

Yazılım Geliştirme Üretkenliğini Etkileyen Faktörlerin Açıklayıcı Faktör Analizi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi

Murat Yılmaz¹, Rory V. O'Connor^{2,3}, ve Abdul Kadir Görür¹

¹ Çankaya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Ankara, Türkiye
{myilmaz,agorur}@cankaya.edu.tr

² Bilgisayar Bilimleri Bölümü, Dublin Şehir Üniversitesi, İrlanda

³ Lero, İrlanda Yazılım Mühendisliği Araştırmaları Merkezi, İrlanda
roconnor@computing.dcu.ie

Özet Bu çalışmanın amacı yazılım mühendisliği üretkenlik ölçümleri için kullanılacak üretkenlik, sosyal üretkenlik ve sosyal sermaye kavramlarına dayalı (üç boyutlu) bir ölçek geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda yazılım geliştirme süreçlerini etkileyen etmenlerin sosyal ve teknik boyutları ve birbirleri ile olan ilişkileri hem teorik hem de pratik boyutta sorgulanmıştır. Araştırmanın teorik boyutunda, yazılım üretkenliği için yapılan bir literatür taraması sonucunda elde edilen etmenlerin yazılım süreçlerini etkileyen kavramlarla ilişkisi incelenmiş, ampirik boyutunda ise 213 yazılım mühendisi üzerinde yapılan bir anket yardımı ile bulunan etmenlerin öngörülen kavramlar yardımı ile ifade edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Bir başka deyişle, ölçeği oluşturan her bir etmenin birbirleriyle nasıl gruplaştıkları ve üretkenlik, sosyal üretkenlik ve sosyal sermaye kavramlarını ne ölçüde anlamlandırdıkları incelenmiştir. Yapılan öncül analiz sonuçlarına dayanarak, oluşturduğumuz ölçeğin, yazılım geliştirme üretkenliği, sosyal üretkenlik ve sosyal sermaye kavramlarını öngörülen etmenler cinsinden ifade edebilen, geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olduğu söylenebilir.

1 Giriş

Yazılım geliştiren organizasyonların en önemli hedeflerinden birisi yazılım geliştirme süreçlerinin en verimli şekilde yönetilmesidir. Bu hedef yazılım üretim süreçlerini etkileyen faktörlerin iyi bir şekilde irdelenmesi ile sağlanabilecektir. Geçen on yılda, yazılım mühendisliği araştırmacıları yazılım geliştirme aktivitelerinin önemli bir kısmını sosyal aktiviteler olarak görmeye başlamış ve bu faaliyetleri etkileyebilecek etmenler üzerinde araştırmalar başlatmışlardır [16,17]. Bu araştırmalarda çeşitli etmenlerin yazılım takım üretkenliklerini de doğrudan etkiledikleri fark edilmiştir [44], dolayısıyla bulunan etmenlere dayalı olarak yapılacak iyileştirmelerin yazılım süreçleri ile birlikte örgütsel üretkenliği de artıracığı kabulü öngörülmektedir.

Üretkenlik, ekonomik alanda üretimin temel taşlarından biri olarak kabul edilirken, yazılım geliştiren organizasyonlar için yarışmacı bir piyasada endüstriyel

başarı için kaçınılmaz bir gerekliliktir [10]. Yazılım araştırmalarında üretkenlik kavramının farklı çalışmalarda farklı tanımlanmasının bir temel sebebi, ölçümü için farklı metotlar önerilmiş olmasıdır [23]. Ancak, yazılım geliştirme üretkenliği konusundaki bir çok bilimsel yaklaşım, yazılım geliştiren organizasyonlarda üretkenliği etkileyen sosyal ve teknik faktörlerin beraber incelemesi konusunda yetersiz kalmaktadır.

Bu açınılayıcı çalışmanın birincil hedefi, yazılım geliştirme üretkenliğini etkileyen etmenlerin literatür araştırmasının yapılarak bağlantılarının ortaya çıkarılmasıdır. Bu yaklaşımla yapılan temel kabul, yazılım geliştirme üretkenliğinin gizil bir faktör gibi davrandığı kabulüdüdür. Dolayısıyla önemli bir notka; ölçülebilmesinin kendisini tanımlayan etmenler (indikatörler) vasıtası ile sağlanabilecek olması doğrultusundadır. Üretkenlik, komposit (karma boyutlu) bir değişken olarak düşünölmüş, bir birinden bağımsız bir grup etmen ile ilişkilendirilebileceği öngörölmüşüür. Bu biçimlendirici (formative) model ile etmenlerdeki değişikliğin üretkenliği değiştireceğini bu değişimin etmenlerden faktöre doğru bir nedensellik bağı oluşturup oluşturmadığı sınanacaktır. Bir diğer kabul ise üretkenliğin çok yönlü bir kavram (construct) olduğu ve gösterdiği değişimin sosyal boyutunun, sosyal kapital ve sosyal üretkenlik kavramları ile bağlantılarını esas olarak toplanan veriler ışığıında açıklanabileceği kabulüdüdür.

