

Mekanik Derslerinde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Uygulanması

Doç. Dr. Zehra ÇAĞNAN ERTUĞRUL
Yrd. Doç. Dr. Özkan KALE



Mekanik Derslerinde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Uygulanması

Doç. Dr. Zehra Çağnan Ertuğrul¹, Yrd. Doç. Dr. Özkan Kale²

¹TED Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ziya Gökalp Caddesi No:48 Kolej Ankara Türkiye
+903125850137
E-posta:zehra.cagnan(at)tedu.edu.tr

²TED Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ziya Gökalp Caddesi No:48 Kolej Ankara Türkiye
+903125850282
E-posta:ozkan.kale(at)tedu.edu.tr

Öz

Bu makale, Proje Tabanlı Öğrenme (PTÖ, Project Based Learning) yaklaşımını kullanan mekanik derslerine katılan 2. sınıf mühendislik öğrencilerinin algı ve tutumlarını sunmaktadır. 'CE211 Mühendislik Mekanik I: Statik' ve 'CE214 Malzeme Mekaniğine Giriş' dersleri, TED Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde (Ankara, Türkiye) geliştirilmiş ve öğretilmektedir. Bu dersler çerçevesinde, öğrenci grupları önceden tanımlanmış görevleri yerine getiren yazılımların; boyut ve performans özelliklerine sahip yapıların tasarımını ve uygulamasını içeren mini projeler yürütürler. Bu derslerin öğrencinin PTÖ ortamında geçirdiği süreci incelemek için uygun olduğu görülmüştür. Esas olarak bu çalışmada, insan yönü üzerine odaklanılarak öğrencilerin düşünceleri, davranışları ve karşılaştıkları zorluklar irdelenmektedir. Veriler, öğrencilerle yapılan yüzyüze görüşmelerle, sınıftaki gözlemlerle ve öğrencilerin yazılı ve sözlü raporlarını analiz ederek toplanmıştır. Bu yazı, projelerin amaçlarının; projelerin derslerin genel hedeflerine katkısının; öğretim üyesinin PTÖ ortamındaki rolünün; PTÖ yönteminin avantajlarının; geleceğin mühendisleri için bir öğrenme ortamı olarak PTÖ' nün ve ekiplerde öğrenmenin etkilerinin öğrenciler tarafından nasıl algılandığını incelemektedir.

Anahtar sözcükler:İnşaat Mühendisliği Eğitimi, Aktif Öğrenme, Proje Tabanlı Öğrenme

Giriş

İnşaat Mühendisleri disiplinlerarası problemler üzerinde çalışırken, matematik ve fen bilgisinin orijinal, yenilikçi ve sürdürülebilir sistemlerin tasarımında ve inşasında kullanılmasından, takım çalışması ve profesyonel davranışa kadar uzanan geniş bir yelpazeden kaynakları (bilgi, beceri ve değerler gibi) seferber etmek durumunda kalırlar. Bu kaynakları İnşaat Mühendislerinin sahip olması gereken yetkinlikler olarak nitelendirmek mümkündür (Le Boterf, 1997). Bu yetkinlikler, *teknik* (mühendislik alanına özgü yetkinlikler) ve *çapraz* yetkinlikler (farklı meslek dalları için geçerliliğini koruyan yetkinlikler) başlıkları altında iki ana kategoride incelenebilir (Lima vd., 2017^a). Örneğin yukarıda belirtilen matematik ve fen bilgisinin orijinal, yenilikçi ve sürdürülebilir inşaat mühendisliği

sistemlerinin tasarımında ve inşasında kullanılması İnşaat Mühendisleri' nin sahip olması gereken teknik yetkinliklerden biridir. Bununla birlikte takım çalışması gerçekleştirebilme ve profesyonel davranma yetkinlikleri çapraz yetkinliklere karşılık gelmektedir. Mühendislik lisans eğitimi kapsamında hem teknik hem de çapraz yetkinliklerin öğrencilere kazandırılması ihtiyacı yakın geçmişte birçok meslek kuruluşu (Avrupa Mühendislik Eğitimi Derneği, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Mühendislik Eğitimi Araştırma Topluluğu, vb.) ve akreditasyon kurumu (Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu, Mühendislik Eğitiminin Akreditasyonu için Avrupa Ağı, vb.) tarafından da vurgulanmıştır (Lima vd. 2017^b; Christie ve Graaff, 2017). Aktif öğrenme ve özelde proje tabanlı öğrenme (PTÖ), bu hedefi mümkün kılacak pedagojik modellerdir. PTÖ pedagojik modeli elli yıldan fazla süredir mevcuttur (Christie ve Graaff, 2017). Fakat bu pedagojik modelin güçlü tarafları son on yılda daha iyi anlaşılabilmiştir.

