

ISBSG Veri Seti Kullanılarak Yazılım Efor Kestirimi: Çoklu Durum Çalışmaları

Software Effort Estimation Using ISBSG Dataset: Multiple Case Studies

Hüseyin Ünlü, Ali Görkem Yalçın, Dilek Öztürk, Güliz Akkaya, Mert Kalecik, Nazım Umut Ekici, Oğuzhan Orhan, Okan Çiftçi, Selen Yumlu ve Onur Demirörs
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İzmir, Türkiye
{huseyinunlu, aliyalcin, dilekozturk, gulizakkaya, mertkalecik, nazimekici, oguzhanorhan, okanciftci, selenyumlu, onurdemirors@iyte.edu.tr}

Özet—Efor kestirimi yazılım projelerinin planlanmasında temel aktivitelerden biridir. Objektif, tekrarlanabilir efor kestirimleri genelde iki ana girdiye ihtiyaç duyar: yazılım büyüklüğü ve efor verisi. Yazılımın büyüklüğü fonksiyonel büyüklük olarak ölçüldüğünde projenin gereksinimlerinin tanımlı olmasından sonra her aşamasında ölçülebilir. Ancak, organizasyonlarda geçmiş projelere ait efor verisine her zaman ulaşmak mümkün olamamaktadır. Bu durumda yeni projeler için geçmiş verilerden yola çıkarak efor kestirim modelleri oluşturmak güç olabilir. Uluslararası Yazılım Kıyaslama Standartları Grubu (International Software Benchmarking Standards Group – ISBSG) veri seti dünya çapında birçok organizasyon tarafından sağlanan yazılım büyüklüğü ve efor bilgisi içeren çok sayıda proje bilgisi içerir. Bu veri seti organizasyonlarda efor kestirimi için kullanılabilir. Bu çalışmada, ISBSG veri setinin sektördeki organizasyonlara ait projelerin efor kestiriminde yararlı olup olmadığını araştırmak amacıyla lisansüstü öğrencileri ile çoklu durum çalışması yapılmıştır. Öğrenciler, çalıştıkları organizasyona ait bir projeyi öncelikle COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm yöntemi ile ölçmüş, sonrasında da ISBSG veri setini kullanarak efor kestirim modeli oluşturmuş ve projenin efor tahminini gerçekleştirmiştir. Çalışma sonuçları, efor verisi bulunamayan durumlarda ISBSG kullanarak tutarlı bir efor kestirim modelini oluşturmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler—*yazılım efor kestirimi, yazılım büyüklük ölçümü, COSMIC, ISO 19761, ISBSG, durum çalışması*

Abstract— Effort estimation is one of the base activities in software project planning. There are two base inputs needed for the effort estimation: software size and effort data. The size of the software can be measured in different stages of the project. However, there are known problems regarding effort data collection in the industry. In these circumstances, effort estimation can be difficult in organizations. International Software Benchmarking Standards Group (ISBSG) dataset includes many projects including the size and effort data provided by different organizations. This dataset can be used in organizations for effort estimation. In this study, we performed case studies with graduate students to explore if the ISBSG dataset is beneficial for the effort estimation in their organizations. Firstly, students measured the size of a project from their organizations using the COSMIC Functional Size Measurement Method. Then, they formed an effort estimation model using ISBSG data and predicted the effort for their

project. Our study shows the applicability of using ISBSG for effort estimation when there is no effort data in an organization.

Keywords—*software effort estimation, software size measurement, COSMIC, ISO 19761, ISBSG, case study*

I. GİRİŞ

Yazılım projelerinin zamanında ve başarılı bir şekilde tamamlanması için kaynakların iyi yönetilmesi gerekmektedir. Kaynakların iyi yönetilmesi ise başarılı bir proje planı ve proje yönetim sürecine bağlıdır. Bir yazılım projesinin hassas bir proje planı yapılmadan başarılı olma olasılığı oldukça düşüktür [1].

Proje planlama sürecinde yazılım büyüklüğünün ölçümü ile buna bağlı maliyet ve zaman kestirimleri yazılım projelerinde temel kaynak olan gerekli insan kaynağını doğru kestirebilmek için büyük önem taşımaktadır [2], [3]. Objektif, tekrarlanabilir efor kestirimlerinin yapılabilmesi için genelde iki temel girdiye ihtiyaç duyulur: yazılım büyüklüğü ve geçmiş efor verisi. Tamamlanan projeler için yazılım büyüklüğünün ölçümü mümkün ancak geçmiş projelere ait efor verisine her zaman ulaşmak mümkün olamamaktadır. Bu durumda yeni projeler için efor kestirimi yapmak güç olabilir [4]. Bu verilerin hatalı toplanması yanlış efor kestirimlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir ve bunun sonucunda hatalı veriler ile planlanan projelerin büyük bir bölümü başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir [5].

Uluslararası Yazılım Kıyaslama Standartları Grubu (International Software Benchmarking Standards Group – ISBSG) 1997 yılında Avustralya’da kurulmuş bir organizasyondur. ISBSG, bilgi teknolojileri sektöründe bulunan proje verilerinin sektördeki organizasyonlar tarafından kullanılarak yazılım ürünü planlamalarını iyileştirilmesini hedefler [6]. Kullanılan veriler güvenilir, global bilgi teknolojileri organizasyonlarından alınır ve belirli kalite standartlarına göre değerlendirilir [7].

