Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 24(2), 226-237, 2018

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi

Pamukkale University Journal of Engineering Sciences

Yazılım mühendisliğinde deneysel bir çalışma: proje tabanlı ve proje destekli yöntemlerin ürün ve akademik başarıya etkileri

An empirical study in software engineering: the effects of project-based and project-supported methods on product and academic achievements

Murat Paşa UYSAL[1*]

[1]Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Ticari Bilimler Fakültesi, Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
mpuysal@baskent.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 02.04.2016, Kabul Tarihi/Accepted: 09.05.2017
doi: 10.5505/pajes.2017.88896
* Yazışılan yazar/Corresponding author
Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Yapılan araştırmalar, her yıl birçok yazılım projesinin öngörülen bütçe ve çalışma takvimini aştığını ya da başarısız olduğu için iptal edilerek milyar dolarlarla ifade edilen kaynak israfına neden olduğunu göstermektedir. Bu probleme yönelik çalışma alanlarından birisi de yazılım mühendisliği eğitimi alanıdır. Ancak, endüstrinin ihtiyaç duyduğu miktarda, istenilen bilgi ve becerilere sahip yazılım mühendislerinin halen yetiştirilemediği ve bu iş gücü açığının gittikçe arttığı gözlenmektedir. Bu durumun nedenleri arasında üniversitelerdeki öğretmen merkezli ve geleneksel öğretim yöntemlerini göstermek mümkündür. Öte yandan, yazılım mühendisliğinde ürün geliştirme ile öğrenme ve öğretim süreçleri, farklı düzeylerde bulunan bir dizi öğretim etkinlikleri ile bunların çeşitli uygulamalarını içermektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin edinmesi gereken bilgi ve becerilerin yanı sıra geliştirilecek yazılım ürününün özelliklerini de dikkate alacak, öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırabileceği öğretim yöntemleri kullanılmalıdır. Aralarında çeşitli benzerlik ve farklılıklar bulunan Proje Destekli Öğretim (PDÖ) ve Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ) bunlara örnek gösterilebilir. Bu deneysel çalışmada, bilgisayar mühendisliği lisansüstü programında yer alan Veritabanı Yönetim Sistemleri Dersinin öğretiminde PTÖ ve PDÖ yöntemleri kullanılmış, öğrencilerin akademik başarıları ile ürün ve proje performanslarına olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmanın, (a) ilgili araştırma alanında PDÖ ve PTÖ yöntemlerini deneysel olarak karşılaştıran bir çalışma olması ile (b) bunların derslere nasıl uygulanabileceğine ilişkin bulgulara dayalı ilke ve öneriler sunmasını, bilgisayar ve yazılım mühendisliği alanına olan iki önemli katkı olarak göstermek mümkündür.

Anahtar kelimeler: Yazılım mühendisliği, Proje destekli öğretim, Proje tabanlı öğrenme

Abstract

The studies show that many software projects exceed the estimated budget and schedule every year, or they are canceled on account of failure, and thus, this causes the waste of resources expressed in billion dollars. Software engineering education is one of the research areas aiming to produce solutions to this important problem. However, it is seen that there is still a need for large amount of skilled and educated software engineers required for the industry, and this workforce gap is also in an increasing fashion. One of the main reasons is thought to be the traditional or teacher-centered methods that are widely adopted in universities. On the other hand, software product development as well as learning and teaching processes, include a series of activities, which require their applications with a range at different levels. Therefore, the instructional methods should be adopted, which primarily concern the knowledge and skills that need to be acquired by engineering students together with the requirements and attributes of software systems to be developed in courses. Project-Assisted Instruction (PAI) and Project-Based Learning (PBL) can be given as examples for this type of methods. Therefore, in this research, the PBL and PAI methods are used in teaching the Database Management Systems Course, and their effects on academic achievements, product and project performances are explored. It is possible to say that the study has two contributions to the engineering research domain. First, (a) it is a study that compares PAI and PBL in an experimental setting. Second, (b) it presents the guidelines and prescriptions for the application of these methods for the domains of computer and software engineering education based on empirical findings.

Keywords: Software engineering, Project-Assisted instruction, Project-Based learning

1 Giriş

Dünyada her yıl birçok yazılım projesi başarısızlıkla sonuçlanmakta ya da projelere yönelik tahmini bütçeler aşılarak milyar dolarlarla ifade edilen kaynaklar boşa harcanmaktadır. Örneğin, "Chaos" raporuna göre 2014 yılında yazılım ve bilişim projelerinin ancak %16.2'si öngörülen çalışma takvimi ve bütçeyle tamamlanabilirken %52.7'si bütçeyi ve takvimi aşmış, projelerin %31.1 ise başarısız olduğu için iptal edilmiştir [1]. Bu kapsamda, yazılım mühendisliği alanının problem sahalarına yönelik yöntem, teknik, araç vb. konulara yönelik çalışmalar öteden beri devam ederken bunlardan birisini de yazılım mühendisliği eğitimi oluşturmaktadır [2]. Böylece, yazılım endüstrisinin ihtiyaç duyduğu nitelikteki bilgisayar ve yazılım mühendislerinin yetiştirilmesiyle ilgili yöntem ve ilkeler ile lisans ve lisansüstü eğitim programlarının oluşturulması hedeflenmektedir [3]-[6]. Ancak araştırmalar, endüstrinin ihtiyaç duyduğu ve belirttiği bilgi ve becerilere sahip yazılım mühendislerinin yetiştirilemediğini ve bu iş gücü açığının gittikçe arttığını göstermektedir [7]-[9]. Dahası, yeni mezunların lisans eğitimi süresince edindikleri mühendislik bilgi ve becerilerini iş hayatına aktarmada güçlük çektikleri işaret edilmektedir.

Bu konuyla ilgili literatür taramaları ve gözden geçirme araştırmaları "review" yapılmış [10]-[14], çeşitli problem sahaları ile yazılım mühendisliği temel alan bilgisine yönelik konular ortaya konulmuştur [15],[16]. Örneğin, Yazılım Mühendisliği Bilgi Birikimi Kılavuzundan (SWEBOK) faydalanılarak eğitim programlarının geliştirilmesine yönelik çeşitli öneriler getirilmiştir [15]. Günümüzde bu alanlardaki bilgiye ilave olarak proje yönetimi, takım çalışması, iletişim, etik, çevre ve sosyal sorumluluk, bireysel ve işbirlikli öğrenme vb. beceriler de yazılım mühendislerince sahip olunması

istenilenler arasındadır [6]. Ancak, üniversitelerde benimsenen ve uygulanan geleneksel öğretim yöntemleriyle söz konusu eğitim ihtiyaçlarına cevap vermenin güç olduğu bilimsel araştırmalarca ortaya konulmuştur [17],[18].

Yazılım ürünlerini geliştirmeye yönelik öğrenme ve öğretim süreçleri, farklı düzeylerde bulunan bir dizi öğrenme ve öğretim etkinlikleri ile bunların çeşitli uygulamalara dönüşümlerini içermektedir. Öğrencilerin edinmesi gereken bilgi ve beceriler ile geliştirecekleri yazılım ürünlerinin sahip olması istenilen özellikler ve yazılım kalite ölçütleri, eğitim süresince dikkate alınması gereken diğer önemli konular arasındadır. Bu çalışmada yazılım mühendisliği bilgi alanına uygun olarak araştırma problemini formal gösterim yöntemi ile aşağıdaki gibi ifade etmek gerekirse:

"Eğitimleri boyunca öğrenciler tarafından geliştirilecek bir yazılım sistemi S; bu sistemin sahip olması istenilen P_1, P_2, …P_n özellikleri ve ilgili yazılımın ölçütleri $KÖ_1$, $KÖ_2$, …$KÖ_n$ verildiğinde; çeşitli düzeylerde öğrenme ve öğretme etkinliklerini içeren öyle bir öğretim tasarım modeli $ÖTM$ kullanılsın ki $ÖE_1$, $ÖE_2$, … $ÖE_n$ öğretim etkinlikleri, YE_1 YE_2, …YE_n yazılım etkinliklerini içersin, öğretim süresince geliştirilecek yazılım sistemi S', $ÖTM$ (($ÖEn\text{-}_1$ (…$ÖE_1$)) X ($YEn\text{-}_1$ (…YE_1), P_1,(S'), P_2,(S'), … P_n,(S') etkinliklerini uygun yöntem ve sıralamada kapsasın, aynı zamanda yazılımın $KÖ_1$,(S'), $KÖ_2$,(S'), … $KÖ_n$,(S') yazılım ölçütlerini de karşılasın." Burada ifade edilen yazılım ölçütleri $KÖ_1$, $KÖ_2$, …$KÖ_n$ öğrencilerin dönem boyunca geliştirecekleri yazılımlara ait özelliklerini, *ÖTM (Öğretim Tasarım Modeli)* ise derste kullanılacak öğretim ya da öğrenme modelini simgelemektedir.