Proje Tabanlı Öğrenme Nedir? Nasıl Ortaya Çıkmıştır?

Eğitim bir disiplin olarak milattan önceki yıllara dayanmaktadır. Başlangıç tarihinden günümüze değin eğitimciler birçok teori ve pedagojik model geliştirmişlerdir. Örneğin Aristoteles (M.Ö. 384-322) insanların yürüdüklerinde en iyi öğrendiklerini gözlemlemiştir. Atina' daki okulu bu sebepten dolayı 'Gezginci Okulu' (Yunancada Peripatitikos, İngilizcede Peripatetic kelimelerinin karşılığı) olarak adlandırılıyordu. Yakın zamanda elde edilmiş bazı nörolojik kanıtların bu teoriyi destekler nitelikte olduğu söylenebilir (Christie ve Graaff, 2017). Sokrates (M.Ö. 470-399) ise geliştirdiği pedagojik yöntemde dikkatle formüle edilmiş sorular ile öğrencilerin içgüdüsel olarak sahip olduğu bilgiyi sözlü olarak ifade etmelerini sağlıyor böylece öğrencileri bilgi edinme sürecinde birer pasif alıcıdan aktif katılımcıya dönüştürüyordu. Bu yöntem 'Sokratik Diyalog' olarak adlandırılı gelmiştir. 'Sokratik Diyalog' yöntemi günümüzde eğitim bilimlerinde 'Asli Sohbet' olarak karşılık bulmaktadır (Christie ve Graaff, 2017).

Günümüze kadar uzanan süreç incelendiği zaman, Yüksek Öğretimin değişime sınırlı düzeyde açık olduğu söylenebilir. Halen Yüksek Öğretim, Öğretim Üyesinin aktif, öğrencinin pasif olduğu dersler, problem çözme saatleri, dönem sonu sınavlarından oluşan, büyük ölçüde geleneksel pedagojik yöntemlere dayanmaktadır. Üst seviye eğitimde kötü tasarlanmış geleneksel pedagojik yöntemlerin benimsenmiş olması, öğrencileri derin öğrenmeden ziyade yüzeysel öğrenmeye teşvik etmesinden dolayı problemlidir (Marton, Hounsell ve Entwistle, 1984). Öğrencileri ezberci öğrenmeye teşvik etmek, Bloom taksanomisinde alt seviyelere karşılık gelecek şekilde sınamak; en zeki öğrencileri bile yüzeysel öğrenmeye itebilir (Marton, Hounsell ve Entwistle, 1984). Yüzeysel öğrenmeyi engelleme amacı ile örgün eğitim sistemindeki vurguyu Öğretim Üyesi odaklılıktan öğrenci merkezliliğe çekmeyi amaçlayan pedagojik modellerden biri olan PTÖ bu çalışmanın merkezindedir.

'Aktif öğrenmenin' bir totoloji olduğu kolaylıkla söylenebilir, zira beyin veya beden bir şekilde aktif olmaması durumunda öğrenmek imkansızdır (Christie ve Graaff, 2017). Öğrenme, bildiğimiz veya yapabileceklerimizin veya sahip olduğumuz değerlerin değişikliğe uğramasıyla sonuçlanan bir eylemdir. Öğrenmenin etkinlik içerdiğine dair kanıt kelimenin etimolojik köklerinde de bulunabilir. 'Öğrenme' kelimesinin etimolojik kökleri 'yön bulma' etkinliğine dayanmaktadır (Skeat, 1993). İnsanoğlu doğduğu andan itibaren ve belki de öncesinde öğrenmeye başlar (Moon, Lagercrantz ve Kuhl, 2013). Küçük çocuklar, deney yapan, hipotez geliştiren ve test eden birer bilim insanı gibidirler. Kimse bir bebeğe nasıl yürüyüp konuşacağını öğretmez, kendi kendilerine öğrenirler. Çevrelerinden çok fazla yardım alarak ancak temelde kendi kendilerine öğrenirler. Konuşmayı öğrenmek aktif öğrenmeye

