28-32 (2011).
13. Kruchten P.: The Rational Unified Process: an introduction, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA (1999).
14. Adopting the IBM DevOps approach for continuous software delivery, <http://www.ibm.com/developerworks/library/d-adoption-paths/index.html?ca=dat-> (2016).
15. Hayes, B.: Cloud Computing. Communications of The Acn, <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30550235/news-cloud-computing.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1474662609>

&Signature=FdXn4vl02cQwIyGGV9PXuHXNXTE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCloud_computing.pdf (2008).

16. Ghezzi, C., Mandrioli, D.: The Challenges of Software Engineering Education. Software Engineering Education in the Modern Age, Vol. 4309, pp. 115-127, http://link.springer.com/chapter/10.1007/11949374_8 (2006).
17. Topalođlu, N. Y.: Yazılım Mühendisliği Eğitimi. <http://web.firat.edu.tr/mbaykara/yazmuhegitim.pdf>.