Bu veri setinin yazılım organizasyonları için önemi bu kadar geniş bir proje verisinin rahatlıkla bulunamamasından gelir. Organizasyona ait geçmiş projelerde efor verisi bulunmadığı durumlarda ISBSG veri seti kullanılarak efor kestirim modeli oluşturulabilir. ISBSG veri seti, zengin proje içeriği sayesinde yazılım organizasyonlarında efor kestirimi

kullanıma uygun bir kaynak olabilir. ISBSG veri setinde yer alan projeler yazılım büyüklük ve efor bilgisinin yanı sıra endüstri sektörü, organizasyon tipi, uygulama grubu, geliştirme türü ve programlama dili gibi birçok bilgi içerir. Bu sayede, efor kestirimi yapılmak istenen proje özellikleri göz önünde bulundurularak veri setinin filtrelenmesiyle benzer özellikteki projeleri içeren efor kestirim modeli oluşturulabilir. Ancak, proje filtreleme aşamasında benzer özellikleri içeren bir veri seti oluşturma ile yeterli sayıda proje içeren bir veri seti arasındaki denge sağlanmalıdır.

Bu çalışmada, ISBSG veri setinin yazılım efor kestiriminde kullanılabilirliğini incelemek amacıyla lisansüstü öğrencileri ile kendi organizasyonlarına ait projeler ile 4 adet durum çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda, öğrenci takımları, çalıştıkları organizasyona ait tamamlanmış ve gerçekleşen eforları bilinen bir projeyi öncelikle COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm yöntemi ile ölçmüş, sonrasında da ISBSG veri setini kullanarak efor kestirim modeli oluşturmuş ve projenin efor tahminini gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak, dört projenin üçü için tutarlı bir model elde edilebilmiştir. Tutarlı bir model elde edilen projelerde, model ile kestirilen eforun gerçekleşen efordan ortalama sapma miktarı %15 olarak gözlemlenmiştir.

Bu çalışmanın geri kalan kısımları şu şekilde organize edilmiştir. Bölüm 2 ilgili çalışmaları, Bölüm 3 durum çalışmalarını anlatmaktadır. Durum çalışmalarının sonuçları Bölüm 4’de tartışılmakta ve Bölüm 5’de makalenin sonuçları ele alınmaktadır.

II. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

ISBSG, anonim ve sınırlı sayıda proje içeriğine rağmen organizasyonların kıyaslama sürecine yeni bir bakış açısı getirmiştir. Yazılım endüstrisi gelişmeye devam ettikçe ve daha rekabetçi hale geldikçe kıyaslama giderek daha önemli bir rol oynayacaktır[8]. Yazılım sektöründeki organizasyonlar ISBSG verisi, organizasyonların gelecekteki performans hedeflerini belirlemeleri için gerekli bilgileri sağlar. Örneğin; bankacılık sektöründe bir organizasyon organizasyon tipi (organization type) olarak “Banking”, geliştirme platformu (development platform) olarak “Main Frame” ve dil tipi (language type) olarak “4GL” gibi filtreleri seçebilir ve filtreleme sonucunda yer alan projelerin geliştirme hızı ile verimliliğinin minimum, maksimum, ortalama ve medyan gibi değerlerini hesaplayarak kendi performansını bu veri ile kıyaslayabilir; gelecek hedeflerini bu doğrultuda oluşturabilir.

Literatürde, ISBSG veri seti kullanılarak efor kestirimi gerçekleştirilen birçok çalışma bulunmaktadır. Gonzalez-Ladron-de-Guevara ve arkadaşları [9] tarafından yapılan sistematik literatür taramasında ISBSG ile efor kestirimi konusunda 107 çalışma incelenmiştir. Çalışma sonuçları ISBSG verisinde en sık kullanılan iki değişkenin büyüklük (size) ve efor (effort) bilgisini olduğunu; bunun yanında veri kalitesi (data quality ranking) ile ölçüm yaklaşımı (count approach) filtrelemelerinin de sıklıkla kullanıldığını göstermiştir. Ayrıca, yer alan 118 ISBSG değişkeninden 71’inin kalanlara oranla daha sıklıkla bağımsız değişken olarak kullanıldığı; birçok çalışmada ise verilerin eksik bilgi nedeniyle elendiği ortaya çıkmıştır.

Mendes ve arkadaşları [10] tarafından yapılan çalışmada ise organizasyona ait efor verisi ile ISBSG verisini efor kestirimindeki başarısını karşılaştırmıştır. Çalışma sonuçları ISBSG verisi ve organizasyon verisi ile oluşturulan efor

kestirim modellerinde hata oranının benzer olduğunu göstermiştir.

Özcan-Top ve arkadaşları [11] tarafından yapılan çalışmada finans sektöründe bir organizasyonda ISBSG, Albrecht, China, Desharnais, Finnish, Maxwell ve Kemerer veri setleri ile organizasyona ait veri seti kullanılarak efor kestirim modelleri oluşturulmuş ve bu modellere ait hata oranları hesaplanmıştır. Çalışma sonuçları organizasyon dışı veriyi efor kestiriminde kullanmanın zorluklarını öne çıkarmıştır. Ayrıca, gerçekleşen efora en yakın kestirimler organizasyon verisi ile yapılmış olup, ISBSG veri seti kullanılarak tahminlenen eforların organizasyon verisine en yakın sonuçları verdiği görülmüştür.

Özkan ve arkadaşları [12], [13] mevcut referans veri kümelerinde gördüğümüz veri niteliği, veri toplama yöntemleri ve veri seviyeleri ile ilgili problemlerin önüne geçecek, güvenilir verilerden oluşan ve sürdürülebilir bir veri kümesi, Yazılım Proje Referans Veri Kümesi (YPRVK) oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında daha doğru iş gücü kestirimleri ve alıcı kurumlar için güvenilir performans analizleri yapmaya olanak sağlayan ilk ulusal referans veri kümesi YPRVK’yı kullanarak iş gücü kestirim modeli EFES geliştirilmiştir. Bu model, 60’a yakın proje verisi oluşturulmuştur. Geliştirilen bu yeni iş gücü kestirim modeli uygulanarak başarılı sonuçlar ürettiğini tespit edilmiştir.