gösterilebilecek örneklerden biridir (Christie ve Graaff, 2017). Konuşmayı öğrenmek için zamana, örneklerle, rehber ve uygulamaya ihtiyaç duyarız. Bebekler ilk dokuz ay boyunca herhangi bir anlam taşımayan sesler çıkarırlar. Birinci yaşlarını doldurmadan önce ise ilk anlamlı kelimelerini kurmaya başlarlar. Kelimeler ve işaretleri kullanarak tam olarak iletişim kurabilmeleri için ise 15 ay daha pratik yapmaları gerekir. Bu sürecin insan hayatı için en hızlı öğrenme dönemi olduğu söylenebilir. Çoğu ebeveyn çocuklarının onlara yaratıcılık ve farklı düşünme özelliği kazandıran meraklarını sınırsız olarak nitelendirir. Doğal öğrenciler olmamıza rağmen bazı tip örgün eğitim sistemlerinin merakımızı, yaratıcılığımızı ve hatta ve hatta öğrenme yeteneğimizi olumsuz yönde etkilediği söylenebilir (Dewey, 1938).

Mühendislik eğitiminde aktif öğrenmeye yönelik önerilen en önemli pedagojik modellerden biri de proje tabanlı öğrenmedir. Mühendislik, tıp ve ekonomi alanlarının muhafazakar bir yapıya sahip oldukları yaygın olarak düşünülür. Buna rağmen Yüksek Öğretimde en etkili pedagojik modellerden biri olan PTÖ bu alanlardan çıkmıştır (Lima vd., 2017^a). Yüksek Öğretim’de geleneksel pedagojik yaklaşımları dönüştürmek uzun bir süredir mümkün olmasına rağmen Sosyal Bilimler’deki amfi dersleri-ek tartışma saatleri sistemi ve Doğa Bilimleri’nde amfi dersleri-laboratuvar çalışması sistemi sürdürülmektedir. Kaliteli geleneksel pedagoji, özellikle derinlemesine öğrenmeye çalışan öğrenciler için iyi sonuçlar doğurabilir, ancak geleneksel pedagoji ile birlikte Öğretim Üyeleri yüzeysel öğrenmeyi teşvik eden bir sistem benimsedikleri zaman, öğrencilerin ve geleneksel pedagojinin başarısız olması kaçınılmazdır. Alternatif bir model olarak PTÖ, Yüksek Öğretimi dönüştürecek ve kuvvetlendirecek kapasiteye sahiptir. PTÖ gerçek öğrenmenin ve bilgi/becerilerin güvenilir bir şekilde ölçülebilmesinin araçlarını sunar (Christie ve Graaff, 2017).

PTÖ pedagojik modeli aslında binlerce yıldır kullanılmaktadır. Konfüçyüs ve Sokrates (M.Ö.500 ve M.Ö.400) örneğin bilgi aktarmadan ziyade derin öğrenmeyi teşvik etmek gerektiğine inanıyordu. Sokrates bir soru ile başlayan ve öğrencileri düşünmeye, sorgulamaya ve çözmeye zorlayan diyalogları ile ünlüdür. Konfüçyüs ise öğrencilerine verdiği yarım bulmacanın tamamlanıp geri getirilmesi ile ancak derse devam etmesi ile bilinir. Proje tabanlı öğrenimin en eski ve en çok bilinen versiyonlarından (problem tabanlı öğrenim olarak da nitelendirilir) biri 1969 yılında McMaster Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi’nde benimsenmiş olan örneğidir. Bu model kısa sürede Limburg Üniversitesi, Newcastle Üniversitesi ve New Mexico Üniversitesi Tıp Fakülteleri’nde de kabul görmüştür. Yine aynı dönemde, bugün Proje Tabanlı Öğrenme olarak nitelendirdiğimiz şekli ile Aalborg Üniversitesi’nde uygulanmaya başlanmıştır (De Graaff vd., 2007).

