



Matematik Analiz Dersinde Öğretim Elemanlarının Tercih Ettiği ve Ders Kitabının İçerdiği Örneklerin Yapısal İncelenmesi

Eyüp Sevimli¹

Öz

Bu çalışmanın amacı mühendislik matematiğinde ders kitaplarının içerdiği ve öğretim elemanlarının tercih ettiği örnekleri, yapısal özelliklerine göre değerlendirmek ve öğretim elemanlarının örnek tercihlerine etki eden durumları belirlemektir. Nitel-yorumlayıcı paradigmaya sahip olan çalışmada, veri toplama süreci içerik analizi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında değerlendirilen öğretim içerikleri, bir mühendislik fakültesinde, Matematik Analiz dersini veren beş öğretim elemanın ders notları ve ders kitabından elde edilmiştir. Öğretim içeriğinde yer alan örnekler yapısal özelliklerine göre değerlendirilirken, temsil, dil ve bilgi bileşenleri göz önünde bulundurulmuş; veriler, betimsel istatistik kullanılarak sunulmuştur. Öğreticilerin örneklendirme davranışına etki edebilecek olası durumları tespit etmek için yarı-yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır. Bulgular, ders kitabı ile benzer olarak ders notlarında da formel dil ve işlemsel bilgi yapısına sahip örneklerin daha sık kullanıldığını göstermiştir. Bununla birlikte ders kitabından farklı olarak, ders notlarında, grafik yerine cebirsel temsiller daha fazla yer almıştır. Çalışma sonuçları, öğretim elemanlarının tercih ettiği örnek yapılarının, ders kitabı ile genel anlamda benzerlik gösterdiğini ancak epistemolojik inanç, öğretim ortamının niteliği ve yararlanılan kaynakların örnek tercihinde belirleyici olduğunu ortaya koymuştur. Kitap yazarları ve araştırmacılar için öğretim pratiğine katkı sağlamak üzere, gelecekte yapılabilecek bazı çalışma önerileri paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler

Örneklendirme süreci
Matematik analiz
Öğretim elemanı
Ders kitabı

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 27.03.2015
Kabul Tarihi: 08.12.2015
Elektronik Yayın Tarihi: 17.02.2016

DOI: 10.15390/EB.2016.4547

Giriş

Birçok farklı öğretim teorisi, öğrenme-öğretme sürecinin verimliliğini açıklamak için öğretmen, öğrenci ve bilgi bileşenleri arasındaki etkileşimleri odağına almaktadır. Özellikle Didaktiksel Dönüşüm Teorisi, bilginin öğrenciye ulaşması sürecinde öğretmenlerin organize edici rolüne dikkat çekmektedir (Brousseau, 1986). Bilimsel bilgiden öğretilecek bilginin elde edilmesi sürecinde (Didactical Transposition Theory), öğretmen veya öğrenci tek başlarına karar verici konumda değildir (Chevallard, 1985). Öğretim içeriğinin resmi çerçevesi, öğretim programı ve ders

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Türkiye, eyup.sevimli@gop.edu.tr

kitapları gibi kaynaklar yoluyla sınırlandırılır (dış didaktiksel dönüşüm) ve öğretmen hangi bilginin hangi hedeflere dönük olarak, nasıl öğretilmesi konusunda bilgi sahibi olmak için bu kaynaklardan yararlanır. Didaktiksel Dönüşüm Teorisinde noosfer, bilgiyi yeniden düzenleyecek kurum veya kişileri içerisine alan küçük bir dünya olarak tanımlanmakta olup noosferin iki önemli elemanı ders kitabı ve öğretmenlerdir (Chevallard, 1992). Ders kitapları önceden ayarlanmış konu anlatımı, etkinlik, örnek ve uygulamaların sınıfa nasıl sunulması gerektiğini açıklayan düzenli bilgiler bütünü olması sebebiyle ilk ve ortaöğretim düzeyindeki matematik dersleri için ayrıca önemlidir (Thomson ve Fleming, 2004). Ders kitapları yükseköğretim düzeyinde ise öğrenciye kendi bilgisini, öğretmene de öğretim sürecini kontrol etme fırsatı sağlamasından ötürü bir tür rehber olarak düşünülebilir (Brandstrom, 2005). İlköğretim düzeyinden farklı olarak yükseköğretim düzeyinde ders boyunca takip edilecek referans kaynak veya kaynakları genellikle öğretim elemanları belirler. Bu kaynaklardaki bilgiler, öğretim elemanı süzgecinden geçerek öğrenciye ulaşılır. Nitekim öğretim elemanı (kendi öğretim metodlarını referans alarak) bazı konulara daha fazla ağırlık verirken diğer bazılarını yüzeysel geçebilir. Şüphesiz ders kitabının verdiği mesajlar ve öğretim elemanının bu mesajları kullanma ve yorumlama biçimi, bir diğer ifadeyle iç didaktiksel dönüşüm (öğretilen bilgiden öğretilen bilgiye geçiş) süreci, üzerinde önemle durulması gereken çalışma başlıklarıdır (Raman, 2004). Matematik eğitimi alanında bu çalışma başlıklarının öğretim pratiğindeki yansımalarını dikkate alan çeşitli araştırmalarda bilgi kaynağı, öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşimler değerlendirilmiştir (Mesa, 2004; Lithner, 2004; Rowland, 2008; Zodik ve Zaslavsky, 2008).