Yazılım projelerinde efor kestirimi yapabilmek için modelin doğru bir şekilde oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Toka ve Türektan [14] dört parametrik yazılım efor kestirim modelinin doğruluğunu 51 projede değerlendirmiştir. Bu çalışma, yazılım efor kestirim modeli konusunda gelişmelere ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

Lisansüstü derslerinde öğrencilerin konuları sahada uygulayarak öğrenmesi önemlidir. Daha önceki yıllarda, bu derisi alan başka bir öğrenci grubu bu yaptığımız çalışmada [15], öğrencilerin çalıştıkları organizasyonlarda bir proje ile ilgili hem ISO 15504 (Spice) [16] hem de AgilityMod [17] yaklaşımları kullanılarak ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmış, sonuçlar analiz edilmiş ve hangi organizasyonlar için hangi yaklaşımın daha uygun sonuçlar verdiğine dair incelemeler yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında AgilityMod’u daha uygun bulan dört durumda incelenen şirketler çevik (Agile) yazılım geliştirme süreci, uygun bulunmayan şirkette ise şelale (Waterfall) yazılım geliştirme süreci kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmamızda ise öğrencilerin COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm yöntemini ve efor kestirim sürecini çalıştıkları organizasyonlardan seçtikleri projedeki saha deneyimi ile öğrenmeleri hedeflenmiştir.

Literatürdeki çalışmalar tarandığında, ülkemizde bir lisansüstü dersini alan öğrencilerin çalıştıkları organizasyonlardan seçtikleri bir proje için ISBSG gibi uluslararası veri setleri kullanılarak efor kestirimi ile ilgili bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, ISBSG veri seti kullanılarak efor kestiriminin başarısını değerlendirmenin yanı sıra bu süreci eğitimsel olarak yazılım efor kestirimi alanında tecrübesi olmayan lisansüstü öğrencileri ile uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi de amaçlanmıştır.

III. DURUM ÇALIŞMALARI

Durum çalışmaları İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Lisansüstü öğrencileri tarafından gerçekleştirilmiştir. CENG556 – Yazılım Yönetimi dersi kapsamında yapılan bu çalışmada yüksek lisans/doktora

öğrencilerinden oluşan 5 takımdan üçü çalıştıkları organizasyonlara ait projeler üzerinde çalışmış olup diğer 2 takıma ise CENG316 – Yazılım Mühendisliği dersi kapsamında lisans öğrencileri tarafından geliştirilen 2 ayrı proje sağlanmıştır.

Çalışmanın iki ana aşaması bulunmaktadır: büyüklük ölçümü ve efor kestirimi. İlk aşamada, seçilen projenin işlevsel büyüklüğü COSMIC yöntemi ile ölçülerek COSMIC Fonksiyon Nokta (CFP) değeri hesaplanmıştır. COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm yöntemi veri hareketini baz alır. Bu amaç doğrultusunda yöntem, fonksiyonel kullanıcı gereksinimlerinin (functional user requirements – FUR) ve bu gereksinimlere ait fonksiyonel süreçler (functional process – FP) ile bu süreçlerin içinde yer alan veri hareketlerinin (data movement – DM) belirlenmesini önerir [18]. Bu veri hareketleri tek bir İlgi Nesnesi (Object of Interest - OOI) tanımlayan veri gruplarının akışı olarak belirlenir.

İkinci aşamada ise efor kestirimi için ISBSG veri setinden yararlanılmıştır. İlk adımda efor kestirimi yapılmak istenen (ölçüm yapılan) projenin özellikleri göz önünde bulundurularak ISBSG veri setindeki projeler filtrelenmiştir. İkinci adımda, filtrelenen ISBSG projeleri için gerçekleşen efor-yazılım büyüklüğü düzleminde bir doğrusal (lineer) regresyon modeli oluşturulmuş ve oluşturulan model ile projelerin tahmini efor bilgisi hesaplanmıştır. Gerçekleşen efor ile hesaplanan tahmini efor bilgileri kullanılarak Göreceli Hata (Relative Error – RE), Mutlak Göreceli Hata (Magnitude of Relative Error – MRE), Ortalama Mutlak Göreceli Hata (Mean Magnitude of Relative Error) ve PRED(30) değerleri hesaplanmıştır.

Üçüncü adımda, projelerin hesaplanan hata değerleri de göz önünde bulundurularak aykırı (outlier) projeler belirlenmiş ve bu projelerin özellikleri tekrar gözden geçirilmiştir. Efor kestirimi yapılmak istenen proje özellikleri ile uyum sağlamayan aykırı projeler elenerek ikinci adım tekrarlanmıştır. Son adımda ise aykırı projeler elenmeden önce ve sonra oluşturulan modeller ile ölçüm yapılan projenin tahmini eforu hesaplanmış ve gerçekleşen efor ile karşılaştırılarak ISBSG veri setinin seçilen projenin efor kestirimindeki başarısı değerlendirilmiştir.

A. Durum A

Durum A için bankacılık sektöründe bir iyileştirme projesi seçilmiş olup uygulamaya giriş ve çıkış adımları, menülerin görüntülenmesi, yeni hesap açılması, IBAN'a EFT yapılması ve telefon faturası ödeme akışlarını içeren 7 fonksiyonel gereksinim kapsamıştır. Projenin büyüklüğü 112 CFP olarak hesaplanmıştır. COSMIC ile ölçüm için harcanan efor 12 kişi-saat, efor kestirimi için harcanan efor 4.5 kişi-saat olup durum çalışmasını gerçekleştiren takım 3 kişiden oluşmaktadır. Projenin gerçek eforu 2728 kişi-saattir.