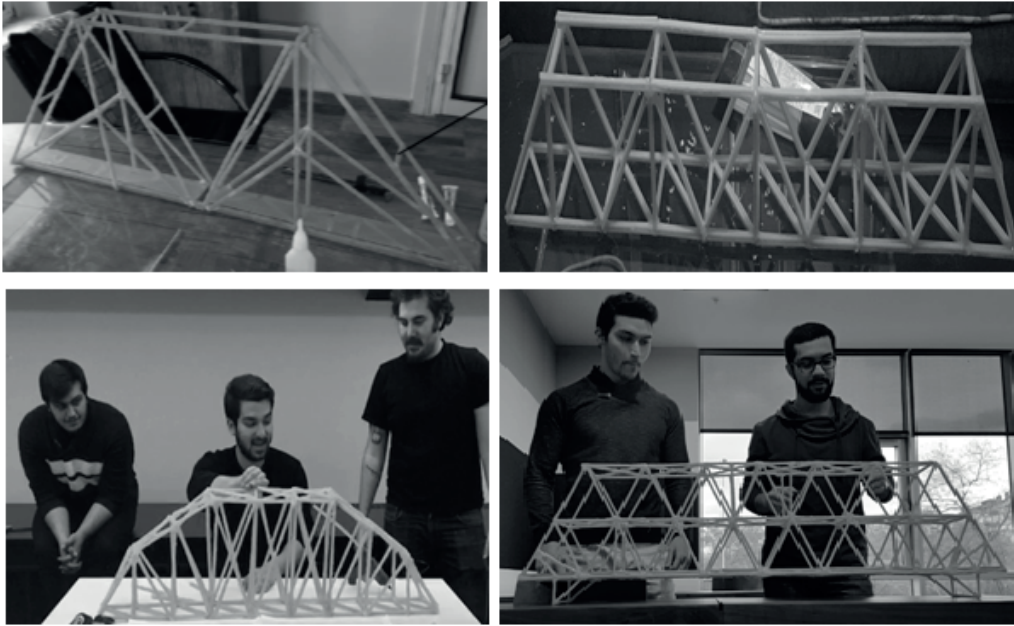
PTÖ bugün Yüksek Öğretim’de dünya çapında kullanılan bir olgudur. Proje tabanlı öğrenmeyi savunan Mühendislik Fakültesi öğretim üyeleri McMaster Üniversitesi örneğinde olduğu gibi iyi bir pedagojik model olarak proje tabanlı öğrenmenin ilgili mesleklerdeki profesyonellerin çalışma ortamlarını taklit eder nitelikte olması gerektiği üzerinde dururlar. Doktorlar tıbbi problemleri teşhis eder ve çözüm geliştirmeye çalışırlar. Mühendisler ürünler tasarlar, inşaa eder ve test ederler. Proje tabanlı öğrenme doğası gereği farklı ortamlara, kültürlere, müfredatlara ve koşullara uyum sağlar. Proje tabanlı öğrenme, öğrencileri belli sınavlarda başarılı olmaya yönelik değil ancak ilerideki meslek hayatlarına hazırlarmayı amaçlar. Proje tabanlı öğrenme birçok üniversitenin mimari düzenini etkileyecek kadar öne çıkan pedagojik bir metod olmuştur (Aalborg Üniversitesi, Nanyang Teknoloji Üniversitesi, TED Üniversitesi).

Probleme dayalı öğrenme, öğrencilerin çözmesi veya daha fazla bilgi edinmesi gereken bir soru veya problemle başlar. Senaryo veya vaka incelemesinin gerçek hayatın karmaşıklığını

yansıtabilmesi için problemlerin katı bir tanımı yapılmaz. Ancak bazı durumlarda öğrencilere gerçek hayattan özgün problemler verilebilir (Christie ve Graaff, 2017). Proje tabanlı öğrenme ise bir ürünün veya bir eserin, çalışmanın sonunda geliştirilmesini kendine hedef edinir. Bazı uygulamalar gerçek saha deneyimi gerektirir diğer durumlarda ise gerçek çalışma ortamları simüle edilir. Yüksek Öğretimde genelde yazılı sınavlara dayalı değerlendirme yöntemleri benimsenmiştir. Hem problem hem proje tabanlı öğrenimde ise sadece yazılı sınavlarla değil değişik ölçme metodlarının benimsenmesiyle performans dayalı gerçekçi değerlendirme vurgulanır (Christie ve Graaff, 2017). Son 25 yılda proje tabanlı öğrenmenin tercih edilen formu ‘yarat, tasarla, uygula ve çalıştır’ (CDIO) olarak adlandırılmıştır. CDIO, 1997 yılında MIT’de bir bitirme projesi olarak başlamıştır. Sonrasında Mühendislik Eğitimi’nde dünya çapında bir hareket halini almıştır. Bu pedagojik model, 107 değişik mühendislik okulunda uygulanmaktadır (Crawley vd., 2007; www.cdio.org).