Bu araştırma problemi ve literatür taramaları çerçevesinde konu ele alındığında, yazılım eğitiminde en çok yenilikçi öğretim yöntemlerinin çalışıldığı görülmektedir [12],[13]. Ayrıca, mühendislik alanında edinilecek bilgi ve beceriler, öğrenenlerin kendileri tarafından yapılandırılabilmeli, buna yönelik öğrenme ve öğretim yöntemleriyle de desteklenebilmelidir. Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ) ve Proje Destekli Öğretim (PDÖ) bu yöntemler arasında olup yazılım alanında da kullanıldığı gözlenmektedir [12]. Ancak, çalışmalar incelendiğinde bu iki öğretim yöntemini deneysel olarak karşılaştıran araştırmalara rastlanılmadığı belirlenmiştir.

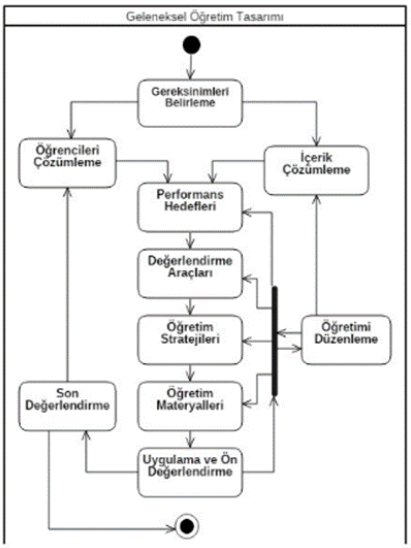
Bu araştırmada, Veritabanı Yönetim Sistemleri (VTYS) dersinin öğretiminde PTÖ ve PDÖ yöntemlerini içeren bir deneysel çalışma yapılmış, lisansüstü öğrencilerinin akademik başarıları ile ürün ve proje performanslarına olan etkileri incelenerek tartışılmıştır. Araştırmanın mühendislik alanına katkıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bilgisayar ve yazılım mühendisliği alanında PDÖ ve PTÖ yöntemlerinin ürün ve başarıya olan etkilerini deneysel olarak araştıran bir çalışma olması,
- PDÖ ve PTÖ yöntemlerinin yazılım mühendisliği alanındaki lisans ve lisansüstü derslere nasıl uygulanabileceğine ilişkin bulgulara dayalı ilke ve öneriler sunmasıdır.

Makalenin sonraki kısımlarını çalışmanın altyapısını belirleyen kuramsal çerçeve, araştırma yöntemi, bulgu ve tartışmaları içeren bölümler oluşturmaktadır.

2 Kuramsal çerçeve

Geleneksel öğretim ortamlarında bir dersin öğrenme ve öğretme etkinliklerine genellikle doğrusal bir yaklaşım sergilenmekte [18], öğretim tasarımında sistem yaklaşımı benimsenmektedir (Şekil 1). Konular, kavramlar, ilke ve genellemeler basitten karmaşığa doğru hiyerarşik bir yapı içerisinde sıralanarak sunulmaktadır. Öğretim tasarımına gereksinimleri belirlemek amacıyla konu içerikleri ve öğrenenlerin çözümlenmesiyle başlanılmaktadır. Gereksinimler, önceden belirlenen çeşitli ölçütlere dayanarak, yaşamsal olaylara ya da geleceğe yönelik bir takım kestirimlere dayanarak belirlenmektedir. Öğrenciler çözümlenirken hazır bulunuşluk seviyeleri, geçmiş deneyimleri, bireysel farklılıkları, sosyal-kültürel çevre vb. nitelikleri dikkate alınabilmektedir. Ders ve konu içerikleri belirlendikten sonra performans hedefleri ile bunlara yönelik değerlendirme yöntem, teknik ve araçlarına karar verilmektedir [18]. Daha sonra dersin işleyiş ve akışı, sunum teknikleri ile çeşitli etkinlikleri içeren öğretim stratejileri geliştirilmektedir. Ön değerlendirme ve pilot çalışmasından sonra öğretim uygulaması gerçekleştirilmekte, öğretimin sonunda "son değerlendirme" gerçekleştirilerek öğretim tasarımı güncellenmektedir.

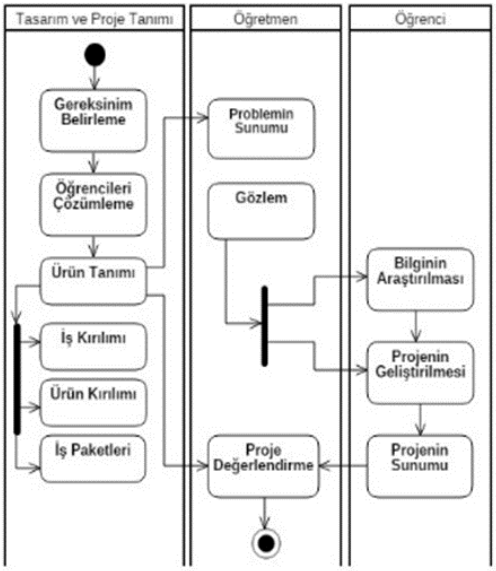


Şekil 1: Geleneksel öğretim ve tasarımı.

Araştırmalar, geleneksel öğretim yöntemlerinden kaynaklanan söz konusu sorunlara, yapılandırmacı (constructivist) öğretim yöntemleri ile çözüm getirilebileceğini göstermektedir [19]. Bu tür yöntemlerin esas aldığı kuramların temelleri ise genel olarak Jerome Bruner, Piaget, Lev Vygotsky ve John Dewey vb araştırmacıların teorileri üzerine dayandırılmaktadır [19]. Bu kuramlar, öğrenenlerin aktif bir rol oynadığı, öğretme yerine öğrenme süreçlerine odaklanan, yeni bilgilerin öğrenen tarafından önceki bilgilerle bütünleştirilerek yapılandırıldığı öğretim ortamlarını işaret etmektedir. Bilginin daha iyi edinilmesi ve kalıcı olabilmesi için gerçek yaşantı içindeki deneyimlere dayandırılması gerektiği savunulmaktadır. Böylece öğrenenler, çevreleriyle daha çok etkileşimde bulunabilecek, kendi öğrenmesinden sorumlu olacak ve zengin öğrenme yaşantılarına olanak sağlanacaktır [18]. Geleneksel öğretim ortamlarında öğrenenler pasif konumdayken yapılandırmacı ortamlarda ise bilgiye kendisi ulaşarak onu daha iyi anlamlandıran durumundadır. Öğretmen, öğrenme süreci boyunca öğrenenlere müdahale etmezken onlara rehberlik etmekte ve bilgi kaynaklarına yönlendirmektedir.

Yapılandırmacı öğrenme yöntemlerinden birisi olan PTÖ yönteminde öğrenenlerin aktif olduğu, sunuş yoluyla öğretme yerine keşfetme yoluyla öğrenme yaklaşımı benimsenmektedir. Ağırlıklı olarak kendi gözlem ve bireysel etkinliklerine bağlı

olarak öğrencilerin bilgi, kavram, ilke ve konu alanıyla ilgili bilgi ve becerileri edinmesi hedeflenmektedir. Bilgiye araştırma, inceleme ve problem çözme yoluyla ulaşmayı sağlayacak öğretim ortamları hazırlanmaktadır. Öğretmen yönlendirici bir rol üstlenirken öğrenci kendi etkinliklerini başlatmakta, kavram, ilke ve problemin çözümünü yine doğal ortamda kendisi bulmaya çalışmaktadır. Bu tür öğretim yöntemlerinden birisi olan PTÖ'de doğal olarak farklı bir öğretim tasarım yöntemi kullanılmaktadır (Şekil 2).



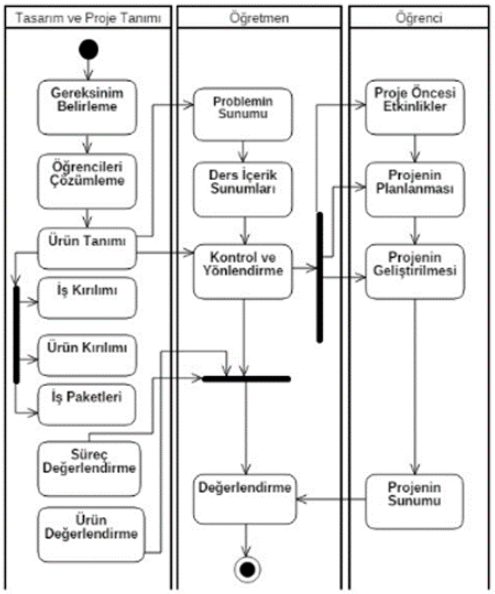
Şekil 2: Proje tabanlı öğrenme ve tasarımı.