İç didaktiksel dönüşüm sürecini açıklamak için öğretmenlerin sınıfa sundukları örnekleri iyi incelemek gerekir. Ders kitabında yer alan ve öğretim sürecinde kullanılan örnekler, soyut bir kavramın nesnelleştirilmesi ve içselleştirilmesi için ayrıca önemlidir (Rowland, 2008). Çünkü öğretim içeriğinde yer alan tanım, teorem ve ispatların uygulamadaki karşılığı, örnekler üzerinden özetlenebilir. Böylece genel bir kuralı öğretmek için bu kuralın özel bir yansıması referans alınmış olur. Ancak öğretim sürecinde unutulmaması gereken şey, ders kitabının içerdiği veya öğretmenlerin yer verdiği örneklerin yalnız başına belirleyici olmadığı ve bu bileşenler arasında bir etkileşimin olduğudur. Nitekim öğretmen tercihinin göre örneklerin rolü “pratik yapma” veya “genellemeye ulaşma” şeklinde değişebilmektedir (Watson ve Mason, 2002). Bu çalışmanın amacı, yükseköğretim düzeyindeki matematik derslerinde, ders kitabının yer verdiği ve öğretim elemanlarının tercih ettikleri örnekleri temsil, dil, bilgi yapısına göre değerlendirmek ve öğrencilerin örnek tercihlerine etki eden durumları belirlemektir. Çalışma, yükseköğretim düzeyindeki öğrencilerin kaynak kitaplardan yararlanma sınırlarını ve gerekçelerini, örnek yapıları bağlamında incelediğinden dolayı önemlidir.

Kuramsal Çerçeve

Gerek ders kitapları gerekse öğretmenler, sadece matematiksel bilginin uygulamadaki karşılığını ortaya koymak için değil aynı zamanda genelleme, ispatve ilişkilendirme gibi bilginin teorik doğasını anlamlandırmak için de örneklerden yararlanırlar (Lithner, 2004). Bu yüzden öğrenme öğretme sürecinde kullanılan örneklerin yapısal özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Aşağıda yer verilen alt başlıklarda, sırasıyla bilgi kaynağı ve öğretmen bileşenleri üzerinden, örneklerin matematik eğitimindeki önemi ve rolüne ilişkin bir kuramsal çerçeve sunulacaktır.

Matematik Eğitiminde Örneklerin Rolü

Matematiğin bir disiplin olarak gelişmesi ve öğretilmesi sürecinde örnekler, merkezi bir role sahiptir (Bills vd., 2006). İleri matematiksel düşünme sürecinde ihtiyaç duyulan genelleme, soyutlama ve kavramsallaştırma ile matematiksel teoremin gelişmesine katkı sağlayan ispat, argümantasyon ve benzeşimler, örneklerin öğretim sürecinde kullanımı ile elde edilebilecek çıktılardandır (Dubinsky, 1991; Sandefur, Mason, Stylianides ve Watson, 2013). Örnekler, sadece matematiksel bilginin uygulamadaki karşılığını ortaya koymak için kullanılmaz, aynı zamanda bilginin teorik doğasına ait özellikleri de içerisinde bulundurmaktadır. Mesela, derslerimizde verdiğimiz karşıt örnekler, bir matematiksel yargının her durumda geçerli olmayabileceğini açıklarken; aynı zamanda “genellenebilirlik” göreviyle matematiksel kavramların teorik doğasına katkıda bulunur. Matematik eğitimi alanında teorik çatısını “örneklendirme” (exemplification) üzerine kuran çok sayıda araştırma