Örnek Uygulamalar

TED Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü CE211 Mühendislik Mekaniği I dersi çerçevesinde öğrencilerin 3’lü gruplar halinde sadece spaghetti ve epoksi malzemelerini kullanarak köprü tasarımları ve bunları inşa etmeleri istenmiştir. Tasarlanacak köprülerin 1m’lik temiz açıklığa, en az 5 cm genişliğinde bir güverteye sahip olması gerektiği, köprü’nün en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki mesafenin 50 cm’i aşmaması gerektiği ve köprü’nün her iki uçta sağlanan desteklere temasının sadece güverte’nin 5’er cm’lik kısımları üzerinden olması gerektiği gibi şartlar getirilmiştir. Öğrencilerden kullandıkları malzemelerin mukavemetlerini deneysel olarak belirlemeleri istenmiştir. Tasarlanan sistemlerin, 1m’lik temiz açıklığın ortasına uygulanacak düşey noktasal yük altında kapasitelerinin ne olacağının hesaplanması ve tasarım, deneysel ölçüm, sistem kapasitesi hesaplama safhalarının açıklandığı detaylı bir rapor olarak sunulması istenmiştir. Ayrıca her öğrenci grubunun deney, tasarım, inşaa safhalarını anlattıkları 5’er dakikalık videolar hazırlamaları ve rapor, inşaa ettikleri köprü modelleri ile birlikte teslim etmeleri istenmiştir. Bu proje 2015-2016 ve 2016-2017 Sonbahar Akademik Dönemlerinde öğrencilere dönem ödevi olarak verilmiştir.



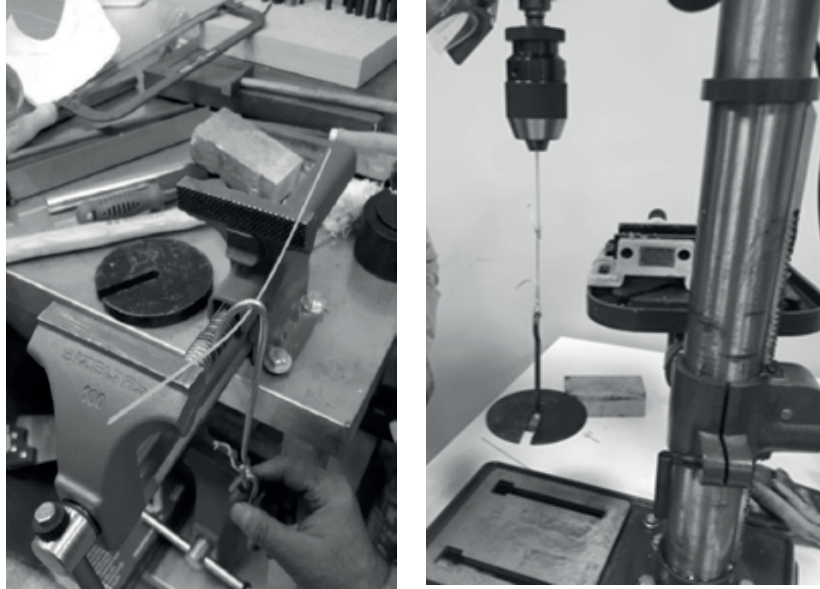
Şekil 1 Öğrencilerin teslim ettiği örnek spaghetti köprü modelleri.

Bu PTÖ uygulaması aşağıda sıralanan TED Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Lisans Eğitim Programı çıktılarına katkıda bulunmak üzere tasarlanmıştır:

- Deney tasarlama, yapma, verileri analiz etme ve yorumlama becerilerine sahip olmak.
- Mühendislik problemlerini tanımlama, çözüm yollarını belirleme ve çözme becerilerine sahip olmak.
- İngilizceyi sözlü ve yazılı olarak mesleki iletişim, bilgi paylaşımı, mesleki gelişim alanlarında etkin olarak kullanabilmek.
- İyi çalışma alışkanlıkları, zaman yönetimi ve öz-disiplin uygulama becerilerine sahip olmak.

Bunlardan ilk ikisi teknik yetkinlikler, son ikisi ise çapraz yetkinlikler olarak nitelendirilebilir.