Bu makalenin devamı şu şekilde oluşturulmuştur. Bir sonraki bölümde, yazılım üretkenliğini etkileyen faktörler ile ilgili bir literatür taraması sunulacaktır. İkinci olarak üretkenlik, sosyal üretkenlik ve sosyal sermaye kavramları açıklanacaktır. Bölüm, faktör analizi ile ilgili temel bilgilendirme ile son bulacaktır. Üçüncü bölümde, literatürdeki bilgiler ışığıında hazırlanmış bir vaka çalışması sunulacaktır. Bu çalışma, yazılım süreçlerini etkileyen faktörler ile birlikte sosyal üretkenlik ve sosyal sermaye kavramları ile ilgili etmenlerin bir odak grup çalışması ile orta ölçekli bir şirkette yapılan analizi ve sonrasında bu analizden elde edilen verilerin üzerine kurgulanmış bilimsel bir anketin bir yazılım geliştiren organizasyonda yapılan uygulaması ve bu araştırmanın istatistiksel analizi ile sürdürölecektir. Dördüncü bölümde ise araştırma sırasında elde edilen sonuçlar tartişılacak, gelecekte yapılması planlanan çalışmalar hakkında bilgiler verilerek makale sonlandırılacaktır.

2 Araştırmanın Temelleri

Yazılım gelişime araştırmaları ve endüstriyel birikimler ışığıında sağlanan bir çok gelişmeye rağmen, yazılım geliştirme aktivitelerini etkileyen etmenlerin ölçümü konusunda kesin bir anlaşma sağlanamamıştır [29]. Öngörölen bir yöntem, yazılım üretkenliğinin bu üretkenliği etkileyen faktörler [30] cinsinden ifadesi olmaktadır. Bu yaklaşım ile birlikte temel üretkenlik faktörlerinin sosyal boyutunun da işin içine katılması ile yazılım üretkenliğinin sosyal sermaye ve sosyal üretkenlik boyutlarının yazılım üretkenliğine etkisi incelenebilecektir.

Bu bilgiler ışığıında, önce yazılım üretkenliği faktörleri literatürden ayıklanmış, daha sonra sosyal bilimlerce ifade edilmiş sosyal üretkenlik kavramı yapılan odak grup çalışması aracılığı ile endüstriyel araştırma ortakları ile tartişılarak

modellenmiştir. Bu çalışmadaki sosyal sermayeyi etkileyen etmenler ise Narayan ve Cassidiy'nin sosyal sermaye modelinden alınmıştır [28]. Toplanan bilgiler doğrultusunda hazırlanan anket (ölçek) çalışması, orta büyüklükteki bir yazılım şirketinde yürütülmüştür.

2.1 Yazılım Geliştirmede Üretkenlik

Üretkenlik endüstriyel anlamda kısıtlı bir zaman aralığında hedeflenen miktarda yapılan bir üretim olarak kabul edilebilir olsa da yazılım geliştirme üretkenliğinin ölçümü sorunlu bir süreçtir [34]. Klasik bakış açısında yazılım geliştirme üretkenliği yazılım ürününün, üretim maliyetlerine oranı olarak düşünülebilir. Ancak yazılım mühendisliği araştırmalarında bu ölçüm, kullanılan yazılım geliştirme süreçlerine bağlı çok farklı şekillerde uygulanmaktadır [15]. Trendowicz ve Munch [39] yazılım üretkenliğini etkileyen etmenlerinin örgütsel bağlantılara ve şirket dinamiklerine uygun olarak şekillendirilmesi ve önem sırasına göre değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır. Scacchi [31] yazılım üretkenliği konusundaki en kapsamlı araştırmalardan birini yapmış ve potansiyel üretkenlik etmenlerini irdelemiştir. Bu çalışmada ayrıca çok değişkenli bir analizin yapılmasının faydalarından bahsedilmektedir [31]. Yazılım üretkenlik faktörlerinin belirlenmesine yönelik bir çok çalışma yapılmış, bu çalışmaların bir çoğu, daha sonra yapılan sistematik literatür taramalarında sunulmuştur [30,41,29].

Bu çalışma sırasında yapılan kapsamlı literatür tarama süreci doğrultusunda yazılım üretkenliğini etkileyen etmenler şöyle sıralanmaktadır: (i) yazılım süreç seçimi [8,32,45,23], (ii) yazılım geliştiren bireylerin motivasyonları [8,7,23] ve bunların üretime olan etkisi [4,19,33], (iii) yazılım geliştiren organizasyonların müşteri gereksinimlerini dengeleme yetenekleri [9,27], (iv) yazılım projesi yönetim kalitesi [16,18], (v) yazılım takımı ile ilgili sorunlar [8,32,45], (vi) yeniden kullanım [8,7,3,6,35], (vii) yazılım geliştirilmesi sırasında kullanılan araçlar [22,21], (viii) programlama dilinin yazılım geliştirme üretkenliğine olan etkisi [8,7,12], (ix) yazılım ürününün boyutu [5,40], (x) takım büyüklüğü [22,21,5], ve (xi) yazılımın karmaşıklığı [45,8,7,23] olarak belirlenmiştir.