ile karşılaşmak mümkündür (Rowland, 2008; Zodik ve Zaslavsky, 2008). Bu araştırmalarda “örnek” kavramı için birbiri ile örtüşen çok sayıda tanım yapılmıştır. Bunlardan bir kaç; genel bir prensibi keşfetmek veya anlatmak için seçilen özel bir gösterim (Chick, 2009), matematiksel bilginin açıklanması için kullanılan bir araç (Bills vd., 2006), öğrenci ve öğretmen arasında kavramsal iletişim kurulmasını sağlayan bir tür pratik yapma tekniği (Peled ve Zaslavsky, 1997) ve genelin özel içerisinde resmedilmesini sağlayan içeriktir (Mason ve Pimm, 1984). Matematik eğitiminde örnek için en geçerli ve kullanışlı tanım ise Watson ve Mason (2002) tarafından verilmiş olup bu tanım “Genelleme, sezgisel ve tümevarımsal düşünme için kullanılan işlenmemiş bir materyal; belirli bir konu, kavram veya prensip için olası birçok çözüm arasından belirli bir tanesini resmetme (açıklama) pratiği” şeklindedir. Yukarıdaki tanımların içeriğine bakıldığında ortak olarak kullanılan ve anahtar kelime olarak nitelendirilebilecek temel ölçütler, örneklerin; özetleyici, açıklayıcı ve/veya yansıtıcı bir gösterim, içerik veya sistemler olduğudur. Örnek kavramı ile eş anlamlıymış gibi kullanılan ancak özünde farklılıklar olan çeşitli kavramlar vardır. Bunlardan ikisi alıştırma ve problem durumudur. Alıştırmalar, tecrübe edilmiş bir bilginin daha iyi anlaşılması amacıyla, yeni durumlara uygun olacak şekilde yeniden kullanılmasını gerektirirken; problem durumunda öğrencinin daha önce karşılaşmadığı ve henüz tamamlanmamış görevlerin üzerinden gelmesi beklenilir (Powell vd., 2009). Kişide öğrenme merakı uyandırmak ve senaryolar yoluyla öğretim hedeflerini gerçekleştirmek üzere alıştırma ve problem durumundan olduğu kadar örneklerden de yararlanılabilir (Chick, 2009).

Matematik Ders Kitaplarındaki Örneklerin Yapısı

Öğrenme ortamlarında yer alan ders kitabı veya tamamlayıcı ders notu gibi kaynakları, örnek yapılarına göre çözümleyen çalışmalarda; kullanılan temsil, matematiksel bilgi ve muhakeme türü gibi çeşitli değerlendirme karakteristiklerine odaklanılmıştır (Lithner, 2004; Patterson ve Norwood, 2004; Rowland, 2008). Bu çalışmalardan birinde Lithner (2004), analiz ders kitaplarındaki örnekleri, içeriğinde yer alan muhakeme türüne göre değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında incelenen ders kitaplarının içeriklerinde, baskın olarak algoritmik muhakeme türüne yer verildiği (%70) ve çözümlü örneklerin benzer rutin işlemleri kullanmak üzere üretildiği belirlenmiştir (a.g.e). Mesa (2004), yükseköğretim matematiğinde kullanılan kaynağın öğretim çıktılarının kalitesi için önemli olduğunu ifade ederken; yaratıcı düşünme gerektiren içeriklerin sınırlı olduğuna dikkat çekmektedir. Yükseköğretim matematiğinde karşılaşılan bu sınırlılık ve zorlukların giderilmesi için öğretim içeriklerinin geliştirilmesi gerektiği ilk kez Analiz Reform Hareketi olarak bilinen reform yaklaşım ile dillendirilmiştir (Hughes-Hallett, 1991). Reform hareketinin savunucuları, ders kitaplarının kavramsal anlama, ilişkisel düşünme ve modelleme gibi yetileri destekleyecek şekilde yeniden hazırlanması gerektiğini belirtirken; bunun için disiplinler arası ilişkiye dayalı, çoklu temsiller ile ifade edilebilen içeriklerin kullanılmasını önermiştir (Hughes-Hallett, 1991; Ostebee ve Zorn, 1997). Raman (2004), ders kitaplarının iletildiği epistemolojik mesajların nasıl değişiklik gösterdiğini araştırmış ve ders kitaplarındaki süreklilik konusu örneklerinde okul düzeyine göre (lise veya üniversite) bazı çelişkili içerikler tespit etmiştir. Avrupa’daki bazı ülkelerin ilköğretim matematik ders kitaplarını yer verdikleri örnekler bağlamında karşılaştıran Bierhoff (1996), Almanya ve İsviçre’ye kıyasla İngilteredeki ders kitaplarının pedagojik açıdan oldukça zayıf (bilişsel istem derecesine göre) hükümler içerdiğini belirlemiştir (aktaran Rowland, 2008). Ders kitabındaki örneklerin yapısı kadar öğretmenlerin hangi örnekleri neden tercih ettiklerinin bilinmesi de önem taşımaktadır. Çünkü ders kitaplarındaki öğretim içeriklerinin öğrenciye ulaşması sürecinde en etkin rolü öğretmenler üstlenmektedir (Brousseau, 1986). Pek çok çalışmada, sınıfta kullanılan örneklerin tercihinde belirleyici olan bileşenin, öğretmen pratiği olduğuna dikkat çekilmiştir (Zodik ve Zaslavsky, 2008; Chick, 2009). Bu çalışma kapsamında öğretim elemanlarının örnek verme davranışları değerlendirileceğinden dolayı, ‘matematik eğitiminde örnekler’ temalı araştırmalar arasından, özellikle öğretmen pratiğini konu alan literatür paylaşılacaktır.