Öte yandan, geleneksel yönteme yakın ve proje kavramını da içeren PDÖ'de (Şekil 3), temelde PTÖ'den farklı bir yaklaşımı benimsemekle birlikte birbirlerini tamamlar niteliktedir [20]. Literatürde PTÖ yönteminin diğer öğretim yöntemleriyle karşılaştırıldığı çalışmalar incelediğinde bu yöntemin, ya geleneksel öğretim yöntemleriyle ya da yapılandırmacı yaklaşımdan uzak yöntemlerle karşılaştırıldığı ve bunların çeşitli etkilerinin araştırıldığı gözlenmektedir [19],[20]. PTÖ doğası gereği öğrenen ve öğretenlerde öğrenme ve öğretme süreçleriyle ilgili bazı temel alışkanlıkların değişimini, daha fazla zaman ve kaynak kullanımını gerektirmektedir [21]. Kurumsal altyapı ve bireysel anlamda öğretim için gereken koşullar oluşmadığı takdirde, PTÖ uygulamalarının uzun vadede sürdürülebilir ve yürütülen bilimsel çalışmaların genellenebilir olamayacağı belirtilmektedir [28].

PTÖ'de gerçek hayattakiyle aynı veya benzer olaylar ve problemlerden hareket edilerek öğrencilerin aktif olduğu, bilgiyi kendilerinin yapılandırdığı bir öğrenme yaklaşımı benimsenmektedir. Öğrenenler, sınıf içi ve dışı öğretim etkinliklerinde takım halinde beraber çalışırlar, konuyu derinliğine incelerler ve projelerini geliştirirken meslekleriyle ilgili bilgiyi edinirler ve uygularlar. Öğretmen, proje için gerekli bilgi kaynaklarına yönlendiren ve sınırlı düzeyde danışmanlık veren rolü üstlenmektedir. PTÖ'de bir problemin çözümünü içeren proje öğretimin merkezinde olup etkinliklerin çoğu ders dışında olacak şekilde tasarlanmaktadır. Kimi zaman PTÖ ile karıştırılabilen PDÖ'de ise projenin kendisi, geleneksel ve sınıf ortamında gerçekleşen öğretimi tamamlar niteliktedir [23]. Ders sunulurken proje çalışmaları ders konularına paralel olacak şekilde yapılandırılmaktadır. PDÖ'de öğretmenin rolü, genel olarak müfredat konularını ve alan bilgisini sağlayıcı ve projeyi yönlendiricidir.

PTÖ ile ilgili yapılan çalışmaları genel olarak; (a) bu yöntemin öğrenmeye olan katkılarının incelendiği, (b) çeşitli uygulama biçimlerinin ve PTÖ öğrenme sürecinin değerlendirildiği, (c) öğrenenlerin bireysel özellikleri açısından PTÖ'in uygunluğu ile öğretimsel etkililiğinin incelendiği araştırmalar olarak gruplamak mümkündür [20]. Söz konusu çalışmalarda, PTÖ'nin olumlu etkilerinden bahsedildiği gibi aynı zamanda öğretmen, öğrenci, öğrenme ortamı ile eğitim programları boyutundaki güçlüklere de değinilmektedir [22], [24], [27],[29],[32]. Öte yandan PTÖ yönteminin uygulanmasına yönelik araştırma konularını, öğretimin planlaması, öğretim için gereken zaman ve kaynağın tahsis edilmesi, sınıf yönetimi, öğrenenlerin yönlendirilmesi ve desteklenmesi, değerlendirme vb. başlıklar altında toplamak da mümkündür.

PTÖ'den farklı bir yapıya sahip PDÖ yöntemi, geleneksel öğretim ortamlarına alışkın olan öğrenen ve öğretmenler tarafından daha kolay benimsenebilecek, proje kavramı çerçevesindeki öğretim ihtiyaçlarına da cevap verebilecek niteliktedir (Şekil 3). Ayrıca PDÖ uygulamaları, başta PTÖ yöntemi olmak üzere diğer yapılandırmacı öğretim yöntemlerinin uygulamalarına aşamalı bir geçişi sağlayabileceği, edinilen bireysel ve kurumsal tecrübeler gelecekteki uygulamalara da aktarılabileceği düşünülmektedir. Ancak, araştırmalar incelediğinde söz konusu problemlere ilişkin yeterli çalışmaların olmadığı ve her iki yöntemi doğrudan karşılaştıran araştırmaların bulunmadığı da gözlenmektedir [12],[13].



Şekil 3: Proje destekli öğretim ve tasarımı.

3 Yöntem

Bu araştırmanın temel amacı, PTÖ ve PDÖ yöntemlerinin yazılım mühendisliği lisansüstü eğitimindeki öğrencilerin akademik başarıları, ürün ve proje performanslarına olan etkilerini incelemektir. Çalışmaya aynı eğitim yılının birbirini izleyen güz ve bahar dönemindeki bilgisayar mühendisliği programına kayıtlı 70 lisansüstü öğrencisi katılmıştır. Bu çalışmada "doğal oluşan gruplar" yaklaşımından hareket edilerek Küme Örnekleme Yöntemi kullanılmış, ancak, derse katılan öğrenciler deney ve kontrol grubuna rastgele atanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler için PDÖ yöntemi ve kontrol grubundaki öğrenciler için PTÖ yöntemi

benimsenmiştir. İdari ve planlama güçlüklerinden dolayı öğrencilerin farklı dönemlerde çalışmaya katılmaları ile grup sayılarının eşit olmaması durumunu Araştırma Yöntemleri Bilim Dalı çerçevesinde aşağıdaki gibi açıklamalar getirmek mümkündür:

Gerçek deneysel tasarımlarda (true experimental design) çalışma gruplarının tamamen homojen ve eşit sayıda olması beklenir. Bundaki temel amaç doğal olarak çalışmanın iç geçerliliğini artırmaktır. Ancak bu durumun, suni müdahalelerle araştırmanın gerçek ve sosyal hayattan uzaklaşması ile çalışmanın sadece laboratuvar ortamında ya da belirtilen şartlarda geçerli olması gibi bir başka durumu ortaya çıkarma olasılığı da mevcuttur. Bu durumda, çalışma sonuçlarının genellenebilirliği tehlikeye düşebileceği gibi beraberinde çalışma sonuçlarının doğal ve gerçek hayata uyarlanabilmesinde çeşitli güçlüklerle de karşılaşılabilecektir. Aşırı kontrollü deneysel ortamlarda geliştirilen bir araç veya yöntemden, gerçek hayatta aynı düzeydeki sonuçları alabilmek için yine laboratuvar ortamındaki aynı kontrollerin getirilmesinin gerekebileceği bir diğer önemli husustur. Söz konusu ilkeler dikkate alındığından dolayı, bu araştırmada deney ve kontrol gruplarının sayıları aynı olamamıştır. "10 kişi derse katılmasın" demek hayatın olağan akışına da uygun olamayacağı için dersi alan bütün öğrencilerin çalışmaya katılmasına izin verilmiştir. Bu sayısal dengesizliği çeşitli istatistiksel yöntemlerle ya da grup ortalamaları dikkate alarak istatiksel çözümlerle de araştırma sonunda düzeltmek mümkün olabilmektedir. Ancak söz konusu durum, çalışmanın iç geçerliliğini artırırken daha önce belirtileni deney sonuçlarının genellenebilirliğini olumsuz yönde etkileyebilecektir. Bundan dolayı deneye müdahaleden kaçınılarak çalışma gruplarının sayılarına dokunulmamıştır. Katılımcıların bilgisayar mühendisliği ve sistem mühendisliği bölümlerinden mezun olmaları örneklemin bir ölçüde homojenliğini sağlamıştır. Lisans eğitiminde veritabanı ile ilgili dersler almaları da bu durumu destekler niteliktedir.

Çalışmada son test ve kontrol gruplu araştırma modeli kullanılmış, ders içeriklerinin sunumu ve projelerle ilgili çalışmalar aynı öğretmenin gözetiminde yürütülmüştür (Tablo 1). Elde edilen bulgular çalışma gruplarıyla sınırlı tutulmuştur. Araştırmanın "fark yok" hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H-1: Proje destekli ve proje tabanlı öğretim ve öğrenme yöntemleri, öğrenenlerin akademik başarıları açısından anlamlı bir farklılık yaratmayacaktır.

H-2: Proje destekli ve proje tabanlı öğretim yöntemleri, öğrenenlerin ürün ve proje performansları açısından anlamlı bir farklılık yaratmayacaktır.

Tablo 1: Araştırma modeli.