2.2 Sosyal Sermaye

Sosyal bilimler alanında, sosyal sermayenin farklı tanımları bulunmaktadır. Bu tanımların bir çoğu sosyal yapıyı oluşturan bireyler ve aralarındaki sosyal ağın ve bu bağlantılar sonucunda oluşan görülmez ağın önemini belirtmektedir. Sosyal sermaye bireylerin bu ağ üzerindeki yerlerinin kendilerine sağladıkları imkanlar ve kısıtlamalar ile tanımlanabilir. Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kullanılacak sosyal sermaye örtük bir kaynak olarak düşünülebilir. Bireylerin, takımların veya sosyal grupların bağlantıları ve sosyal yetenekleri doğrultusunda bir organizasyonun ilerlemesine ekonomik değer sağlayabilecek potansiyel bilgilere ulaşabilme yetenekleri ile tanımlanabilir.

Sosyal sermaye, yazılım geliştiren bir organizasyondaki bireylerin potansiyel kaynaklarını işaret eder. Bu kaynaklar bir şekilde güçlendirilirse örgütsel üretkenliği olumlu yönde etkileyeceği ön görülmektedir. Bu kavram yardımı ile yazı-

lım geliştiren bireylerin sosyal ağlar üzerindeki bilgi ve kaynaklara erişim hızları daha iyi anlaşılabilir. Ayrıca, bireylerin istenilen ağ kaynaklarına ulaşılabilirlikleri şirketlerin fiziksel sınırları olmadan yazılım geliştiren organizasyonlara dönüşümünü sağlanacaktır [42]. Coleman [14] her tür sosyal konfigürasyonun bir miktar sosyal sermaye yaratacağını iddia etmiştir. Sosyal sermaye ile saklı olan bu görülmez ağ değerlerin sosyal üretkenliğe dönüştürülmesi yazılım geliştiren organizasyonların üretim kalitesine olumlu etki yapacağı düşünölmektedir. Bu çalışmada Narayan ve Cassidiy'nin geliştirdikleri sosyal sermaye modeli ve bu modele bağlı etmenler kullanılacaktır [28].

2.3 Sosyal Üretkenlik

Barnett [2] sosyal üretkenliğin sosyal aktivitelerdeki kalite ile iyileştirilebilen bir çıktı olarak tanımlamıştır. Yazılım geliştirme süreçleri daha önceki bir çok araştırmada da belirtildiği gibi çeşitli sosyal aktiviteler içerirler [17]. Yazılım geliştiren bireyler, özellikle son on yılda geliştirilen ve sıkça kullanılan çevik yazılım geliştirme süreçleri yüzünden daha fazla sosyalleşmek zorunda kalmışlardır. Bu süreçler doğrultusunda yazılım geliştirme faaliyetlerinde sosyal üretkenlik kavramı gözlenebilir bir hal almış, yazılım üretkenliğinin “ölçülebilir” sosyal çehresi olarak da tanımlanmıştır [44]. Ancak sosyal üretkenliğin direkt yöntemler ile ölçümü bir hayli zordur, dolayısı ile gizil bir kavram olarak nitelendirilebilir. Böylelikle, çeşitli sosyal etmenlerin yazılım geliştiren organizasyonun sosyoekonomik yapısına olan etkisi gözlenerek ölçülebileceği düşünölmüştür.

Bu doğrultuda yazılım geliştiren organizasyonlardaki sosyal etmenleri anlamak için güven, iletişim, sosyal yaşam, bilgi farkındalığı gibi değişkenler baz alınarak, bu kavramla ilgili bir literatür taraması yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, literatürde sosyal üretkenliği etkileyebilecek olan şu etmenlere rastlanmıştır; (i) yazılım takım liderinin takım içi anlaşma sağlamadaki becerisi [36], (ii) iletişim ve bireysel etkileşimlerin örgütsel sorunlarına etkisi [36], (iii) bilgi farkındalığı ve iş geliştirme ortamlarına olan katkısı [26], (iv) güven kavramının yazılım takımlarına olan etkisi [1,20], (v) sosyalleşme ve sosyal yaşamın iş ortamlarına olan katkısı [24], (vi) dürüstlük ve adaletli iş dağıtımının üretkenliğe katkısı [20], ve son olarak (vii) günlük toplantıların ve yazılım geliştiren bireylerin birbirlerinin ilerlemeleri hakkında bilgilendirilmesi [13].