Öğretmenlerin Örnek Tercihleri

Öğretmenler, tercih ettiği örnekler yönüyle sınıfa karşı sorumludurlar. Çünkü bir örneğin tercihi veya sınıftaki kullanılış şekli öğrenmeyi kolaylaştırabileceği gibi yapılandırılmış bilgiyi daha karmaşık hale de getirebilir. Öğretim çıktılarının kalitesini arttırmak için öğretim sırasına uygun, belirli bir hedefe dönük ve bilişsel düzeyi yüksek örneklerin tercih edilmesi gereklidir (Bills vd., 2006). Bu noktada öğretmenlerin tercih ettikleri örnek türleri, örnek kullanma amaçları, örneği sunma biçimleri ve örneklendirme sürecinde yararlandıkları kaynakların belirlenmesi önemlidir. İlgili literatürde öğretmenler tarafından tercih edilen örnekleri yapısal anlamda inceleyen bir çalışma olmamakla birlikte, bazı araştırmalarda öğretmenlerin örnek verme sürecinde yaşadığı zorluklar ve örnek tercihlerini etkileyen durumlar incelenmiştir. Zaslavsky ve Zoddik (2007), öğretmenlerin örnek tercihlerinin rastgele bir işlem olmadığını, bu süreçte gizli kalmış ve açığa çıkartılması gereken birçok pedagojik ve epistemolojik etken olduğunu belirtmektedir. Epistemolojik etkenler, bilimsel bilginin doğasına ilişkin inançları içerirken; pedagojik etkenler, bu bilginin öğrenme-öğretme sürecinde nasıl kullanılacağı ile ilgilenir (Schommer, Duel ve Huter, 2005). Mesela süreklilik konusu farklı ders kitaplarında farklı tanımlar (formal-informal) eşliğinde sunulurken; öğretmenin bu tanımların öğreticiliğine ilişkin inançları epistemolojik, öğretme sürecinde tanımı öğrencilere sunma yöntemi pedagojik açıdan değerlendirilir (Raman, 2004). Alcock ve Inglis'in (2008) çalışması da aynı örneğin iki matematik eğitimcısından biri tarafından genel yargılara ulaşmak diğeri tarafından ise özel bir durumu derinlemesine incelemek üzere kullanıldığını göstermiştir. Bazı çalışmalarda öğretmenlerin uygun örneği seçebilme yeterliği, pedagojik alan bilgisi ile ilişkilendirilmiştir (Chick, 2009). Öğretmenlerin örnek tercihlerini etkileyen durumlar ve tercih edilen örneklerin niteliklerine ilişkin bir diğeri çalışmada Rowland (2008), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının örnek verme sürecinde yaşadığı güçlükleri tespit etmeye çalışmıştır. Çalışma sonuçları, öğretmen adaylarının öğretim sırasına uygun örneği seçme, sembolige kıyasla uzamsal temsilleri kullanma ve bir öğretim hedefini gerçekleştirmek üzere doğru örneği tercih etme konusunda benzer zorluklar yaşadığını göstermiştir (a.g.e). Zodik ve Zaslavsky'e (2008) göre öğretmenlerin pedagoji bilgilerine ek olarak öğrencilerin bir örnek içinde gerçekten ne görmek istedikleri, yani bilimsel bilgiye yönelik (epistemolojik) inançları da örneklendirme davranışını etkilemektedir. Bu yüzden örnek tercihindeki özen, öğretme bilgisinin önemli bir göstergesi sayılmaktadır (Rowland, 2008).