Problem tanımında herhangi bir sistem belirtilmemiş olmasına rağmen tüm öğrenci gruplarının kafes sistemlerine yöneldiği gözlemlenmiştir. Tasarım safhasında, problem tanımında belirtilmiş olan aşılmaması gereken boyutlar konusunda öğrenci gruplarının özensiz davranabildiği ayrıca gözlemlenmiştir. Bundan dolayı tasarım ve inşa safhalarını tekrar eden gruplar olmuştur. Spagetti örneklerinin çekme ve basınç altındaki dayanımlarının deneysel olarak belirlenmesinde güçlükler gözlemlenmezken, düğüm noktalarının dayanımlarının ölçülemediği rapor edilmiştir (Şekil 2). Öğrencilerin değişik spaghetti türlerine ait çekme ve basınç dayanım değerlerine ayrıca internet üzerinden eriştiği ve bu değerlere raporlarında yer verdikleri gözlemlenmiştir.



Şekil 2 Spagetti örneklerinin çekme ve eğilme dayanımlarının ölçülmesine yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilmiş olan deneysel eksersizler.

Sistem tasarımı ve deney safhalarının tamamlanması üzerine geçilen sistem analizi safhasında öğrenci gruplarının kolaylıkla düğüm noktaları yöntemini uygulayabildiği, hiperstatik sistemler içinse kendilerine sağlanan web tabanlı java uygulamaları üzerinden tasarladıkları sistemlerin modellerini oluşturabildikleri ve iç kuvvet hesaplarını tamamlayabildikleri gözlemlenmiştir (<https://ocw.mit.edu/ans7870/1/1.050/java/trussworks/index.html>). Köprü

modellerinin inşasında öğrencilerin, Mimarlık Bölümü öğrencilerinin geçmekte olduğu stüdyo eğitimi, model hazırlama eğitimine maruz kalmadıkları için, oldukça güçlük yaşadığı ve vakit kaybettikleri gözlemlenmiştir. Buna rağmen teslim edilen nihai ürünlerin yüksek kalitede olduğu ve tasarlanan sistemlerin inşaa safhasında hazırlanan ürünleri yansıtabildiği gözlemlenmiştir. Rapor ve sözlü sunum dili İngilizcedir. Raporların gerek dil, gerek format gerekse içerik bakımından tüm gruplar için yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Tasarıma ait çizimler öğrenciler tarafından AutoCad (AutoDesk, 2018) yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Basınç altında burkulmanın gerçekleşebileceği, burkulmayı engellemek içinse basınç altındaki eleman boylarının kısa tutulması gerektiği veya basınç elemanları için kullanılan spaghetti sayısının göreceli olarak fazla olması gerektiği gibi gözlemlerin öğrenciler tarafından yapıldığı tecrübe edilmiştir. Ayrıca sistem geometrisi üzerinde oynayarak iç kuvvetleri olabildiğince düşürmeye çalıştıkları, düğüm noktalarının göreceli zayıflığının farkında oldukları ve bunu engellemeye yönelik önlemler aldıkları gözlemlenmiştir (kullanılan yapıştırıcı türünü düğüm noktalarında değiştirmek gibi). Hazırlanan 5 dakikalık video içerikleri incelendiği zaman İngilizce kullanarak teknik bir problemi üst düzeyde açıklayabilen öğrenciler olduğu gözlemlendiği gibi sınırlı sayıda yeterli dil becerisine sahip olmayan öğrencilerinde 2. Sınıf seviyesine eriştiği görülmüştür (<https://www.youtube.com/watch?v=I2qNI7nFj98>). 5 dakikalık videoların hazırlanma sürecine ayrılan zamanın uzunluğu, öğrencilerin proje ile ilgili dile getirdiği bir diğer olumsuz nokta olmuştur. Öğrencilere ait yazılı sınav sonuçları dönem projesinden aldıkları notlar ile karşılaştırıldığı vakit ise geçme-kalma seviyesinde bazı öğrencilerin dönem projesinden yüksek not alabildikleri gözlemlenmiştir. Tasarladıkları sistem, hazırladıkları rapor ve video çıktıları diğer gruplara kıyasla üstündür ve mühendislik sezgisi içerdiği tecrübe edilmiştir. Bu da Bloom taksanomisinde üst seviyeleri ölçmeyi hedefleyen değerlendirme yöntemlerinin önemini bir kez daha göstermiştir. Tüm öğrenci grupları rapor, video ve köprü modellerini teslim tarihi öncesinde tamamlamışlardır. Bu proje bağlamında zaman yönetimine ilişkin herhangi bir problem gözlemlenmemiştir.