2.4 Faktör Analizi

Faktör analizi aynı yapıyı ölçtüğü kabul edilen bir grup değişkinden daha az sayıda tanımlanabilir ve istatistiksel olarak anlamlı değişkenler elde etmek için kullanılan çok değişkenli istatistiksel bir tekniktir [11]. Bu yöntem, Spearman'ın bazı kavramların tek bir değişken veya boyut ile ifade edilmeyeceği savından ortaya çıkmıştır. Amaç, bir kavramın birden fazla değişkenin değişimini aynı anda gözleyerek, aralarındaki ilişkiyi tanımlamaya yardım edebilecek bulgulara ulaşmak ve dolayısıyla kavramın bilimsel olarak ölçülebilirliğini arttırmaktır [25]. Açım-layıcı faktör analizinde tanımlanan ilişkilerden yola çıkarak bir teori üretmek mümkündür. Bu yöntem toplanan veriler doğrultusunda, gözlenen ölçümlerden

ortaya çıkacak değişkenler arasındaki teorik ilişkilerin veya bir dizi maddeden oluşan ölçeklerdeki öğelerin ölçtükleri varsayılan kavramların gerçekte bu yapı veya kavramı ölçüp ölçmediği ve en önemlisi bu yapıyı oluşturan birbirinden bağımsız etmenlerin belirlenmesi için sıkça kullanılmaktadır [11]. Temelde ölçülen bir yapıyı veya kavramı oluşturan göstergelerin kendi içinde tutarlı olması, istatistiksel testlerde anlamlı olarak değerlendirilmesi şarttır.

Faktör analizi yöntemleri yazılım mühendisliği araştırmalarında son bir kaç yıl içinde yer bulmaya başlamıştır [43,44]. Yazılım geliştirme süreçlerinin özellikle sosyal boyutu gündeme geldikçe üretkenliği etkileyen ve kolayca kontrol edilebilecek etmenlerin gün ışığına çıkartılması için faktör ölçümleri yapabilecek araçların üretilmesi bir ihtiyaç haline almıştır. Faktör analizi, faktörler ile etmenler arasında kurulabilecek yük değerleri ilişkisi ile üretkenlik gibi sıkça kullanılan kavramların çok boyutlu tanımlarını elde etme süreci olarak da değerlendirilebilir. Bu doğrultuda amaç, değişken azaltılarak veya gerekli görüldüğü takdirde yeni değişkenler türeterek anlamlı faktörler oluşturulmalıdır.

3 Vaka Çalışması

Bu çalışmanın ampirik kısmının gerçekleşmesi için orta ölçekli bir yazılım firması seçilmiştir. Çalışmayı yürüttüğümüz firma yaptığımız çeşitli görüşmeler sonucunda seçilmiştir. Kriterlerimiz şu şekildedir. Öncelikle, araştırmamızın çıktıları ile ilgilenen ve aktif olarak yapılabilecek iyileştirmeden faydalanmak isteyen bir firma aranmıştır. Aynı zamanda veri toplamak için yeter sayıda yazılım geliştiren bireye sahip bir firma olması diğer bir önemli kriter olarak düşünülebilir. Çalışmanın bir kısmında bir önceki bölümde literatür araştırmaları sonucunda elde ettiğimiz etmenler bilimsel bir anket haline getirilmiştir. Bu bilgiler firmanın yönetim birimi ile ortak olarak yürütülen endüstriyel bir seri odak grup toplantısı ile firma için özelleştirilmiş ve yönetimden alınan geribeslemeler doğrultusunda güncellenmiştir.

3.1 Endüstriyel Odak Grup Çalışması

Odak grup çalışması, araştırmacının yürüttüğü bir grup görüşmesi şeklinde de düşünülebilir. Araştırma sürecinin esası, önceden belirlenmiş olan katılımcıların bir konu üzerinde fikirlerinin, anlayışlarının ve hikayelerinin kayıt altına alınması ilkesine dayanır [37]. Çalışma, literatürde taranan üretkenlik faktörlerinin katılımcılarla tartışılması ile başlatılmıştır. Katılımcı grubu toplam 10 kişiden oluşmaktadır. Tablo 1'de odak grup çalışmasına katılan bireylerin şirketteki rolleri (ünvanları), yaşları, iş tecrübeleri ve eğitim seviyeleri sunulmuştur.

Araştırmacı grup tartışması bir takım sorularla yönlendirilerek katılımcıların konu üzerindeki fikirlerini paylaşmaları sağlanmıştır. Çalışma sırasında sorulan örnek sorular aşağıdaki gibidir.

- Yazılım geliştirme üretkenliğini etkileyen faktörler hakkındaki görüşleriniz nelerdir?