Çalışma Grupları	n	Öğretim Yöntemi	Akademik Başarı Testi	Proje Performans Değerlendirme
Kontrol Grubu	30	Proje Tabanlı Öğretim	X	X
Deney Grubu	40	Proje Destekli Öğretim	X	X

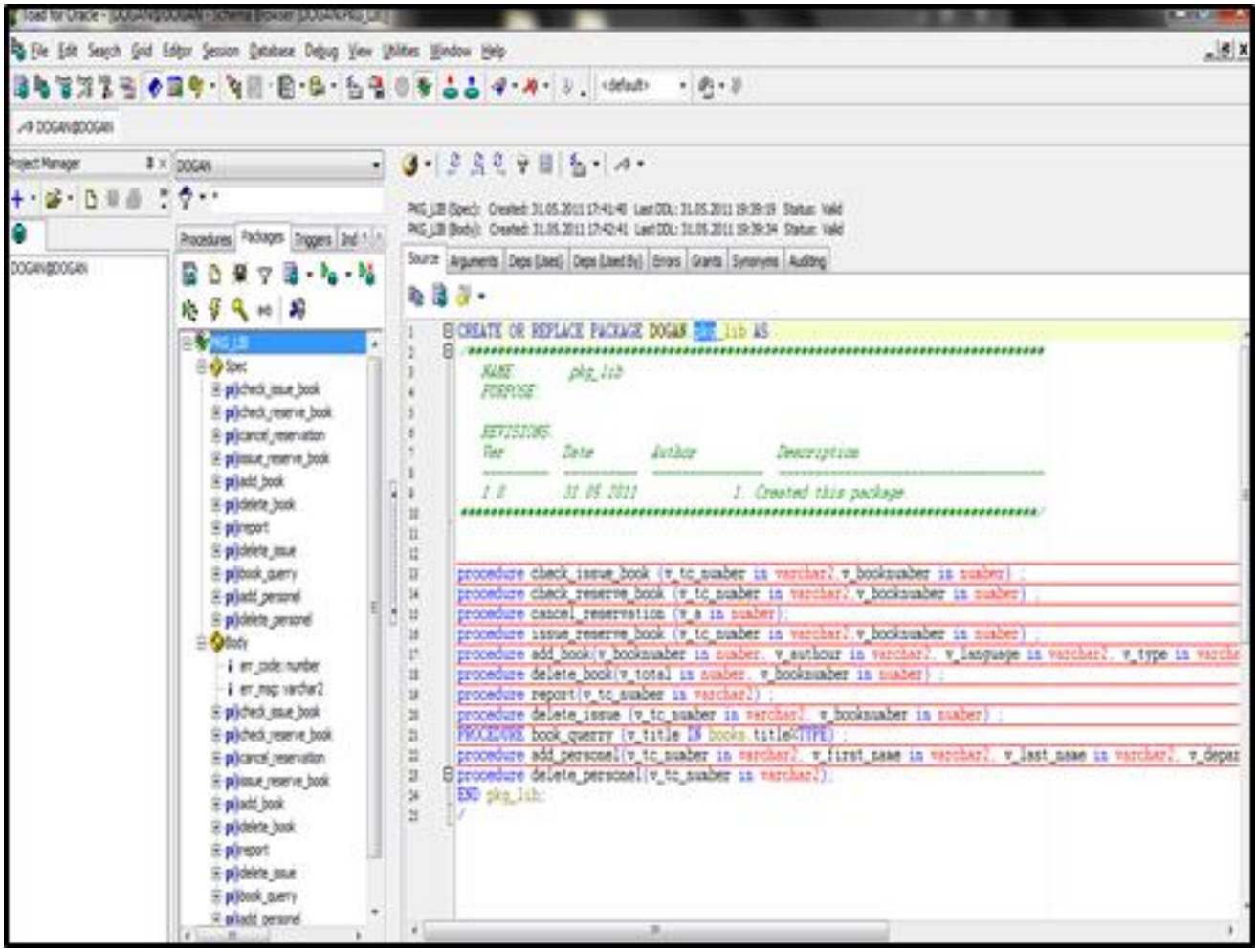
3.1 PTÖ ve PDÖ tasarımları

PTÖ, dersin hedefleri doğrultusunda ve proje kavramı öğretimin merkezinde olacak biçimde tasarlanmıştır. Konu alanıyla ilgili gerekli bilgi ve beceriler dikkate alınarak proje gereksinimleri ve yapılması gereken etkinlikler proje tanım dokümanı olarak öğrencilere verilmiştir. Çalışma grupları ve görevler belirlenmiş, grup içinde projede görev ve sorumlulukların dağılımı öğrencilerin kendisine bırakılmıştır. Bir dönemlik çalışma takvimi içinde projedeki gelişim aşamaları ve yapılacak kontroller haftalık ders saatlerine denk gelecek şekilde planlanmıştır. Etkinlikler ders dışı faaliyetleri de kapsayacak biçimde yapılandırılmıştır. Ders ve laboratuvar saatleri öğretmene danışma, projelerin kontrolü, grup çalışmalarının gözden geçirilmesi ve birleştirilmesi amacıyla değerlendirilmiştir. Öğrenciler, dersin temel kavramları ve uygulamayla ilgili konuları gerektiğinde öğretmene sorabilmiş, ancak, anlatımlar sadece konuların açıklığa kavuşturulması, kaynak gösterme veya yönlendirme amacıyla yapılmıştır. PTÖ'de öğretmenin rolü bilgi kaynağını sağlama, danışmanlık ve ihtiyaç duyulduğunda etkinliklere sınırlı katılım biçiminde gerçekleşmiştir. Öğrenenlerin rolü ise kendi özdenetimleri çerçevesinde proje etkinliklerini planlama, araştırma ve uygulama şeklinde gerçekleşmiştir.

PDÖ ise sınıfta yürütülen ve geleneksel VTYS dersinin öğretimini destekleyecek biçimde tasarlanmıştır. Ders içerikleri ile proje etkinlikleri birbirleriyle uyumlu planlanmış, haftalık konu anlatımları öğretmen tarafından ders saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar saatleri verilen projelere ayrılmakla birlikte proje etkinlikleri ders dışında da olabilmiştir. Çalışma gruplarının seçimi ve sorumluluklarının belirlenmesi, PTÖ'deki gibi öğrencilerin kendisine bırakılmıştır. Ancak, projelerde gelinen aşamaların belirlenmesi ile grup ve bireysel sorumluluklarının yerine getirilip getirilmediği öğretmen tarafından kontrol edilmiş, gerektiğinde aksayan ve eksik kalınan konulara yönelik gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Temel sorumluluk öğrencilerde olmak üzere projeler öğretmenin danışmanlığında geliştirilmiştir. PDÖ'de, öğretmenin rolü alan uzmanı ve konuları anlatan kişiyken, öğrencilerin rolü anlatılanları kavrama, uygulama ve edinilen bilgileri proje görevleri ve etkinliklerine aktarma şeklinde gerçekleşmiştir. Öğretimin tasarımı, uygulaması ve değerlendirilmesi açısından PTÖ ve PDÖ yöntemleri için benimsenen öğretim tasarım ölçütleri Ek-A'da gösterilmiştir.

3.2 Uygulama

PDÖ uygulaması eğitim yılının güz döneminde, PTÖ uygulaması ise bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Proje gruplarının oluşumu üçer veya dörder kişiden oluşacak biçimde öğrencilerin kendilerine bırakılmıştır. Her iki çalışma grubundaki öğrencilerden proje olarak, üniversitede kullanılmak üzere sınırlı işlevlere sahip bir Kütüphane Bilgi Sistemine ait veritabanının tasarımı ile gömülü yordamlarını geliştirmeleri istenmiştir. Yazılım projesinin amacı, bir üniversiteye ait kütüphanenin ihtiyaçlarına yönelik olarak, yazılım mühendisliği disiplinindeki standartlara uygun ve sınırlı fonksiyonlara sahip bir bilgi sisteminin veritabanını tasarlamak, belirli fonksiyonlarını Oracle Veritabanı ve PL/SQL programlama dili ile geliştirmek ve sistemin ilişkisel veritabanını gerçekleştirmektir. Öğrenciler, veritabanı tasarımı ve sistemin işleyişine yönelik bütün veritabanı sorgularını, gömülü yordamları ve işlevlerini veritabanında geliştirmiştir. Şekil 4'te kontrol grubunun üçüncü proje grubunda yer alan öğrencilerin geliştirmiş olduğu veritabanı şeması ve gömülü yordamlar örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4: Oracle veri tabanında PL/SQL gömülü yordamlar.

3.3 Veri toplama araçları ve değerlendirme ölçütleri

Çalışmada öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek amacıyla açık uçlu akademik başarı testi hazırlanmış, uygulama öncesi testin kapsam ve görünüm geçerliliğiyle ilgili öğretmen ve alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır.

Proje çalışmalarında grup ve bireysel etkinliklerin öğretmen tarafından takibi için bir gözlem formu hazırlanmıştır. Aynı zamanda proje değerlendirme formları hazırlanarak öğrencilerin geliştirmiş oldukları projelerle ilgili ürün ile proje performansları ölçülmüştür (Ek-C).

3.4 Çalışmanın sınırlılıkları

Bu araştırmanın çalışma grubu, lisansüstü eğitim programlarına katılan ve mühendislik lisans programlarından mezun olan 70 öğrenci ile çalışma süresi açısından iki eğitim dönemiyle sınırlı tutulmuştur.