Proje özellikleri göz önünde bulundurularak ISBSG veri seti üzerinde Endüstri Sektörü (Industrial Sector) olarak olarak "Banking" ve "Financial", Birincil Programlama Dili (Primary Programming Language) olarak "Java", Geliştirme Türü (Development Type) olarak "Enhancement" ve Ölçüm Yaklaşımı (Count Approach) olarak "COSMIC" seçilmiş ve bu filtreleme sonucunda 19 proje listelenmiştir.

Filtreleme sonucunda elde edilen 19 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.298 olup bu model ile tahmin edilen eforların MMRE değeri 186.69, PRED(30) değeri ise 26.32 olarak hesaplanmıştır. Ölçülen

projenin tahmini eforu ise %3.4 göreceli hata oranı (RE) ile 2821 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veri setindeki aykırı projeleri belirlemek amacıyla efor-yazılım büyüklüğü ilişkisine bakılarak fonksiyonel büyüklüğü az olmasına rağmen eforu yüksek projeler ile fonksiyonel büyüklüğü fazla olmasına rağmen eforu düşük projeler belirlenmiş ve bu projelerin özellikleri tekrar gözden geçirilerek 10 proje veri setinden elenmiştir. Elenen projelerin çoğunluğunun işletim sistemi olarak "z/OS" veya geliştirme platformu olarak "MF" seçilen projeler olduğu görülmektedir.

Aykırı projelerin elenmesi sonucunda elde edilen 9 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.811 olup bu model ile tahmin edilen eforların MMRE değeri 40.57, PRED(30) değeri ise 66.67 olarak hesaplanmıştır. Güncellenen modelde daha iyi MMRE ve PRED(30) değerleri saptanmıştır. Ancak, ölçülen projenin tahmini eforu ise daha yüksek bir göreceli hata oranı (%13.49) ile 3153 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

B. Durum B

Durum B için seçilen proje bankacılık sektöründe olup proje kapsamında İnternet Bankacılığı sitesine yatırım ürünü için hesap açma, hesap kapama, emir yönetimi işlemleri eklenmesi gereksinimleri bulunmaktadır. Projenin büyüklüğü 29 CFP olarak hesaplanmıştır. COSMIC ile ölçüm için harcanan efor 6 kişi-saat, efor kestirimi için harcanan efor 4 kişi-saat olup durum çalışmasını gerçekleştiren takım 3 kişiden oluşmaktadır. Projenin gerçek eforu 4500 kişi-saattir.

Proje özellikleri göz önünde bulundurularak ISBSG veri seti üzerinde Endüstri Sektörü (Industrial Sector) olarak olarak "Banking", Organizasyon Tipi (Organisation Type) olarak "Banking", Uygulama Grubu (Application Group) olarak "Business Application, Uygulama Tipi (Application Type) olarak "Financial transaction process/accounting", Birincil Programlama Dili (Primary Programming Language) olarak "Java", "C#", ".Net" ve "C++", Geliştirme Türü (Development Type) olarak "New Development" ve Birincil İşletim Sistemi (1st Operating System) olarak "Windows XP" ile "Windows NT" seçilmiş ve bu filtreleme sonucunda 17 proje listelenmiştir.

Filtreleme sonucunda elde edilen 17 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.556 olup bu model ile tahmin edilen eforların MMRE değeri 103.63, PRED(30) değeri ise 29.41 olarak hesaplanmıştır. Ölçülen projenin tahmini eforu ise %45.18 göreceli hata oranı (RE) ile 2467 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veri setindeki aykırı projeleri belirlemek amacıyla MRE değerleri %50 üstünde olan projelerin incelenmesi sonucunda bu projelerin gerçekleşen efor değerlerinin fonksiyonel büyüklük ile karşılaştırıldığında tutarsız bir sonuç çıkardığı görülmüştür. Bu farklılığın farklı projelerde çalışan farklı kişilerin tecrübelerinin farklı olabileceği düşünüldükçe 9 proje veri setinden elenmiştir.

Aykırı projelerin elenmesi sonucunda elde edilen 8 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.815 olup bu model tahmin edilen eforların MMRE değeri 27.02, PRED(30) değeri ise 55.56 olarak gelişme göstermiştir. Ölçülen projenin tahmini eforu ise aykırı projeler elenmeden önce oluşturulan modele göre daha düşük bir göreceli hata oranı (%8.40) ile 4122 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

C. Durum C

Durum C için çalışmayı yapan takım üyeleri çalıştıkları organizasyonda güvenlik nedeniyle proje erişimi sağlayamamıştır. Bu nedenle, bu takıma CENG316 – Yazılım Mühendisliği dersi kapsamında lisans öğrencileri tarafından geliştirilen “Yüksek Lisans Öğrenci Sistemi” projesi sağlanmıştır. Proje İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisinin ders ve tez süreçleri ile ilgili evrak işlerini kapsamaktadır. Projenin büyüklüğü 173 CFP olarak hesaplanmıştır. COSMIC ile ölçüm için harcanan efor 8 kişi-saat, efor kestirimi için harcanan efor 12 kişi-saat olup durum çalışmasını gerçekleştiren takım 1 kişiden oluşmaktadır. Projenin gerçek eforu 1580 kişi-saattir.