Katılımcı NO	Ünvan	Yaş	Tecrübe(yıl)	Eğitimi
K12	BT Uzmanı	33	6	MSc.
K36	Proje Yöneticisi	47	7	PhD.
K44	Yazılım Minarı	37	12	BSc.
K57	Yazılım Geliştirici	31	6	BSc.
K99	Yazılım Geliştirici	33	7	BSc.
K106	Ar-Ge Takım Lideri	39	14	PhD..
K112	Yazılım Testçisi	32	4	MA.
K73	Sistem Analisti	34	9	BA.
K51	Ar-Ge Takım Elamanı	32	7	MSc.
K97	Ar-Ge Takım Elamanı	31	5	MSc.

Tablo 1. Odak Grup Çalışması Katılımcılarının Bilgileri

- Literatür taraması sonucunda elde ettiğimiz etmenlerin hangilerini iş hayatınızda gözlediniz?
- Üretkenlik kavramları ile ilgili olarak sunulan etmenlerden sizce hangisi daha etkin bir değişkendir?
- Yazılım geliştirme üretkenliğinin sosyal faktörlerini tanımlayabilir misiniz?
- Yazılım üretkenliğini etkileyen başka teknik veya sosyal faktörler gözlediniz mi?

Özetle, odak grup çalışması literatür taraması sonucunda elde edilmiş potansiyel etmenler üzerinde endüstriyel bir bakış açısı sağlamıştır. Bunun sonucunda araştırmacıların sunduğu değişkenler katılımcıların iş tecrübesi ve gözlemleri ile pekiştirilmiş ve şirket için olan önemleri belirlenmiştir.

3.2 Anket Enstrümanı

Ankette, yazılım geliştirme üretkenliğinin hem sosyal hem de teknik etmenler esas alınarak bir grup soru üretilmiştir. Üretilen sorular daha sonra ölçme değerlendirme alanında çalışan bir uzmanla tartışılarak son haline getirilmiştir. Sorular belirtilen etmenleri üç alt boyutta değerlendiren beşli Likert tipi (Kesinlikle katılıyorum'dan, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum, ve Kesinlikle Katılmıyorum'a doğru değişen) 41 maddeden oluşan bir araçtır. Bununla birlikte, faktör analiz için düşünülen sorulara ek olarak katılımcıların yaşı, yıl bazında iş tecrübeleri, firmadaki iş tecrübesi ve cinsiyetleri gibi sorular da sorulmuştur. Anketin ulaşılabilirliğini arttırmak için LimeSurvey uygulaması kullanılmıştır. Anket yaklaşık bir ay boyunca firmanın iç ağında açık tutulmuş, yönetim birimi yardımı ile anketi tüm personelin doldurması sağlanmıştır. Anketin ilk sayfası, amacını anlatan bir giriş paragrafı ve katılımcıların bilgilerinin saklı tutulacağına dair gizlilik sözleşmesi ile başlamaktadır. Ankette, toplam 17 adet yazılım geliştirme üretkenliği etmenleri sorusu, 12 sosyal üretkenlik etmenleri ile ilgili soru, 10 adet sosyal sermaye sorusu ve 6 adet yaş, cinsiyet, yıl bazında iş, şirket tecrübesi ve yazılım geliştirme sürecindeki görevi sorulmuştur. Yazılım geliştiren organizasyonun farklı projelerde çalışan, zamanla yarışan yazılım gruplarından oluşması veri toplama süreçlerini yavaşlatsa da, bir aylık bir süre sonunda istenilen bilgilere ulaşılmıştır. Literatürde, örneklem büyüklüğü oluşturulurken her

etmen için en az beş gözlem yapılması öngörülmüştür. Uygulanan çalışmada (%24'ü bayan, %76'sı erkek) 213 yazılım geliştiren bireye ulaşılarak analiz için gerekli miktarın üstünde veri elde edilebilmiştir.

3.3 Bulgular

Sonuçların hassasiyetini arttırmak için faktör analizi çalışmalarında sıkça kullanılan madde kolileme (item parceling) tekniği kullanılarak, aynı çerçevede kabul edilebilecek sorular bir etmene dönüştürülmüştür [38]. Bu sayede, ölçekteki toplam madde sayısı 41'den 21'e çekilerek, model kompleksitesinin düşürülmesi ve ölçüm güvenilirliğinin artırılması hedeflenmiştir.