4 Bulgular ve tartışma

Araştırmanın sınırlılıkları kapsamında, (a) çalışma gruplarının küçük olması, (b) veri kaybının istenilmemesi, (c) öğrencilerin başarı puanlarının normal dağılım sergilememesi ($p < .05$) vb. istatistiki durumlar, verilerin çözümlenmesinde "Parametrik Olmayan Testlerin" kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Çalışmayla ilgili tanımlayıcı istatistikî bilgileri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2'de görüleceği üzere PDÖ ve PTÖ gruplarının akademik başarı ve proje performans ortalamaları sırasıyla 91.22 ve 85.23 ile 91.10 ve 89.80'dir. Ayrıca, her iki grupta çalışmaya katılan öğrencilerin genel not ortalamaları ve sınavlarına ilişkin bulgular Ek B'de sunulmuştur. Diğer araştırma değişkenlerine ilişkin bulgular ise aşağıdaki bölümlerde tartışılmıştır.

Tablo 2: Akademik başarı ve proje performanslarıyla ilgili tanımlayıcı istatistik bilgileri.

Testler	Gruplar	n	Ortalama	Std. Sapma
Akademik Başarı Testi	PDÖ	40	91.22	8.341
	PTÖ	30	85.23	6.870
	Toplam	70	88.66	8.250
Proje Performans Değerlendirme	PDÖ	40	91.10	5.053
	PTÖ	30	89.80	4.852
	Toplam	70	90.54	4.974

4.1 Akademik başarıya ilişkin bulgular

H-1: Proje destekli ve proje tabanlı öğretim yöntemleri, öğrenenlerin akademik başarıları açısından anlamlı bir farklılık yaratmayacaktır.

Tablo 2 incelendiğinde dersin öğrenimini PDÖ yöntemiyle gerçekleştiren öğrencilerin akademik başarı puan ortalamalarının (91.22), PTÖ yöntemiyle gerçekleştirenlere göre (85.23) daha yüksek olduğu görülmektedir. Hipotez testinin çözümlenmesine yönelik Mann-Whitney U-Test sonuçlarına ilişkin bilgiler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Akademik başarı puanları Mann-Whitney U-Test sonuçları.

Çalışma Grupları	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
PDÖ	40	42.76	1710.50	-3.449	.001
PTÖ	30	25.82	774.50		

p: Olasılık değeri; z: Ortalamadan standart sapma.

p (Probability/Olasılık değeri) değeri, istatistiksel analizlerde ve karşılaştırmalarda istatistiksel anlamlılığının varlığını ve bu farklılığının hata düzeyini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu değerin çoğu zaman 0.05 veya 0.01'den küçük olması elde edilen sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ya da başka bir ifadeyle çalışmadaki deneysel müdahalenin etkili olup olmadığını göstermektedir. Standart normal dağılım kapsamında ele alınan z değeri ise ortalamadan sapmayı ifade etmekte ve istatistiksel analizlerde kullanılmaktadır. Öte yandan, Parametrik Olmayan Testlerin Parametrik Testlere (normal dağılıma sahip örneklem için kullanılan testler) nazaran daha az istatistiki güce sahip olduğu kabul edilebilmektedir. Bilindiği üzere bu tür testlerde veriler sıra numaraları ile temsil edilmekte ve testlerde sıra ortalamaları dikkate alınmaktadır. Bu tür testler, bir yönüyle normal dağılım sergilemeyen ya da sayısal olarak dengesiz grupların testlerdeki standart sapma vb. olumsuz etkilerini de azaltmaktadır. Aşırı düşük ya da yüksek değerdeki çalışma verilerinin kullanımına imkân tanıması, parametrik olmayan testlerin bir diğer olumlu özelliğidir. Mann-Whitney U-Testi, normal dağılıma sahip olmayan iki gruba ait verilerin karşılaştırılması için sıklıkla kullanılan testler arasındadır.

Tablo 3'te görüldüğü gibi sıra ortalamaları dikkate alındığında, PDÖ yönteminin uygulandığı çalışma grubunun akademik başarıları daha yüksektir (42.76). Elde edilen bulguların ışığı altında araştırma hipotezi reddedilmiş, farklı iki yöntemle dersi alan öğrencilerin akademik puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Söz konusu fark, PDÖ yönteminin uygulandığı çalışma grubunun lehinedir (z=-3.449; p < .05).

Literatürde, PTÖ yönteminin planlama ve uygulama güçlüklerinin değerlendirildiği boyutlardan birisi de öğretmen boyutudur [23],[27],[29]. Çalışmamızda, PTÖ yönteminde tecrübe kazanımı konusu ile farklı öğretmenlerin çalışma gruplarına olası etkileri dikkate alınmış, bu maksatla uygulamalar aynı öğretim elamanı tarafından gerçekleştirilmiştir. PTÖ uygulaması özellikle PDÖ çalışmasından sonra uygulanmış, öğretim yöntemiyle ilgili kazanıldığı düşünülen tecrübeler PTÖ' in uygulamasına aktarılabilmiştir. Bu bağlamda, çalışma gruplarının akademik başarı puanları arasındaki farkın öğretmen kaynaklı değişkenlerden olamayacağı değerlendirilmektedir [30],[32].

Bulguların ışığı altında çeşitli çıkarımlar yapılabilir. Öncelikle, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin orta ve yükseköğretim hayatından itibaren proje görevleri aldıkları ve bu kavrama yabancı olmadıkları görülmüştür. Her iki grupta ders kapsamında gerçek hayatla ilgili bir projenin kullanılması, öğrencilerin motivasyonunu arttırdığı ve öğretim ortamını zenginleştirdiği gözlenmiştir [25]. Ancak, PDÖ grubundaki öğrenciler bu yönteme uyum sağlama ve benimsemede güçlük çekmezken ilk kez bir dersin öğrenimini yapılandırmacı bir yöntemle gerçekleştiren PTÖ grubundaki bazı öğrencilerde uyum ve benimseme güçlükleri görülmüştür.

PDÖ grubundakiler projeyi gerçekleştirirken dersin sınırları içerisinde kalırken PTÖ grubundaki öğrenciler kimi zaman dersin kapsamı dışına çıkmışlar ve yönlendirilmelerine gerek duyulmuştur. PDÖ grubuna ders konularıyla ilgili bilgilerin öğretmen tarafından sunulması ve projelere rehberlik edilmesi, onlara başta zaman olmak üzere diğer öğretim kaynaklarının daha verimli kullanımına imkân tanımıştır [25]. Bu durum, [31]'de önerilen yöntem ve ilkelerle de benzerlik göstermektedir. PTÖ grubundaki bazı öğrencilerin [21] belirtildiği gibi kendi özdenetimleri çerçevesinde; projenin planlaması, zamanın etkin kullanımı, konu alanıyla ilgili bilgileri araştırılması ve projeye yansıtılması, ders dışı proje etkinliklerine düzenli katılım vb. konularda istenilen performansı sergileyemedikleri gözlenmiştir.

Her iki çalışma grubunda yer alan öğrenciler için dersin amaçları ile dönem sonunda sahip olmaları beklenen bilgi ve beceriler açık olarak önceden belirlenmiştir. PDÖ'de, bu amaçlara ulaşmak için planlı öğretim etkinlikleri yürütülürken, projeyle ilgili görevlerin ders içerikleriyle bütünleştirilmesi öğretmen tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu durum, öğrencilere bilginin işlenmesi ve edinilmesinde zaman kazandırmış, proje görevleri kapsamında özdenetim becerilerine yönelik etkinliklerin gerçekleşmesine kısmen de olsa imkân tanımıştır [25]. PTÖ grubunda yer alan öğrenciler ise çeşitli problemlerle karşılaşırken proje etkinlikleri öğretmen kontrolü dışında gerçekleşmiş, ders projelerini tamamlamaları PDÖ grubuna göre daha çok zaman almıştır. Öte yandan, her iki çalışma grubundaki öğrencilerin araştırma ve proje yönetim becerilerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Bu durum, öğretmenin etkin olduğu PDÖ grubundaki öğrencileri daha az etkilediği düşünülmektedir. PTÖ grubundaki öğrencilerin ise gerekli bilgileri edinme ve proje etkinliklerini dersin konularıyla ilişkilendirmede güçlükler yaşadığı gözlenmiştir [21].

Dersin hedefleri çerçevesinde, içerik, zaman, kaynak, öğretmen ve öğrenci boyutunda genel olarak ele alındığında, PDÖ yönteminin öğrencilerin akademik başarılarında daha etkili olduğunu söylemek mümkündür. Akademik başarıya ilişkin bu bulguların, [26]'da sunulan deneysel çalışma ile uyumlu olduğu gözlenmektedir. Ancak, söz konusu çalışmadaki araştırmacılar bu çalışmadan farklı olarak geleneksel öğretimi PTÖ ile bütünleştirerek gerçekleştirmişlerdir. Bu yönüyle [26]'daki araştırmayı PDÖ'in farklı bir uygulama biçimi olarak göstermek mümkündür.

4.2 Ürün ve proje performansına ilişkin bulgular

H-1: H-2: Proje destekli ve proje tabanlı öğretim yöntemleri, öğrencilerin ürün ve proje performansları açısından anlamlı bir farklılık yaratmayacaktır.