Proje özellikleri göz önünde bulundurularak ISBSG veri seti üzerinde Veri Kalitesi (Data Quality Ranking) olarak “A”, Endüstri Sektörü (Industrial Sector) olarak “Education” ve “Governmental”, Uygulama Grubu (Application Group) olarak “Business Application, Ölçüm Yaklaşımı (Count Approach) olarak “COSMIC” ve “IFPUG” seçilmiş ve bu filtreleme sonucunda 44 proje listelenmiştir.

Filtreleme sonucunda elde edilen 44 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.748 olup bu model ile tahmin edilen eforların MMRE değeri 20.41, PRED(30) değeri ise 70.45 olarak hesaplanmıştır. Ölçülen projenin tahmini eforu ise %29.36 göreceli hata oranı (RE) ile 2044 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veri setindeki aykırı projeleri belirlemek amacıyla ilk olarak MRE değeri en yüksek proje incelenmiş ve bu projenin uygulama tipinin “İzinlerin ve lisansların yönetilmesi” olduğu gözlemlenmiştir. Kritik bir proje olduğu için deneyimli ekiple yürütülmüş olabileceği düşünülüp fonksiyon noktasına göre efor bilgisinin az olduğu kararlaştırılarak aykırı proje olarak seçilmiştir. İkinci aşamada ise 3 projenin gerçekleşen efor değerlerinin fonksiyonel büyüklük ile karşılaştırıldığında tutarsız bir sonuç çıkardığı görülmüştür. Bu projelerde eforun ortalamaya göre çok fazla olduğu belirlenmiştir. Proje özellikleri incelenmiş ve 2 projenin “Enhancement” projesi olduğu göz önünde bulundurularak proje içerisinde yeni ve eski teknolojilerin bir arada kullanılmasının yarattığı sorunlar düşünülerek elenmiştir. Sonuç olarak, 4 aykırı proje elenmiştir.

Aykırı projelerin elenmesi sonucunda elde edilen 40 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.864 olup bu model tahmin edilen eforların MMRE değeri 15.84, PRED(30) değeri ise 86.36 olarak gelişme göstermiştir. Ölçülen projenin tahmini eforu ise aykırı projeler elenmeden önce oluşturulan modele göre daha düşük bir göreceli hata oranı (%24.39) ile 1965 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

D. Durum D

Durum D için seçilen proje lojistik sektöründe olup proje kapsamında taşınacak yükü olan firmaların ihale açtığı, yükü taşımak isteyenlerin fiyat teklifi verdiği bir web platformu geliştirilmiştir. Projenin büyüklüğü 107 CFP olarak hesaplanmıştır. COSMIC ile ölçüm için harcanan efor 12 kişi-saat, efor kestirimi için harcanan efor 7.5 kişi-saat olup durum çalışmasını gerçekleştiren takım 3 kişiden oluşmaktadır. Projenin gerçek eforu 403 kişi-saattir.

Proje özellikleri göz önünde bulundurularak ISBSG veri seti üzerinde Veri Kalitesi (Data Quality Ranking) olarak “A” ve “B”, Organizasyon Tipi (Organisation Type) olarak “Defense” ve “Aerospace” dışındaki tüm seçenekler, Birincil

Programlama Dili (Primary Programming Language) olarak “Java”, ”, Geliştirme Türü (Development Type) olarak “New Development”, Ölçüm Yaklaşımı (Count Approach) olarak “COSMIC” ve Fonksiyonel Büyüklük (Functional Size) olarak 500’den küçük projeler seçilmiş ve bu filtreleme sonucunda 114 proje listelenmiştir.

Filtreleme sonucunda elde edilen 114 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.351 olup bu model ile tahmin edilen eforların MMRE değeri 345.39, PRED(30) değeri ise 12.28 olarak hesaplanmıştır. Ölçülen projenin tahmini eforu ise %395.03 göreceli hata oranı (RE) ile 1995 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veri setinde aykırı olan bir proje belirlenmiştir. Bu proje, benzer fonksiyonel büyüklüğe sahip diğer projelere kıyasla 10 kat efora sahip olması nedeniyle veri setinden elenmiştir.

Aykırı projenin elenmesi sonucunda elde edilen 113 proje kullanılarak oluşturulan efor kestirim modelinin R^2 değeri 0.474 olup bu model tahmin edilen eforların MMRE değeri 308.84, PRED(30) değeri ise 10.62 olarak gelişme göstermiştir. Ölçülen projenin tahmini eforu ise aykırı projeler elenmeden önce oluşturulan modele göre daha düşük bir göreceli hata oranı (%300.89) ile 1616 kişi-saat olarak hesaplanmıştır.

IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada yer alan takımlara gerçekleştirdikleri durum çalışmaları sonrasında sorulan sorular aşağıdaki şekildedir:

1. COSMIC yöntemi ile büyüklük ölçümü verimli miydi? Ölçüm için proje bulma konusunda zorluk çektiniz mi? Bulduğunuz projenin dökümanları COSMIC ile ölçüm için uygun / yeterli miydi?
2. COSMIC ölçüm sürecinde karşınıza çıkan engel(ler) nelerdi?
3. Organizasyonunuzda projenin efor bilgisini bulma konusunda zorluk çektiniz mi?
4. ISBSG veri setini kullanarak tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturabildiniz mi?
5. ISBSG veri setini kullanmak projenin eforunu tahmin etmek için yararlı oldu mu?
6. ISBSG veri setini filtrelerken hangi bilgileri kullandınız? Ne tür bilgiler olsaydı daha iyi olurdu?

A. Durum A

Takım A, COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm yönteminin projenin her aşamasında uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle verimli bulmuştur. Ölçüm yapılan projenin gereksinim ve tasarım dökümanlarına ulaşım sağlanmadığı için ekran görüntüleri kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Buna rağmen verimli bir ölçüm süreci gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Takım, COSMIC ölçüm sürecinde karşılaştığı en büyük engel olarak projeye ait gereksinim dökümanı ile veri tabanı tasarımının olmamasını belirtmiştir.