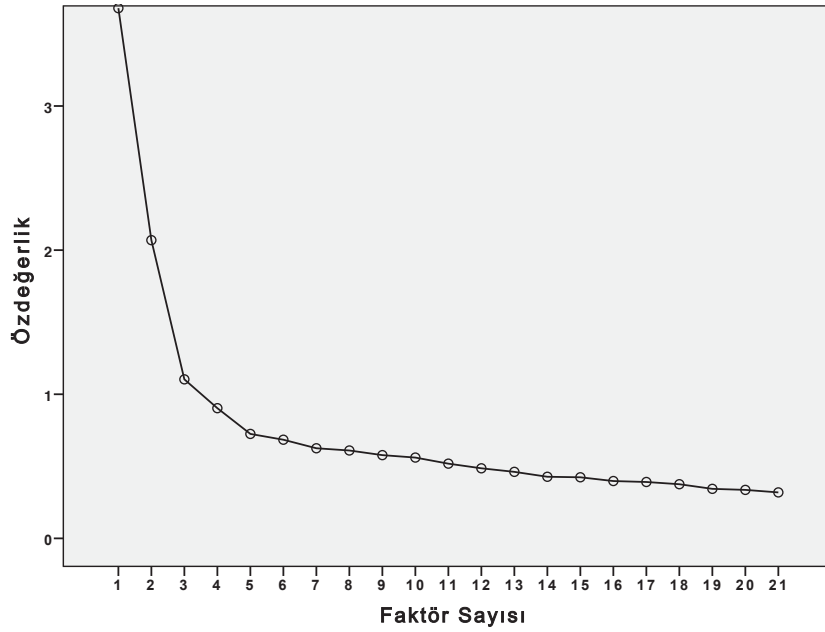
Oluşturulmaya çalışılan yazılım üretkenlik ölçeğinin değerlendirilmesi için yazılım geliştiren bireyler tarafından ankette verilen cevaplar, varyanslarının toplamının genel varyans toplama oranlanması ile edilen Cronbach α iç tutarlılık testi uygulanmış ve öngörülen üç değişkenin yazılım geliştirme üretkenliği (0.795), sosyal üretkenlik (0.785) ve sosyal sermaye (0.827) değerleri bulunmuştur. Bu sonuçlar üç kavramın güvenilirlik katsayılarının istenilen değerlerin üstünde olduğunu göstermiştir. Anket enstrümanının yapı geçerliliğini incelemek ve öngörülen değişkenlerin faktör yüklerini (0.3 veya üstü) belirlemek için toplanan veriler üzerinde açılıcı faktör analizi yöntemi kullanılmıştır.

Etmen No	Etmen Tanımı	Ortalama	St. sapma	Varyans
X1	Motivasyon	4.64	0.48	0.23
X2	Yönetim Kalitesi	4.00	0.59	0.35
X3	Kompleksite Sorunları	3.71	0.61	0.37
X4	Geliştirme Ortamı	4.17	0.74	0.55
X5	Geri kullanılabilirlik	3.80	0.97	0.93
X6	Gereksinimlerin Stabilitesi	3.95	0.67	0.45
X7	Takım Problemleri	3.52	0.48	0.23
X8	Takım Lideri	4.08	0.62	0.38
X9	Sosyal Etkileşim ve İletişim	3.98	0.67	0.45
X10	Bilgi Farkındalığı	4.14	0.60	0.36
X11	Takım Yanaşımı	3.98	0.69	0.48
X12	Tarafsızlık	3.79	0.71	0.51
X13	Sıkça Buluşmalar	3.96	0.95	0.90
X14	Sosyal Güven	4.29	0.67	0.45
X15	Komşu Bağlantılar	3.66	0.81	0.65
X16	Grup Karakteristikleri	3.40	0.80	0.65
X17	Genelleştirilmiş Normlar	3.21	0.92	0.85
X18	Birliktelik	2.21	1.05	1.10
X19	Günlük Sosyalleşmeler	3.27	1.13	1.27
X20	Gönüllülükçülük	3.40	0.85	0.72
X21	Ağ Sermayesine Güven	3.84	0.81	0.66

Tablo 2. Birleştirilen faktörlerin istatistiksel özellikleri

Tablo 2'de literatür taraması sonucunda belirlenen etmenler etmenler, sorulara verilen cevapların ortalaması, standart sapması ve varyansı görülmektedir. Fark edilebileceği üzere bir çok soru üç veya üzeri bir değerle (kullandığımız ölçeğin orta veya üstü) sıralanmaktadır. Bu durum anket sorularına verilen cevapların analize uygunluğu ile ilgili olumlu bir fikir oluşturmaktadır.

Yapılan analiz sonucunda, ölçeğin yapı geçerliliği için; Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem uygunluk değeri 0.778; Bartlett testi, χ^2 değeri 886.411 ($p < .001$, $df = 210$) bulunmuştur. Bu bilgiler ışığında, toplanan verilerin faktör analizine uygun oldukları tespit edilmiştir. Faktör sayısının belirlenmesi için “scree plot” sınamı grafiği çizilmiştir. Grafikte yatay eksen faktörleri dikey boyut ise özdeğerlerini (eigen values) gösterir. Şekil 1 incelendiğinde üçüncü faktörden sonra yüksek ivmeli bir düşüş gözlenmektedir.



Şekil 1. Scree Sınama Grafiği (Özdeğerlik - Faktör Sayısı)

Şekil 1’de görülebileceği üzere, açımlayıcı faktör analizi sonucunda öz değerleri 1’den fazla üç önemli faktör bulunmuştur. Toplam varyans değerleri incelendiğinde de birinci boyutun toplam varyansın %17.55’ini, ikinci boyutun ise %11.40’ını ve bunlara ek olarak üçüncü boyutla ise %9.40’ını dolayısı ile üç faktör birlikte varyansın %38.35’ini açıkladığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde literatürde bulunan sosyal ve teknik etmenleri kapsayan, kuramsal bir yazılım geliştirme üretkenlik ölçeği elde edilmiştir.