Tablo 2'de görüldüğü gibi dersin öğrenimini PDÖ yöntemiyle gerçekleştiren öğrencilerin proje performans puan ortalamalarının 91.10, PTÖ yöntemiyle gerçekleştirenlerin ise 89.80 ve birbirlerine yakın bir değer olduğu görülmektedir. H-2 hipotez testinin çözümlenmesine yönelik Mann-Whitney U-Test sonuçlarına ilişkin bilgiler Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Ürün ve proje değerlendirme notlarının Mann Whitney test sonuçları.

Çalışma Grupları	n	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
PDÖ	40	37.90	1516.00	-1.146	.252
PTÖ	30	32.30	969.00		

p: Olasılık değeri; **z**: Ortalamadan standart sapma.

Tablo 4'te görüldüğü gibi sıra ortalamaları dikkate alındığında, PDÖ yönteminin uygulandığı çalışma grubundaki öğrencilerin proje performansları daha yüksek olmakla birlikte gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($z=-1.146$; $p > .05$). Elde edilen bulguların ışığı altında söz konusu araştırma hipotezi kabul edilmiştir. Bir başka ifadeyle, PTÖ ve PDÖ yöntemleri öğrencilerin proje performanslarında anlamlı bir farklılık yaratmamıştır.

Proje performans ölçütleri dikkate alındığında (EK-B), yazılım gereksinimlerinin karşılanabilmesi için büyük ölçüde kavram ve uygulama düzeyindeki VTYS ile ilgili bilgi ve becerilerin önceden edinilmesinin gerektiği görülmektedir. Bu bilgilerin öğretmen tarafından sunulması, PDÖ grubundaki öğrencilere çeşitli avantajlar sağladığı söylenebilir. Her ne kadar PDÖ yöntemiyle dersi alan öğrencilerin proje performansları yüksek görünse de bu durumu PDÖ tasarımı ve öğretmenin dersteki konumuyla ilişkilendirmenin daha doğru olacağı düşünülmektedir [22]. Örneğin, bu gruptakiler için proje zaman çizelgesi, iş paketleri ve dökümleri, projedeki sorumluluklar ve görevler açık olarak belirlenmiştir. Bu görevleri öğrencilerin yerine getirip getirmediği ve projenin genel işleyişinin kontrolü öğretmen tarafından yapılmıştır. Ayrıca, bu çalışmadaki öğretmen ve öğrencilerin PTÖ'e olan tutumlarıyla ilgili gözlemin [27]'de sunulan araştırmadaki bulgularla benzerlik taşıdığını söylemek mümkündür. Öğrencilerin bireysel katkı anlamında projede ne kadar etkili oldukları ile ilgili belirsizlikler göz önüne alındığında, bu araştırmadaki proje performansıyla ilgili bulgulara temkinli yaklaşmanın gerektiği değerlendirilmektedir [19]. Öte yandan, PTÖ'de ise öğretmen müdahalesinin az olması, daha çok işbirlikli öğrenmeyi gerektirmesi, derinliğine düşünmeyi özendirmesi, öğrencilerin öz denetimlerini geliştirmesi ve gerçek hayat problemlerine daha yakın olması nedeniyle öğrencilerin memnuniyetini ve motivasyonunu arttırdığı gözlenmiştir [25]. Bu bağlamda PTÖ'nin öğrencilerin teknoloji ve kullanımına ilişkin tutumlarını olumlu yönde etkilemesi gözlemini, [26]'daki çalışmanın bulguları da desteklemektedir. Öte yandan uzun süreli bir çalışma olan [28] ile [29], [30] ve [32]'deki araştırmalarda ifade edildiği gibi PTÖ daha uzun hazırlık süresini, öğretmenlerin motivasyonunu ve oryantasyonunu, okul yönetiminin de desteğini gerektirmekte, aynı zamanda öğrenciler için bilgi edinme süreci daha güç olabilmektedir.

PDÖ ve PTÖ ile ilgili akademik ve ürün performansıyla ilgili yukarıda tartışılan araştırma bulgularının, yazılım mühendisliği literatüründeki diğer çalışma sonuçlarıyla da benzerlik ve farklılıklarını belirtmek mümkündür. Örneğin, akademik ve ürün performansıyla ilgili bulgular, öğrencilerin teknik yeteneklerinin yanında sosyal yeteneklerinin de geliştirilmesi gerektiğini göstermekte olup Cihan ve Kalıpsız'ın [33] bulgularıyla da desteklenebilir niteliktedir. Aybay'ın [34], YM derslerdeki proje ağırlıklı ve problem çözmeye dayalı yaklaşımı ve önerileri, belirli ölçülerde PDÖ ve PTÖ yöntemleriyle örtüşmektedir. Ancak bu öneriler, öznel nitelikte ve gözleme dayalı olup deneysel bulgulara ihtiyaç göstermektedir. Karakaya ve Bostan [35] çalışmalarında yazılım mühendisliği lisans eğitiminde yer alan bitirme projesinin iki farklı uygulama biçimini incelemişlerdir. Birinci uygulama yönteminin PTÖ yöntemi ile ikincisinin ise kısmen PDÖ ile benzerlik sergilediği söylenilebilir. Ulaştıkları bulgular öğrencilerin takım ve grup çalışmasında, yazılım proje yönetimi bilgilerinin edinilmesinde ve motivasyonun sürdürülmesinde çeşitli güçlükler yaşadıklarını göstermektedir. Söz konusu sonuçların bu araştırmadaki ürün ve akademik başarıya ilişkin bulguları belirli ölçüde desteklediğini ve proje uygulamalarında yaşanılan güçlüklerin de benzer özellikte olduğunu söylemek mümkündür. Yine yazılım bitirme projeleriyle ilgili bir başka çalışmada ise [36] iki dönemlik bir süreç modeli tanıtılmakta olup genel olarak [35]'te belirtilen birinci uygulama biçimine benzemektedir. Ayrıca, Türkiye üniversitelerinin YM müfredat programlarının incelendiği bir çalışmada [37] ise SWBOK'a göre bir değerlendirme yapılarak sonuçlar tartışılmaktadır. Ulaşılan sonuçların yine proje yönetimiyle doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkili olduğu görülmektedir.

Son olarak, bu araştırma bulgularının ışığı altında literatürdeki benzer çalışmalara [38] yaklaşıldığında şu konuların ön plana çıktığı gözlenmektedir:

- Özellikle Türkiye'deki akademik çalışmalarda proje odaklı yazılım mühendisliği konularına eğitim ve ders programlarının oluşumunda önemli ölçüde yer verilmektedir,
- Yazılım mühendisliğindeki proje derslerinin tasarımında, Eğitim Teknolojisi Ana Bilim Dalı'nın önemli kavramları arasında yer alan "Öğretim Tasarımı" vb. konularına değinilmemekte, öğretimin kalitesini belirleyecek olan öğretimsel yöntem, araç ve teknikler kullanılmamaktadır,
- YM eğitiminde PDÖ ve PTÖ kavramlarının tam olarak anlaşılmamakta, proje kavramıyla ilgili terminoloji karışıklığı bulunmakta ve yapılan uygulamalarda proje-destekli, proje-tabanlı vb. ifadeler birbirilerinin yerine kullanılmaktadır.

5 Sonuç ve öneriler

Pek çok açıdan hızlı bir değişim gösteren günümüzün iş hayatı ile eğitim alanında yapılan araştırmalar, üniversitelerde uygulanan eğitim programları ile geleneksel öğretim yöntemlerinin gözden geçirilmesini, PTÖ gibi öğrenci merkezli ve yapılandırmacı öğretim yöntemlerine müfredatta yer verilmesi gerektiğini göstermektedir. Çalışmamızın önceki bölümlerinde bahsedildiği gibi PTÖ uygulamalarının uzun dönemde sürdürülebilir ve etkili olabilmesi için farklı boyuttaki

öğretim ihtiyaçları ve durumlarının dikkate alınması gerekmektedir. Bu bağlamda, dersin öğretimine doğrudan PTÖ yöntemiyle başlanılması yerine, öncelikle PDÖ'in kullanılması ve sonraki aşamalarda yapılandırmacı bir öğretim yönteminin benimsenmesi, çeşitli boyutlardaki öğretim güçlüklerinin dikkate alınmasında yardımcı olabileceği değerlendirilmektedir [26],[28],[30],[32].

Bu çalışmada, araştırma amaçları doğrultusunda PTÖ ve PDÖ yöntemleri karşılaştırılmış, VTYS dersinin öğretiminde öğrencilerin akademik başarısı, ürün ve proje performanslarına olan etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, PDÖ yönteminin öğrencilerin akademik başarısı açısından daha etkili olduğu bulunurken ulaşılan sonuçlar öğretmen, öğrenci ve uygulama boyutunda tartışılmıştır. Proje performansları dikkate alındığında ise PTÖ ve PDÖ yöntemlerinin kullanıldığı gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu çalışmanın sınırlıkları dikkate alınması suretiyle ileride PTÖ yönteminin yazılım mühendisliği derslerinin öğretiminde kullanılmasına yönelik farklı çalışmaların yapılması planlanmaktadır. Sonuç olarak bu araştırmanın, PTÖ ve PDÖ yöntemlerini deneysel olarak karşılaştıran bir çalışma olarak gelecekteki araştırmalara önemli ölçüde ışık tutabileceği değerlendirilmektedir.