Öğretmenlerin sınıf içerisindeki örnek tercih ve eğilimlerinin öğrencilerin eğilimlerini de etkilediği düşünülmektedir (Kendal, 2002). Bu çıkarımı destekleyen çalışmalardan birinde Patterson ve Norwood (2004) temsil kullanımı konusunda öğretmen inançlarının öğrenci inançlarına etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre bir kavramı açıklarken farklı temsil türlerinden yararlanan öğretmenlerin öğrencileri de benzer örnek ve temsil türlerini kullanma eğilimindedir (a.g.e). Bu noktada, öğretmenlerin öğretim pratikleri ve öğrencilerin deneyimleri, örnek tercihini etkileyen diğeri hususlardandır (Zaslavsky ve Zodik, 2007). Rowland, Thwaites ve Huckstep (2003), ilköğretim matematik öğretmenlerinin öğrenci seviyesine uygun ve öğretim hedefleri ile uyumlu örnekleri tercih edememesini şu üç etkene bağlamaktadır: (1) değişkenlerin rolünü gizleyen örnekleri tercih etmeleri, (2) Belirli aritmetik kuralları açıklamak için seçilen sayılarda özensiz olmaları, (3) daha özenli seçimler yapılabilecekken rastgele örnek üretmeleridir. Örneklerin öğretmen tarafından verilme nedeni ile öğrencilerde karşılık bulduğu yorumlar bazen farklılık göstermektedir. Örneğin, öğretmen genel bir durumu veya prensibi açıklamak üzere örnek kullanırken, öğrenci bu örneğin yalnızca belirli durumlarda kullanılabileceğini düşünülebilir (Mason ve Pimm, 1994). Bu durum, öğretmenin verdiği mesaj ile öğrencinin aldığı mesajın örtüşmediği anlamına gelir ki böyle bir çıktı, öğretimsel hedeflerin tam olarak gerçekleşmediğini gösterir. Ayrıca, öğretmenlerin hedef gruba uygun örnek oluşturmak yerine kaynaklardaki hazır örnekleri değiştirmeden kullanmaları, ilgili literatürde bir eksiklik olarak yorumlanmıştır (Zaslavsky ve Zodik, 2007; Chick, 2009).

Yukarıda verilen ve matematik eğitimi alanında yer alan çalışmalar incelendiğinde, öğretmenlerin örnek tercihlerini ve örneklendirme davranışlarını konu alan araştırmalarda genellikle ilköğretim veya ortaöğretim matematik öğretmenleri ile çalışıldığı görülebilir. İlgili alan yazında, yüksek öğretim düzeyindeki matematik dersleri için öğrencilerin örnek üretme ve karşıt örnekleri bir ispat argümanı olarak kullanma bilgi ve becerilerine yönelik çeşitli araştırmalar mevcuttur (Peled ve Zaslavsky, 1997; Watson ve Mason, 2002; Sandefur vd., 2013). Ancak yükseköğretim matematiğinde öğrencilerin verdiği mesajları anlamak için hangi tür örneklerin ne amaçla kullanıldığının belirlenmesi ve ders kitaplarının bu süreçteki rolünün değerlendirilmesi önemlidir. Bu bağlamda aşağıdaki üç araştırma sorusuna cevap aranmıştır: (a) Matematik Analiz dersinde, öğretim elemanlarının tercih ettiği örneklerin yapısal özellikleri nedir? (b) Matematik Analiz dersinde, ders kitaplarının yer verdiği örneklerin yapısal özellikleri nedir? (c) Matematik Analiz dersinde, öğretim elemanlarının örneklendirme davranışına ders kitabının etkisi nedir?