Projenin efor bilgisine ulaşma konusunda proje ve alan konusunda bilgili olmalarının onlara kolaylık sağladığını; ancak, proje alt yapısı geliştirme aşamasında hangi geliştirme süreçlerinin uygulandığını bilmedikleri için bu noktada daha fazla efor harcadıklarını belirtmiştir.

Bu durum çalışmasında, ISGSB veri seti kullanılarak tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturulduğu görülmektedir. Ancak, projenin tahmini eforu aykırı projeler elenmeden önce

oluşturulan modele göre daha düşük bir göreceli hata oranı ile hesaplanmıştır. Bu durum, aykırı projelerin belirlenmesinde organizasyon ile ortak hareket etmenin önemini göstermektedir. Her iki modelde de gerçek efora yakın değer bulunması ISBSG veri seti kullanmanın projenin eforunu tahmin etmek için yararlı olduğunu göstermiştir. Proje özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, ISBSG veri seti filtrelerinde programlama dili olarak Kotlin gibi günümüzde sıklıkla kullanılan diller ile geliştirilen projelerin eklenmesinin faydalı olabileceği belirtilmiştir.

B. Durum B

Takım B, COSMIC yöntemi ile büyüklük ölçümünün verimli ve sistematik olduğunu belirtmiştir. Ölçüm sürecinde karşılaşılan bir engel belirtilmemiştir.

Projenin efor bilgisine ulaşma konusunda organizasyonda çevik yazılım geliştirme süreci uygulandığı ve proje geliştirilirken efor girişleri sistematik olarak yapıldığından bir zorluk yaşamadıkları belirtilmiştir. Ayrıca, organizasyonda planlama aşamasında proje efor tahminlerinin yapıldığı belirtilmiş; ancak, bu tahminlerin gerçek efora ne kadar yakın olduğu belirtilmemiştir.

Bu durum çalışmasında da ISBSG veri seti kullanılarak tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturulduğu görülmektedir. Oluşturulan model ile gerçek efora yakın bir tahmini efor değeri saptanmıştır. Proje için efor kestirimi yapmak gerektiğinde ISBSG veri setine başvurulabileceği ancak bazı projelerde, filtreler uygulandıktan sonra elde kalan proje sayısının endişe verici olduğu takım tarafından belirtilmiştir. Takım üyeleri ISBSG veri setinde kullandıkları filtreleri yeterli bulmuştur.

C. Durum C

Takım C, diğer takımlar ile paralel olarak COSMIC ile büyüklük ölçümünün verimli olduğunu düşünmektedir. Yapılan büyüklük ölçümünün zaman ve kaynak yönetimi açısından önemli olan efor kestirimi için büyük bir önem taşıdığını belirtmiştir. Takım üyeleri, çalışmakta olduğu organizasyondan güvenlik nedeni ile proje bilgilerinin organizasyon dışına çıkarılmasına izin verilmediğini belirtmiş; bu nedenle, takıma lisans öğrencileri tarafından geliştirilen bir proje sağlanmıştır. Projenin gerçekleşen efor bilgisi de yine aynı şekilde takıma verilmiştir.

Takım üyeleri, ISBSG veri setindeki proje verilerinin günümüz teknolojilerine çok uygun olduğunu düşünmediklerini belirtmiştir. Örneğin, projenin geliştirildiği JavaScript dilinin kullanıldığı proje ISBSG veri setinde bulunmamaktadır. Bu nedenle, kısmen tutarlı bir efor kestirimi oluşturabildiklerini düşünmektedirler. Ancak, ilgili yazılım diline ait proje verisi olmasına rağmen projenin eforunu tahminlemek için büyük ölçüde yararlı olduğunu da düşünmektedirler. Bu düşünce ile paralel olarak, Durum A ve Durum B'ye göre daha yüksek hata oranı olmasına rağmen, oluşturdukları model ile tahminledikleri proje eforu gerçek efora yaklaşmaktadır. Takım, ISBSG veri setinde günümüzde kullanılan programlama dilleri ile geliştirilen projelerin de yer alması gerektiğini düşünmektedir.

D. Durum D

Takım D, platformun Minimum Uygulanabilir Ürün (Minimum Viable Product – MVP) fazı ölçüm için uygun boyutta ve iyi dokümanite edilmiş olduğu için bir zorluk yaşamadıklarını ve verimli bir ölçüm gerçekleştirdiklerini belirtmiştir. Ancak, bu projenin MVP dışındaki hiçbir fazı

benzer kalitede dokümanite edilmediği için MVP dokümantasyonun ölçüm için büyük önem taşıdığı belirtilmiştir. COSMIC ölçümünde genel olarak büyük bir engel ile karşılaşmamıştır; ancak; gereksinimleri parçalamada hangi düzeyde kalınması gerektiği ile ilgili tereddüt yaşanmıştır. Sonuç olarak, gereksinimler stabil bir düzeyde parçalanmıştır.

Organizasyonda projenin efor bilgisine ulaşma konusunda bir zorluk yaşanmamış, eski sprint worklog verilerinden efor bilgisine ulaşılmıştır.

Diğer durum çalışmalarına zıt olarak, bu durum çalışmasında tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturulamamıştır. Oluşturulan modelin R^2 , MRE ve PRED(30) değerleri tatmin edici bir seviyede bulunmamıştır. Tutarlı olmayan modelin sonucunda projenin eforunu tahmin etmek için ISBSG projeleri yararlı olmamış, %300 oranında hatalı bir efor tahmini ile sonuçlanmıştır.