4 Sonuçlar ve Gelecek alışmalar

Jones'a göre [23] yazılım mühendisliği üretkenliğini ölçmek için henüz ortak bir yöntem benimsenememiştir. Ancak, son zamanlarda yapılan araştırmalar da göstermektedir ki, yazılım geliştirme üretkenliği ölüm çalışmalarına teknik etmenlerin yanı sıra sosyal etmenlerin de katılması gereklilik kazanmıştır. Bu çalışmada önerilen yöntem, üretkenliği etkileyen etmenlerin gerek teknik gerek sosyal yönleriyle araştırılmasıdır. Araştırmacılar, bulguların doğrultusunda, yazılım geliştirme üretkenliğini etkileyen etmenlerin üç farklı kavramsal boyutta araştırılmasının oluşturulabilecek bir yazılım üretkenliği erevesi için gerekliliğini önermektedir.

Bu makalede yazılım geliştirme üretkenliğini etkileyen faktörlerin ölümü için dşnlmş bir lğin açımlayıcı faktör analizi yöntemi kullanılarak geçerliliği istatistiksel olarak test edilmiştir. Ölçek öncelikle, literatür taraması sonucunda elde edilen etmenler doğrultusunda oluşturulmuştur. Daha sonra orta ölçekli yazılım geliştiren bir organizasyonda denenmiş, sonuçlar analiz edilmiştir. Açımlayıcı faktör analizi yardımıyla bulunan değerler ölçekteki maddelerin kurgulandıkları etmenler üzerinden üç ana faktöre yakınsadığını göstermektedir. Ayrıca Cronbach α katsayısının tüm faktörler için yüksek değerlerde çıkması lğin güvenirliliği açısından olumlu bir göstergedir. Ancak, lek şu ana kadar sınırlı sayıda katılımcı üzerinde denenebilmiştir. Ölçek, edinilen tecrübeler doğrultusunda güncellenmeli ve farklı yazılım grupları üzerinde testler yinelenmelidir. Ayrıca bu çalışmalar şirket bazlı olarak uygulanmalı ve örnek uygulamamız sırasında yapılan odak grup çalışması literatürde bulunan faktörler doğrultusunda yinelenerek, etmenler ve ilintili oldukları sorular yenilenmelidir.

Teşekkür

Bu alışma İrlanda Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumunun, Lero – İrlanda Yazılım Mühendisliği Araştırma Merkezi'ne verdiği 10/CE/I1855 kodlu destek programı dahilinde desteklenmektedir.

Kaynaklar

1. Anderson, D.: Agile management for software engineering: applying the theory of constraints for business results. The Coad series, Prentice Hall PTR (2004)
2. Barnett, L.: Social Productivity, Law, and the Regulation of Conflicts of Interest in the Investment Industry. Cardozo Public Law, Policy and Ethics Journal 3, 793 (2004)
3. Basili, V., Briand, L., Melo, W.: How reuse influences productivity in object-oriented systems. Communications of the ACM 39(10), 104–116 (1996)
4. Beecham, S., Baddoo, N., Hall, T., Robinson, H., Sharp, H.: Motivation in software engineering: A systematic literature review. Information and Software Technology 50(9-10), 860–878 (Aug 2008)