Yöntem

Nitel-yorumlayıcı paradigmaya sahip olan çalışmada, veri toplama tekniği olarak içerik analizinden faydalanılmıştır. Ders kitabı ve ders notlarında yer alan örnekler, öğretim içeriği olarak adlandırılmış; bu örneklerin yapısal özelliklerine göre değerlendirilmesi işleminde, içerik analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Matematik dersinin öğretilmesi sürecinde kullanılan öğretim içeriklerini analiz etmek üzere, 2013-2014 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında farklı mühendislik programlarına verilen matematik derslerine odaklanılmıştır. Bu çalışmanın mühendislik matematiğinde yürütülmesinin nedeni; mühendisliğin dili olarak bilinen matematik derslerinde mühendislik öğrencilerinin büyük çoğunluğunun zorluk yaşaması (Güner ve Çomak, 2011) ve bu zorluğun öğretim içerikleri ile öğrenci beklentileri arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanmasıdır (Coutis, Farrell ve Pettet, 1999; Felszeghy, 2010). Araştırma, yükseköğretime geçiş sınavındaki tercihlere göre üst sınıflarda yer alan bir mühendislik fakültesinde yürütülmüştür. Birçok mühendislik programında ortak olarak yer alan dersler Matematik Analiz, Lineer Cebir ve Diferansiyel Denklemlerdir. Matematik Analiz dersi mühendislik programlarının ilk yılında yükseköğretim matematiğinin temellerini oluşturmak üzere verilir ve genelde MAT101 kodu ile kısaltılır. Öğretim dili İngilizce olan ulusal ve uluslararası mühendislik programlarında Calculus olarak bilinen Matematik Analiz dersi Türkiye’de genel matematik, yüksek matematik veya Matematik-1 gibi farklı isimler ile çağrılmakta ve bu ders genelde matematik bölümü öğretim elemanları tarafından bir servis dersi olarak yürütülmektedir. Ders kapsamında yer alan başlıca konular (tek değişkenli fonksiyonlar için) limit, türev ve integral olup; mühendislik fakültelerinin büyük çoğunluğunda aynı konu başlıkları takip edilmektedir. Bu çalışmanın yürütüldüğü mühendislik programlarının haftalık ders çizelgesinde Matematik Analiz dersi için dört saat zaman ayrılmış ve çalışma kapsamında dersin 9 haftasındaki içerikler takip edilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Bu çalışmadaki temel veri kaynakları ders kitabı, ders notları ve öğretim elemanı görüşleridir. Veri toplama sürecinde katılımcı gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel araştırma tekniklerinden yararlanılmıştır. Böylelikle, öğretim ortamlarının iki temel bileşeni olan “bilgi” ve “öğretmen” (Brousseau, 1986), arasındaki etkileşimin mühendislik matematiğindeki yansımaları değerlendirilmiştir.

Öğretim Elemanı Özellikleri: Bir mühendislik fakültesinde bilgisayar, elektronik, endüstri, havacılık ve uzay bölümlerinde Matematik Analiz dersini veren toplam beş öğretim elemanın ders notları ve görüşleri kullanılarak, öğretim sürecinde tercih edilen örneklerin yapıları değerlendirilmiştir. Öğretim elemanları, gönüllülük esasına göre çalışmaya katılmıştır. Öğretim elemanlarının 8 ile 15 yıl arasında değişen öğreticilik tecrübesi bulunmakta olup en az doktor unvanına sahiptir. Çalışmaya dâhil olan öğretim elemanlarından biri öğretim görevlisi, üçü yardımcı doçent ve biri profesördür. Dersler, sunuş yolu ve soru cevap tekniği ile amfi dersliklerde yürütülmüştür. Öğretim sürecinde beş öğretim elemanından ikisi yansılardan yararlanmış, diğer üçü herhangi bir öğretim teknolojisi kullanmamıştır. Öğretim elemanları bu çalışma kapsamında incelenen ve “ders kitabı seçimi” başlığı altında özellikleri verilen kaynağı, ders izlencelerinde temel kaynak olarak göstermişlerdir. Bazı öğretim elemanları derslerinde diğer Matematik Analiz ders kitaplarından veya derledikleri notlardan yararlandıklarını belirtmiştir.