Takım üyeleri, diğer proje bilgilerinin farklı organizasyonlar tarafından girildiği ve bu organizasyonlara proje ile ilgili ulaşma şansı olmadığı için benzer büyüklükteki projelerin eforları arasında çok fark olan durumları anlamlandırmanın zor olduğunu belirtmiştir. Bu durum çalışması, ISBSG veri setinde filtrelemenin tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturmak için büyük önem taşıdığını göstermektedir.

V. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Lisansüstü öğrencileri ile CENG 556 – Yazılım Yönetimi dersinde yapılan durum çalışmalarında ISBSG veri setinin organizasyonlar için yazılım efor kestiriminde kullanımının verimli olup olmadığı incelenmiştir. Bu çalışma için farklı endüstri ve teknoloji alanlarından, süreçleri tamamlanmış ve gerçek eforları bilinen 4 adet proje seçildi. Seçilen projelerin büyüklükleri COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm yöntemi kullanılarak ölçüldü. Ardından her proje için ISBSG veri seti ve bu çalışmada sunulan yöntem kullanılarak efor tahmininde bulunuldu. Sunulan yöntem ile, 4 projenin 3'ü için tutarlı bir model elde edilebildi. Tutarlı bir model elde edilen projelerde, model ile kestirilen eforun gerçekleşen efordan ortalama sapma miktarı %15 olarak gözlemlendi (Tablo I).

Öğrenci takımları COSMIC yöntemi ile ölçümün genel olarak verimli olduğunu belirtmiştir. Ölçüm sürecinde karşılaşılan genel sorun proje dokümanlarının ölçüm için yeterli olgunlukta olmamasıdır. Çevik proje geliştirme sürecini uygulayan kuruluşlarda projenin detaylı dokümanları olmaması günümüzde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur [19], [20]. Öğrenci takımları, bu engeli projenin ekran görüntülerini kullanarak aşmıştır.

TABLO I. DURUM ÇALIŞMALARINI ÖZETİ

Durum	ISBSG Proje Sayısı	MMRE (%)	PRED(30) (%)	Efor Sapma Miktarı (%)
A	9	40.57	66.67	13.49
B	8	27.02	55.56	8.40
C	40	15.84	86.36	24.39
D	113	308.84	10.62	300.89

Takımlar, genel olarak projenin gerçekleşen efor bilgisine ulaşma konusunda zorluk yaşamadıklarını belirtmiştir. Bunu

kolaylaştıran en önemli etmen olarak projeye ve teknolojiye hakim olmalarını belirtmişlerdir. Özetle, takımlar organizasyonlarında kendilerinin üzerinde çalıştığı projeleri kullandıkları için bu projeler ile ilgili bilgiye kolaylıkla ulaşmışlardır. Ayrıca, bu organizasyonlarda gerçekleşen efor bilgisinin kayıt altında tutulduğunu göstermektedir.

ISBSG veri setini kullanarak tutarlı bir model oluşturma oranı %75 olarak gözlemlenmiştir. Bu takımlar, aykırı (outlier) projeleri elerken modele uyum sağlamayan, göreceli hata oranı (RE) yüksek olan projeleri seçmiş ve bu projelerin özelliklerini tekrar gözden geçirmiştir. Ancak, çoğu projede aykırı bir özellik bulunamamış ve göreceli hata oranını yüksek olduğu için elenmiştir. Aykırı projelerin elenmesinde organizasyondan proje ile ilgili bilgi alınması, neden daha az/fazla efor ile gerçekleştiğinin altında yatan nedenin araştırılması doğru bir efor kestirim modeli oluşturabilmek için büyük önem taşımaktadır [21], [22]. Bu çalışmada yer alan durum çalışmalarında, aykırı projelerin doğrudan elenmesi elde kalan proje sayısının düşmesine neden olmuştur.

ISBSG veri setindeki projeleri kullanarak efor kestirim modeli oluşturmak için filtreleme yapılması gerekmektedir. Bu aşamada, proje özellikleri göz önünde bulundurularak ISBSG veri setinde filtreleme yapılması gerekmektedir. Bu, tutarlı bir model oluşturabilmenin önemli bir ön koşuldur [8]. Durum D için ISBSG veri setinde farklı filtrelemeler denenmesi ile tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturulması mümkün olabilir.

Doğru bir efor kestirim modeli oluşturulurken aykırı projelerin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Organizasyon bazlı efor kestirim süreçlerinde olası aykırı projeler belirlendikten sonra proje takımı ile bu projelerin değerlendirilmesi ve modelden çıkarılması için gereklendirilmesi gerekmektedir. Ancak, ISBSG veri seti ile oluşturulan efor kestirim modellerinde bu projelerin yazılım takımı ile değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla, aykırı projelerin belirlenmesinde bu projelerin tüm özellikleri diğer projeler ile dikkatle karşılaştırılmalı, gereksiz durumlarda eleme yapılmamalıdır.

ISBSG veri setindeki proje özellikleri durum çalışmaları kapsamında takımlar tarafından genel olarak yeterli bulunmuştur. Ancak, bazı takımlar projede kullanılan programlama dilleri (JavaScript, Kotlin, vs...) ile geliştirilen projeleri bulamadıklarını belirtmişlerdir. Dolayısıyla, ISBSG veri setine günümüzde kullanılan teknoloji ve programlama dilleri ile geliştirilen projelerin eklenmesi yararlı olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma ISBSG veri setini kullanarak tutarlı bir efor kestirim modeli oluşturmanın mümkün olduğunu göstermiştir. Ancak, her organizasyonun kültürü ve tecrübesi farklılık göstermektedir. Bu nedenle, efor kestiriminin büyük önem taşıdığı projelerde sadece ISBSG veri setine bağlı kalmak risk doğurabilir. ISBSG veri setini organizasyonda geçmiş projelere ait efor bilgisi olmadığı durumlarda kullanmak efor kestirimi için yararlı olacaktır. Ancak, bu yöntem ile geliştirilen efor kestirim modelinin organizasyonun verimliliği ile uymama riski de göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] A. I. Anton, "Successful software projects need requirements planning," *IEEE Software*, vol. 20, no. 3, pp. 44-, May 2003, doi: 10.1109/MS.2003.1196319.