5. Behrens, C.: Measuring the productivity of computer systems development activities with function points. *IEEE Transactions on Software Engineering* SE-9(6), 648–652 (1983)
6. Boehm, B.: Managing software productivity and reuse. *Computer* 32(9), 111–113 (2002)
7. Boehm, B.: *Software Engineering Economics*. Prentice Hall (Nov 1981)
8. Boehm, B.: Improving software productivity. *Computer* 20(9), 43–57 (sept 1987)
9. Boehm, B., Papaccio, P.: Understanding and controlling software costs. *IEEE Transactions on Software Engineering* 14(10), 1462–1477 (1988)
10. Brynjolfsson, E.: The productivity paradox of information technology. *Communications of the ACM* 36(12), 66–77 (1993)
11. Büyükoztürk, Ş.: Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi* 8(4), 470–483 (2002)
12. Chiang, I., Mookerjee, V.: Improving software team productivity. *Communications of the ACM* 47(5), 89–93 (2004)
13. Churchville, D.: *Agile Thinking: Leading successful software projects and teams*. ExtremePlanner Software (Dec 2008)
14. Coleman, J.: Social capital in the creation of human capital. *The American Journal of Sociology* 94(1), 95–120 (1988)
15. Dale, C., Van Der Zee, H.: Software productivity metrics: who needs them? *Information and Software Technology* 34(11), 731–738 (1992)
16. DeMarco, T., Lister, T.: *Peopleware: productive projects and teams*. Dorset House Publishing Company (1999)
17. Dittrich, Y., Floyd, C., Klischewski, R.: *Social thinking-software practice*. The MIT Press (2002)
18. Faraj, S., Sproull, L.: Coordinating expertise in software development teams. *Management Science* 46(12), 1554–1568 (2000)
19. Hall, T., Baddoo, N., Beecham, S., Robinson, H., Sharp, H.: A systematic review of theory use in studies investigating the motivations of software engineers. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)* 18(3), 1–29 (2009)
20. Hazzan, O., Dubinsky, Y.: *Agile Software Engineering. Undergraduate Topics in Computer Science*, Springer (2008)
21. Jiang, Z., Comstock, C.: The factors significant to software development productivity. In: *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*. vol. 21, pp. 160–164. Citeseer (2007)
22. Jiang, Z., Naudé, P., Comstock, C.: An investigation on the variation of software development productivity. *International Journal of Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering* 1(2), 72–81 (2007)
23. Jones, C.: *Software Engineering Best Practices: Lessons from Successful Projects in the Top Companies*. McGraw-Hill Osborne Media (2009)
24. Kelly, A.: *Changing software development: Learning to become agile*. Wiley (2008)
25. Kline, R.: *Principles and practice of structural equation modeling*. The Guilford Press (2010)
26. Koh, S., Maguire, S.: *Information and Communication Technologies Management in Turbulent Business Environments*. Premier Reference Source, Information Science Reference (2009)
27. Maxwell, K., Forselius, P.: Benchmarking software development productivity. *IEEE Software* 17(1), 80–88 (2000)

28. Narayan, D., Cassidy, M.: A dimensional approach to measuring social capital: development and validation of a social capital inventory. *Current Sociology* 49(2), 59 (2001)
29. Petersen, K.: Measuring and predicting software productivity: A systematic map and review. *Information and Software Technology* 53(4), 317–343 (2011)
30. Sampaio, S.C.d.B., Barros, E.A., Aquino Junior, G.S.d., Silva, M.J.C.e., Meira, S.R.d.L.: A review of productivity factors and strategies on software development. *Proceedings of the 2010 Fifth International Conference on Software Engineering Advances* pp. 196–204 (2010)
31. Scacchi, W.: Understanding software productivity: towards a knowledge-based approach. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering* 1(3), 293–321 (1991)
32. Scacchi, W.: Understanding software productivity. *Software Engineering and Knowledge Engineering: Trends for the Next Decade* 4, 273–316 (1995)
33. Sharp, H., Baddoo, N., Beecham, S., Hall, T., Robinson, H.: Models of motivation in software engineering. *Information and Software Technology* 51(1), 219–233 (2009)
34. Shore, J., Warden, S.: *The Art of Agile Development*. O'Reilly Media, Inc. (2007)
35. Simmons, D.: *Software Organization Productivity*. Software Productivity Improvement Laboratory, Department of Computer Science Texas A & M University (2007)
36. Stober, T., Hansmann, U.: *Agile Software Development: Best Practices for Large Software Development Projects*. Springer-Verlag (2009)
37. Templeton, J.: *The focus group: a strategic guide to organizing, conducting and analyzing the focus group interview*. Irwin (1994)
38. Thompson, B., Melancon, J.G.: Using item "testlets"/"parcels" in confirmatory factor analysis: An example using the ppsdq-78. Paper presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association 1, 27 (1996)
39. Trendowicz, A., Munch, J.: Factors influencing software development productivity—state-of-the-art and industrial experiences. *Advances in computers* 77, 185–241 (2009)
40. Wagner, S., Ruhe, M.: A structured review of productivity factors in software development. Institut für Informatik-Technische Universität München, Tech. Rep. Technical Report TUMI0832 (2008)
41. Wagner, S., Ruhe, M.: A structured review of productivity factors in software development. Tech. rep., Technische Universität München (2008)
42. Wickramasinghe, V., Welivitiyagoda, P.: Benefits gained from dimensions of social capital: a study of software developers in sri lanka. *Information Technology & People* 24(4), 393–413 (2011)
43. Yilmaz, M., O'Connor, R.V.: An empirical investigation into social productivity of a software process: An approach by using the structural equation modeling. In: *Proceedings of the 18th European System and Software Process Improvement and Innovation Conference (EuroSPI 2011)*. vol. 172, pp. 155–166. Springer-Verlag (2011)
44. Yilmaz, M., O'Connor, R.V.: Social capital as a determinant factor of software development productivity: An empirical study using structural equation modeling. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)* 3(2), 40–62 (2012)
45. Yu, W., Smith, D., Huang, S.: Software productivity measurements. In: *Computer Software and Applications Conference, 1991. COMPSAC'91., Proceedings of the Fifteenth Annual International*. pp. 558–564. IEEE (1991)