6 Kaynaklar

[1] Standish G. "Chaos Report on Software Projects". Project Smart, The Standish Group, USA, 2014.

[2] Tooker G. "Real world 101: What some engineers in industry want your students, and you to know". *American Society for Engineering Education Magazine*, 11, 19-22, 1992.

[3] IEEE-ACM. "Software Engineering 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering". The Joint Task Force on Computing Curricula, USA, 2014.

[4] Shaw M. "Software Engineering for the 21st Century: A Basis for Rethinking the Curriculum". Carnegie Mellon University, USA, Technical Report, 2005.

[5] Ardis M. "Advancing software engineering professional education". *IEEE Software*, 11, 53-63, 2011.

[6] Yu L. *Overcoming Challenges in Software Engineering Education: Delivering Non-Technical Knowledge and Skills*. 1st ed. USA, IGI-Global, 2014.

[7] Thompson JB. "why better industrial/academic links are needed if there is to be an effective software engineering workforce". *Conference on Software Engineering Education and Training*, Pittsburgh, PA, USA, 9-12 March 2010.

[8] MacKellar BK, Sabin M, Tucker AB. *Bridging the Academia-Industry Gap in Software Engineering: A Client-Oriented Open Source Software Projects Course*. Editor: Yu L. Overcoming Challenges in Software Engineering Education, 373-396, USA, IGI-Global, 2014.

[9] Lee J, Cheng YC. "Change the face of software engineering education: A field report from Taiwan". *Information and Software Technology*, 53, 51-57, 2011.

[10] Kitchenham B, Brereton OP, Budgen D, Turner M, Linkmana S. "Systematic literature reviews in software engineering-A Systematic literature review". *Information and Software Technology*, 51(1), 7-15, 2009.

[11] Silva FQB, Santos ALM, Soares S, França A.C, Monteiro, CVF, Maciel FF. "Six years of systematic literature reviews in software engineering: An updated tertiary study". *Information and Software Technology*, 53(9), 899-913, 2011.

[12] Malik B, Zafar S. "A systematic mapping study on software engineering education". *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 6(11), 3343-3353, 2012.

[13] Ellis HJC, Demurjian SA, Naveda JF. *Software Engineering: Effective Teaching and Learning Approaches and Practices,* 1st ed. New York, USA; IGI Global, 2009.

[14] Motta G, Wu B. *Software Engineering Education for a Global E-Service Economy: State of The Art, Trends and Developments,* 1st ed. New York, USA, Springer International Publishing, 2014.

[15] Bourque P, Fierley RED. "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK v.3)". USA, IEEE Computer Society Report, 2014.

[16] Uysal MP. "In Search of software engineering foundations: A theoretical and trans-disciplinary perspective". *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 8(4), 328-332, 2016.

[17] Hilborn R. "Team learning for engineering students". *IEEE Transactions on Education*, 37(2), 207-211, 1994.

[18] Felder RM, Brent R. "Designing and teaching courses to satisfy the ABET engineering criteria". *Journal of Engineering Education*, 92(1), 7-26, 2003.

[19] Mills JE, Treagust DF. "Engineering education–is problem-based or project-based learning the answer". *Australasian Journal of Engineering Education*, 4, 2-18, 2003.

[20] Thomas JW. "A Review of Research on Project-Based Learning. The Research Review and the Executive Summary Report". http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf (07.02.2015).

[21] Şahin H. "Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının uygulanmasında fen ve teknoloji öğretmenlerinin karşılaştıkları güçlüklerin incelenmesi". *AİBÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 145-166, 2012.

[22] Marx RW, Blumenfeld PC, Krajcik JS, Soloway E. "Enacting project-based science: challenges for practice and policy". *Elementary School Journal*, 97, 341-358, 1997.

[23] Osakue EE, Thomas G. "Students' perception of project assisted learning", *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, 5(1), 12-17, 2011.

[24] Yadav SS, Xiahou J. "Integrated project based learning in software engineering education". *International Conference on Educational and Network Technology*, Qinhuangdao, China, 25-27 June 2010.

[25] Grant MM. "Learning, beliefs, and products: students' perspectives with project-based learning". *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2), 37-67, 2011.

[26] Mioduser D, Betzer N. "The contribution of project-based learning to high achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(1), 59-77, 2007.

[27] Beckett GH. "Teacher and student evaluations of project-based instruction". *TESL Canada Journal*, 19(2), 52-66, 2002.

[28] Summers, EJ., Dickinson, G. "A longitudinal investigation of project-based instruction and student achievement in high school social studies". *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(1), 82-103, 2012.
[29] Rogers MAP, Cross DI, Gresalfi MS, Trauth-Nare AE, Buck GA. "First year implementation of a project-based learning approach: The need for addressing teachers' orientations in the era of reform". *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(4), 893-917, 2011.
[30] Lam SF, Cheng RW, Choy, HC. "School support and teacher motivation to implement project-based learning". *Learning and Instruction* 20, 487-497, 2010.
[31] English MC, Kitsantas A. "Supporting student self-regulated learning in problem and project-based learning". *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 128-150, 2013.
[32] Tamim SR, Grant MM. "Definitions and uses: Case study of teachers implementing project-based learning". *Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 72-101, 2013.
[33] Cihan P, Kalıpsız O. "Yazılım mühendisliği ders projelerinin teknik yetkinliklerinin değerlendirilmesi". *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 31, 595-603, 2013.
[34] Aybay I. "Yazılım mühendisliği dersi için proje ağırlıklı ve problem çözmeye dayanan yeni bir yaklaşım". *3. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, Ankara, Türkiye, 27-30 Eylül 2007.
[35] Karakaya KM, Bostan A. "Yazılım mühendisliği eğitiminde bitirme projesinin yürütülmesinde iki farklı yöntemin öğrenci bakış açısıyla değerlendirilmesi". *9. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, 9-11 Eylül 2015.
[36] Yılmaz M, Tasel S, Güleç U, Sopaoğlu, U. "Bilgisayar mühendisliği bitirme projeleri için düşünülmüş bir süreç yönetim modeli". 10. *Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, Çanakkale, Türkiye, 24-26 Ekim 2016.
[37] Giray, G, Tüzün E, Garousi V. "Türkiye'deki üniversitelerdeki yazılım mühendisliği öğretim programlarının SWEBOK kılavuzu kullanılarak değerlendirilmesi". *10. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, Çanakkale, Türkiye, 24-26 Ekim 2016.
[38] Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu. "2003-2016 Yılları Arasında Yayımlanan Sempozyum Kitapçıkları". http://ceur-ws.org/ (06.01.2017).

Ek A

	Ölçütler	Proje Tabanlı Öğrenme	Proje Destekli Öğretim
Öğretim Tasarımı	VTYS dersine yönelik öğretim amaçlarının belirlenmesi	X	X
	Ders konuları ve kapsamlarının belirlenmesi	X	X
	Öğretim etkinlikleri ve stratejilerinin belirlenmesi		X
	Proje kapsamının belirlenmesi	X	X
	Teslim edilecek yazılım ürününün özellik ve gereksinimlerinin belirlenmesi	X	X
	Yazılımı geliştirebilmek için gereken bilgi ve becerilerin belirlenmesi	X	X
	Proje zaman çizelgesi ve takviminin belirlenmesi		X
	İş paketleri ve iş dökümlerinin belirlenmesi		X
	Proje takımları ile projedeki sorumlulukların belirlenmesi		X
	Proje değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi	X	X
Uygulama	Öğretim konularının sunumu		X
	Proje etkinliklerinin yerine getirilmesi	X	X
	Proje iş paketleri ve ilgili görevlerin yerine getirilmesi	X	X
	Proje geliştirme sürecinin kontrolü		X
	Proje ile ilgili danışmalık yapma ve etkinliklere rehberlik etme	X	X
Değerlendirme	Akademik değerlendirme	X	X
	Proje gelişimini izleme		X
	Proje performansını değerlendirme	X	X