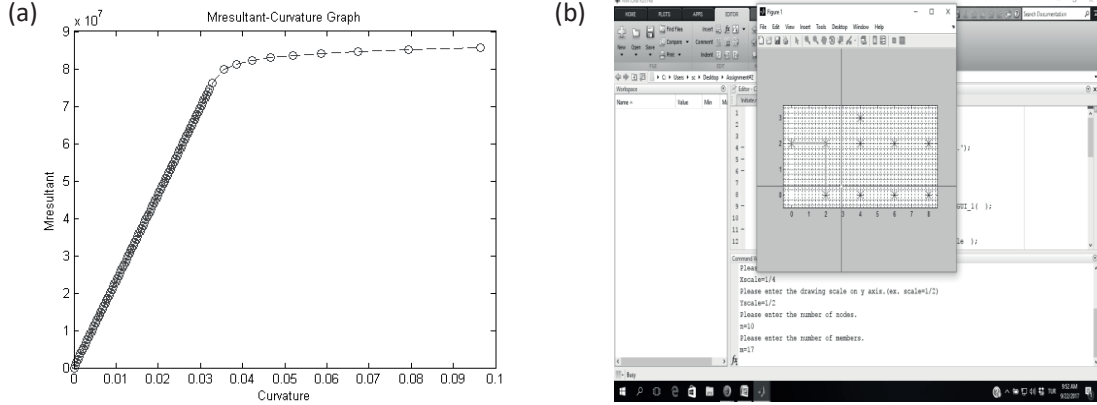
TED Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü CE214 Malzeme Mekaniğine Giriş dersi çerçevesinde ise öğrencilerden iki doğrusal gerilme-birim yer değiştirme malzeme modellerine sahip çelik I profiller için moment-eğrilik ilişkileri geliştirebilen ve 2 boyutlu kafes sistemleri için tesir çizgi diagramları hazırlayabilen MatLab (MathWorks, 2017) yazılımları geliştirmeleri istenmiştir. Bu PTÖ uygulamaları aşağıda sıralanan TED Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Lisans Eğitim Programı çıktılarına katkıda bulunmak üzere tasarlanmıştır:

- Mühendislik problemlerini tanımlama, çözüm yollarını belirleme ve çözme becerilerine sahip olmak.
- Gelişmiş mühendislik teknikleri ve hesaplama yöntemleri kullanarak yaratıcı mühendislik çözümleri üretebilmek.
- İyi çalışma alışkanlıkları, zaman yönetimi ve öz-disiplin uygulama becerilerine sahip olmak.

Bunlardan ilk ikisi teknik yetkinlikler, üçüncüsü ise çapraz yetkinlik olarak nitelendirilebilir.

Yukarıda detaylı olarak irdelenen PTÖ örneğine kıyasla MatLab yazılımları geliştirmeyi içeren bu örneklerde öğrencilerin başarı oranının göreceli olarak oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Verilen projeleri bir üst seviyeye taşıyarak grafiksel kullanıcı arayüzünde geliştiren sınırlı sayıda öğrenci mevcuttu (Şekil 3). Ancak büyük bir çoğunluk CE214 dersi öncesinde edindikleri kod yazma bilgisini istenilen ürünlerin geliştirilmesinde kullanmakta başarısız olmuşlardır. Verilen problemleri parçalara bölmekte, herbiri için numerik çözüm

yolları geliştirmekte ve bu çözüm yollarını algoritmik olarak ifade etmekte güçlük yaşadıkları görülmüştür. Makale girişinde verilen aktif öğrenme örneğinden esinlenerek MatLab yazılımlarının geliştirilmesinde modüler bir yapı takip edilmesinin başarı oranını belli oranda artırabileceği düşünülmektedir (Örneğin: hareketsiz tek bir yük altında kafes sistemi iç kuvvetlerini hesaplayabilen kodun ilk adım olarak geliştirilmesi. Sonrasında bu yükün değişik pozisyonlar alması ile her seferinde iç kuvvet hesabını tekrarlayabilen versiyonuna geliştirilmesi). Türkiye genelinde etik değerlere gösterilen sınırlı saygının PTÖ uygulamalarının başarısını olumsuz etkileyebileceği ayrıca gözlemlenmiştir. Öğrenciler kolaylıkla projelerine yönelik akran öğrenme dışına çıkan yardımlar alabilmektedir. Ancak sözlü sunum ve sınavların bu problemi belli ölçüde çözebileceği öngörülmektedir.



Şekil 3 (a) Öğrenciler tarafından hazırlanan MatLab kodunun yarattığı Moment-eğrilik ilişkisi (b) Kafes sistemleri tesir çizgi diyagramları için öğrencilerin hazırladığı MatLab kodu kullanıcı arayüzü.