[2] C. Gencel and O. Demirors, "Functional size measurement revisited," *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 17, no. 3, p. 15:1-15:36, Jun. 2008, doi: 10.1145/1363102.1363106.

[3] M. Agrawal and K. Chari, "Software Effort, Quality, and Cycle Time: A Study of CMM Level 5 Projects," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 33, no. 3, pp. 145-156, Mar. 2007, doi: 10.1109/TSE.2007.29.

[4] A. Özkaya, E. Ungan, and O. Demirors, "Common Practices and Problems in Effort Data Collection in the Software Industry," in *2011 Joint Conference of the 21st International Workshop on Software Measurement and the 6th International Conference on Software Process and Product Measurement*, Nov. 2011, pp. 308-313. doi: 10.1109/IWSM-MENSURA.2011.40.

[5] I. Attarzadeh and S. H. Ow, "Project management practices: Success versus failure," in *2008 International Symposium on Information Technology*, Aug. 2008, vol. 1, pp. 1-8. doi: 10.1109/ITSIM.2008.4631634.

[6] "About ISBSG," *ISBSG*. <https://www.isbsg.org/about-isbsg/> (accessed Jul. 11, 2021).

[7] "FAQ," *ISBSG*. <https://www.isbsg.org/faq/> (accessed Jul. 11, 2021).

[8] C. Lokan, T. Wright, P. Hill, and M. Stringer, "Organizational benchmarking using the ISBSG Data Repository," *IEEE Software*, vol. 18, no. 5, pp. 26-32, Sep. 2001, doi: 10.1109/52.951491.

[9] F. González-Ladrón-de-Guevara, M. Fernández-Diego, and C. Lokan, "The usage of ISBSG data fields in software effort estimation: A systematic mapping study," *Journal of Systems and Software*, vol. 113, pp. 188-215, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.jss.2015.11.040.

[10] E. Mendes, C. Lokan, R. Harrison, and C. Triggs, "A replicated comparison of cross-company and within-company effort estimation models using the ISBSG database," in *11th IEEE International Software Metrics Symposium (METRICS'05)*, Sep. 2005, p. 10 pp. -36. doi: 10.1109/METRICS.2005.4.

[11] O. O. Top, B. Ozkan, M. Nabi, and O. Demirors, "Internal and External Software Benchmark Repository Utilization for Effort Estimation," in *2011 Joint Conference of the 21st International Workshop on Software Measurement and the 6th International Conference on Software Process and Product Measurement*, Nov. 2011, pp. 302-307. doi: 10.1109/IWSM-MENSURA.2011.41.

[12] B. Özkan, E. Ungan, O. Demirors, Ö. Özcan Top, and M. Nabi, "Yazılım kestirimi için referans veri kümesi ve süreç odaklı bir yöntem," 2011.

[13] Ö. Özcan Top, M. Nabi, and O. Demirors, "Yazılım Organizasyonları İçin Geliştirilen Ulusal Bir Referans Veri Kümesi Ve Araç Seti," presented at the 5. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu, 2011.

[14] D. Toka and O. Turetken, "Accuracy of Contemporary Parametric Software Estimation Models: A Comparative Analysis," in *2013 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, Sep. 2013, pp. 313-316. doi: 10.1109/SEAA.2013.49.

[15] D. Yaşar et al., "Çeviklik Değerlendirme (AgilityMod) ve Süreç Yetenek Değerlendirme (SPICE) Modelleri Saha Uygulamaları," presented at the 13. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu, 2019.

[16] "ISO/IEC 33001:2015 Information technology - Process assessment," International Organization for Standardization, Standard, 2015. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/54175.html>

[17] O. Ozcan-Top and O. Demirors, "A Reference Model for Software Agility Assessment: AgilityMod," in *Software Process Improvement and Capability Determination*, Cham, 2015, pp. 145-158. doi: 10.1007/978-3-319-19860-6_12.

[18] "COSMIC Measurement Manual Version 4.0.2," The Common Software Measurement International Consortium, Dec. 2017. [Online]. Available: <https://cosmic-sizing.org/publications/measurement-manual-v4-0-2/>

[19] T. Hacıoğlu and O. Demirors, "Measurability of Functional Size in Agile Software Projects: Multiple Case Studies with COSMIC FSM," in *2019 45th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, Aug. 2019, pp. 204-211. doi: 10.1109/SEAA.2019.00041.

[20] M. Usman, E. Mendes, F. Weidt, and R. Britto, "Effort estimation in agile software development: a systematic literature review," in *Proceedings of the 10th International Conference on Predictive Models in Software Engineering*, New York, NY, USA, Sep. 2014, pp. 82-91. doi: 10.1145/2639490.2639503.

[21] A. Abran, *Software project estimation: the fundamentals for providing high quality information to decision makers*. John Wiley & Sons, 2015.

[22] C. Commeyne, A. Abran, and R. Djouab, "Effort estimation with story points and cosmic function points-an industry case study," *Software Measurement News*, vol. 21, no. 1, Art. no. 1, 2016.