Ek B

Öğrenci S. Nu	Çalışma Dönemi	Çalışma Grubu	Başarı Puanı	Ara Sınav Notu	Final Notu
1	1	PDÖ	83	77	89
2	1	PDÖ	90	90	89
3	1	PDÖ	80	72	89
4	1	PDÖ	78	68	89
5	1	PDÖ	92	91	92
6	1	PDÖ	89	86	92
7	1	PDÖ	93	93	92
8	1	PDÖ	93	95	92
9	1	PDÖ	87	85	89
10	1	PDÖ	89	88	89
11	1	PDÖ	93	95	92
12	1	PDÖ	91	90	92
13	1	PDÖ	93	96	89
14	1	PDÖ	88	83	92
15	1	PDÖ	88	86	89
16	1	PDÖ	85	80	89
17	1	PDÖ	94	99	89
18	1	PDÖ	80	71	89
19	1	PDÖ	90	92	89
20	1	PDÖ	89	86	92
21	1	PDÖ	97	98	95
22	1	PDÖ	95	95	95
23	1	PDÖ	88	96	80
24	1	PDÖ	86	91	80
25	1	PDÖ	92	93	90
26	1	PDÖ	94	92	95
27	1	PDÖ	95	94	95
28	1	PDÖ	94	98	90
29	1	PDÖ	89	98	80
30	1	PDÖ	93	95	90
31	1	PDÖ	95	99	90
32	1	PDÖ	97	99	95
33	1	PDÖ	92	89	95
34	1	PDÖ	97	99	95
35	1	PDÖ	87	94	80
36	1	PDÖ	97	99	95

Öğrenci S. Nu	Çalışma Dönemi	Çalışma Grubu	Başarı Puanı	Ara Sınav Notu	Final Notu
37	1	PDÖ	100	100	100
38	1	PDÖ	99	98	100
39	1	PDÖ	100	99	100
40	1	PDÖ	100	100	100
41	2	PTÖ	100	100	100
42	2	PTÖ	85	75	85
43	2	PTÖ	93	88	93
44	2	PTÖ	89	85	89
45	2	PTÖ	96	94	96
46	2	PTÖ	96	93	96
47	2	PTÖ	90	84	90
48	2	PTÖ	84	78	84
49	2	PTÖ	83	76	83
50	2	PTÖ	88	85	88
51	2	PTÖ	84	76	84
52	2	PTÖ	93	91	93
53	2	PTÖ	91	88	91
54	2	PTÖ	97	96	97
55	2	PTÖ	90	84	90
56	2	PTÖ	96	93	96
57	2	PTÖ	91	85	91
58	2	PTÖ	86	83	86
59	2	PTÖ	88	85	88
60	2	PTÖ	80	73	80
61	2	PTÖ	93	96	93
62	2	PTÖ	86	77	86
63	2	PTÖ	94	90	94
64	2	PTÖ	93	89	93
65	2	PTÖ	94	90	94
66	2	PTÖ	87	81	87
67	2	PTÖ	87	81	87
68	2	PTÖ	90	86	90
69	2	PTÖ	84	81	84
70	2	PTÖ	86	81	86

Ek C

Ölçüt Grupları	Ölçütler	Yeterlilik Düzeyleri				
		Yok (0 puan)	Zayıf (1 puan)	Yeterli (2 puan)	İyi (3 puan)	Çok iyi (4 puan)
Yazılım Gereksinimleri ve Karşılanma Durumu	Kitap Ödünç Verme ve İade İşlemleri	Kitap ödünç işlemi tasarlanmamış ve geliştirilmemiş	Kısıtlamalara bakılmadan sadece kitapla ilgili ödünç verme ve alma işlemi gerçekleştirilmiş	Kitap ödünç verme ve iade işlemlerinde kitabın durumu(miktarı, ödünç durumu) dikkate alınmış.	Kitap ödünç verme ve iade işlemlerinde kitabın her türlü durumu (miktarı, ödünç durumu, rezerve vb.) dikkate alınmış;	Kitap ödünç verme ve iade işlemlerinde kitabın her türlü durumu (miktarı, ödünç durumu, rezerve vb.) dikkate alınmış; Rezerve işlemi gerçekleştirilmiş; Kitap iade edildiğinde rezerve eden üyeye eposta gönderilmiş
	Üye İşlemleri	Üye işlemleri tasarlanmamış ve geliştirilmemiş	Sadece yeni üye kayıt, güncelleme ve silme işlemi gerçekleştirilmiş; Kitap ödünç ve rezerve işlemlerine dikkat edilmemiş	Sadece iki kullanıcı tipi tanımlanmış; Üye ile ilgili bütün işlemler gerçekleştirilmiş; Kitap ödünç durumu dikkate alınmış, rezerve yok	İki kullanıcı tipi tanımlanmış; Üye ile ilgili bütün işlemler gerçekleştirilmiş; Kitap ödünç ve rezerve durumu dikkate alınmış	Değişik kullanıcı tipleri tanımlanmış; Üye ile ilgili bütün işlemler gerçekleştirilmiş; Kitap ödünç ve rezerve durumu dikkate alınmış; Üyeler eposta gönderiliyor
	Menü İşlemleri	Menü işlemleri tanımlanmamış	Sadece kitap işlemleri için menü ve parametre girişi tanımlanmış	Üye ve kitap işlemleri için menü ve parametre girişi tanımlanmış	Üye, kitap, yazar, dil, konu vb. işlemler için menü ve parametre girişi tanımlanmış	Üye, kitap, yazar, dil, konu vb. işlemler için menü ve parametre girişi tanımlanmış; Dinamik ve kolay değiştirilebilir menü tasarlanmış
	Dokümantasyon	Dokümantasyon gerçekleştirilmemiş	Minimum düzeyde E-R diyagramları tasarlanmış; Analiz için sınırlı düzeyde UML hazırlanmamış	Gerekli E-R ve UML diyagramları tasarlanmış	Gerekli bütün E-R ve UML diyagramları tasarlanmış; Gösterimlerde ve bazı bilgilerde eksiklik ve hatalar var	Gerekli bütün E-R ve UML diyagramları tasarlanmış; Diyagramların gösteriminde ve içerdikleri bilgiler tam ve proje gereksinimlerinin hepsini karşılıyor.
Veri tabanı Tasarımı, İlişkisel Modelleme, Normalizasyon, DDL, DML, SQL ve PL/SQL Komutlarının Kullanımı	Verinin Modellenmesi ve Normalizasyon	Varlık-İlişki (E-R) diyagramları mevcut değil; Normalizasyon uygulanmamış	Minimum düzeyde E-R diyagramları tasarlamış ve bütünlük kısıtları uygulanmış; Normalizasyon 1NF seviyesine kadar yapılmış,	E-R diyagramları tasarlamış; Bütünlük kısıtlarının bazıları uygulanmış; Normalizasyonda hatalar var ama bunu uygulayabildiğini gösterebilmiş	Gerekli E-R diyagramları tasarlamış; Bütünlük kısıtları uygulanmış; Normalizasyonn 3NF seviyesine kadar yapılmış	Tekil ve tekrarlı ilişkiler kapsanacak biçimde tam olarak E-R Diyagramlarını tasarlanmış ve normalizasyonu tam olarak gerçekleştirilmiş
	SQL kullanılması ve İlişkisel Kuralların Uygulanması	İlişkisel tasarım kurallarını uygulamamış; Basit SQL, DML ve DDL komutlarını kullanmamış	Minimum düzeyde ilişkisel kuralları anlamış; Basit SQL, DML ve DDL komutlarını yazmış	İlişkisel kuralları anlamış ve bunları tabloların tasarımına uygulamış; Birden fazla tablo içeren SQL, DML ve DDL komutlarını kullanabilmiş;	İlişkisel kuralları anlamış ve bunları tablolar ile veritabanı tasarımına uygulamış; Değişik operatörler (join, union, intersection,) çoklu tabloları kapsayan SQL, DML ve DDL komutlarını kullanabilmiş; SQL komutları PL/SQL paketleri haline getirilmiş	Tam olarak ilişkisel tasarımı ve bunların tablo, görünüm, indeks vb. nesnelerin tasarımına uygulayabildiğini gösterebilmiş; İç içe sorguları ve çoklu tabloları kapsayan karmaşık SQL, DML ve DDL komutlarını kullanabilmiş; SQL komutları PL/SQL paketleri haline getirilmiş
	"Log" ve "Exception" İşlemleri	"Log" ve "Exception" işlemi yapılmamış	Sadece "Log" işlemi yapılmış	"Log" ve "Exception" işlemleri gerçekleştirilmiş	"Log" ve "Exception" işlemleri gerçekleştirilmiş; Kullanıcı tanımlı "exception" tasarlanmış	"Log" ve "Exception" işlemleri gerçekleştirilmiş; Kullanıcı tanımlı "exception" kullanılmış; "Log" ve "Exception" paket halinde ve standart hale getirilmiş
Proje Yönetimi ve Yürütülmesi		Proje yönetimi planlı ve sistematik olarak gerçekleştirilmemiş	Proje ile ilgili plan yapılmış, ancak plana uyulmamış	Proje yönetimiyle ilgili plan yapılmış, plana kısmen uyulabilmiş; Proje dokümantasyonu sınırlı yapılmış	Proje yönetimi planlı ve sistematik olarak gerçekleştirilmiş; Dokümantasyon yapılmış	Planlı ve sistematik proje yönetimi gerçekleştirilmiş; Gerekli bütün dokümantasyon yapılmış; Risk, zaman ve kaynak yönetimi gerçekleştirilmiş