Sonuç

Türkiye’de Yüksek Öğretim öncesinde de geleneksel pedagojik yöntemler ağırlıklı olarak kullanılmakta ve öğrenci sadece belli çoktan seçmeli sınavlarda başarılı olmayı hedefler hale itilmektedir. Bu yüzeysel öğrenmeyi destekler niteliktedir. Yüksek Öğretimde ise Öğretim Üyesi sayılarının yetersiz olması altyapı yetersizlikleri ile birleşince Yüksek Öğretim kurumlarının çoğunda geleneksel pedagojik yöntemlerin kullanımına zorunlu olarak devam edilmektedir. Mezuniyet sonrası başarıda liyakatın ön plana çıkmaması, Kamu Kurumlarındaki iş olanaklarının gerçek öğrenmeyi sınamada yetersiz kalan yazılı ve çoktan seçmeli sınavlara bağlı olması yüzeysel öğrenmeyi güçlendirmektedir. TED Üniversitesi gibi sınırlı sayıda öğrenci kabul eden Yüksek Öğretim Kurumları buna karşın yenilikçi, güncel pedagojik modelleri uygulamayı kendilerine hedef olarak belirlemişlerdir (TED Üniversitesi Misyon, 2010). Öğrencilerin teknik ve çapraz yetkinliklerini geliştirmeye yönelik geliştirilmiş PTÖ uygulamaları bu çalışma çerçevesinde irdelenmiştir. Bu çalışmaların güçlü ve zayıf tarafları belirlenmiştir ve çözüm önerileri sunulmuştur. PTÖ’nün derin öğrenmenin önünü açtığı örneklerle gösterilmiştir.

Kaynaklar

AutoDesk (2018): <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad>. Erişim tarihi: 22.09.2017

Christie, M., and Graaff, E., (2017). 'The philosophical and pedagogical underpinnings of active learning in engineering education.' European Journal of Engineering Education, Vol.42, no.1, pp.5-16.

Conceive (yarat), Design (tasarla), Implement (uygula), Operate (çalıştır) mühendislik eğitim modeline adanmış web sitesi: www.cdio.org. Erişim tarihi: 22.09.2017

Crawley, E.F., J. Malmqvist, S. Östlund, D.R.Brodeur, K. Edström, (2007). Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. Springer.

Dewey, J. (1938). Experience and Education. New York: Collier Books.

Le Boterf, G. (1997). De la competence a la navigation professionnelle. Paris: Les Editions d'Organisation.

Lima, R.M., Carvalho, J.D., Sousa, R.M., Arezes, P., Mesquita, D., (2017)^a. 'Development of competences while solving real industrial interdisciplinary problems: a successful cooperation with industry.' Production, vol. 27, 14 p.

Lima, R.M., Andersson, P.H., and Saalman, E., (2017)^b. 'Active learning in engineering education: a (re)introduction.' European Journal of Engineering Education, Vol.42, no.1, pp.1-4.

Marton, F., Hounsell, D., and Entwistle, N.J., (1984). The Experience of Learning. Edinburgh Scottish Academic Press.

MathWorks (2017)-MatLabR2017b: <https://www.mathworks.com/help/index.html>. Erişim tarihi: 22.09.2017

MIT Engineering Mechanics of Solids dersi kapsamında geliştirilmiş kafes sistemlerin analizine yönelik web tabanlı Java uygulaması:
[//ocw.mit.edu/ans7870/1/1.050/java/trussworks/index.html](http://ocw.mit.edu/ans7870/1/1.050/java/trussworks/index.html). Erişim tarihi: 22.09.2017

Moon, C., Lagercrantz, H., and Kuhl, P.K. (2013). 'Language Experienced in Utero Affects Vowel Perception After Birth: A Two-country Study.' Acta Paediatrica, Vol. 102, no.2, pp. 156-160.

Skeat, W. (1993). The Concise Dictionary of English Etymology. Hertfordshire: Wordsworth Editions Ltd.

TED Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Resmi Youtube kanalı üzerinden paylaşılmış spaghetti köprü projesine ilişkin video görüntüleri:
<https://www.youtube.com/watch?v=l2qNI7nFj98>. Erişim tarihi: 22.09.2017

TED Üniversitesi Misyonu (2010): <https://www.tedu.edu.tr/tr/main/misyon-ve-vizyon>. Erişim tarihi: 22.09.2017