Öğretim elemanları üzerinden elde edilen veriler ders notları ve görüşme kayıtlarıdır. Bilginin sınıftaki yansımaları net olarak görebilmek amacıyla ders notları öğretim elemanlarının dokümanlarından değil öğrenci defterlerinden elde edilmiştir. Ders notları, tüm derslere tam olarak katılan ve tahtadaki bilgiyi tam olarak yazılı doküman haline getiren öğrencilerden temin edilmiş olup; bu öğrencilerin belirlenmesi sürecinde gözlemlerden yararlanılmıştır. Öğretim elemanlarının sınıfta kullanmayı tercih ettikleri örnek türlerini belirlemek ve örneklendirme davranışına etki edebilecek diğer olası bileşenleri tespit edebilmek için yarı-yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Öğretim elemanlarına yöneltilen görüşme sorularında örneklendirme davranışının; öğretim sürecinde kullanılan kaynak, dersin işlendiği öğretim grubu, dersin hedefleri ve öğretim yaklaşımından nasıl etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Ders Kitabı Seçimi: Literatürde, öğretim elemanlarının örneklendirme davranışlarını etkileyebilecek değişkenlerden birinin ders kitabı olabileceği belirtilmiştir (Mesa, 2004). Bu çalışma kapsamında da öğretim elemanlarının mühendislik matematiğindeki örneklendirme davranışları ders kitapları üzerinden değerlendirilecek olup; bu noktada değerlendirilecek olan ders kitabının nasıl seçildiği önemlidir. Yükseköğretim matematiğinde “Kalkülüs” olarak da bilinen temel matematik dersi için kullanılacak çok sayıda kaynak kitap mevcuttur. Bu kitaplar genelde yazarlarının adıyla anılmakta olup bunlardan altısı şu şekilde sıralanabilir: Adams, Apostol, Edwards ve Penney, Larson, Stewart ve Thomas Calculus. Bu çalışma için, yukarıda adı geçen Matematik Analiz kaynakları arasından, Henry Edwards ve David Penney tarafından hazırlanan ve orijinal adı “Calculus, Early Transcendentals” olan kitabın Türkçeye çevrilen formu tercih edilmiştir. Bu kitabın 5. Baskısı, yazarların onayı ile 2008 yılında alanında uzman bir kurul tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Mühendislik matematiğinde kullanılacak onlarca kitap arasından “Edwards ve Penney-Calculus”un tercih edilme nedeni, çalışmanın yürütüldüğü fakültede bu kitabın öğretim elemanları tarafından temel ders kitabı olarak kabul edilmesidir. Ayrıca “Edwards ve Penney-Calculus”a ilişkin ilgili literatürdeki yorumlar da bu kaynağın seçimini etkilemiştir: (a) Fen-mühendislik fakülteleri ve yüksek okul öğrencileri için hazırlanmıştır (b) Yükseköğretim matematiğinde kullanılmak üzere Türkçe çevirisi yapılan temel kaynaklardan biridir (c) Öğretim pratiğinde belirli bir zaman dilimi (5-6 yıl) kullanılmış olmasına karşın aynı zamanda son baskılardan biridir (Jungic, Kent ve Menz, 2012; Edwards ve Penney, 2008). Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde, “Edwards ve Penney-Calculus” kitabı, Matematik Analiz ders kitabı olarak kısaltılacaktır. Matematik Analiz ders kitabında teknoloji destekli etkinlik ve proje uygulamaları ile birlikte geleneksel öğretim döngüsüne (Tanım → Teorem → İspat → Uygulamalar) uygun içerikler de yer almaktadır. Matematik Analiz ders kitabında tek değişkenli fonksiyonlar üzerinden limit, türev ve integral konusu açıklanmakta olup; kitap 7 bölüm ve 474 sayfadan oluşmaktadır.

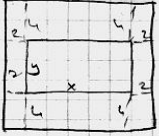
Veri Analizi

Bu çalışmada iki tür veri bulunmakta olup; bunlar, yazılı dokümanlar ve görüşmelerdir. Yazılı dokümanlar, ders kitabı ve ders notlarından; görüşmeler ise öğretim elemanlarıyla yapılan sesli kayıtlardan oluşmaktadır. Veri analizi sürecinde öncelikle ders notlarında yer alan örneklerin ders kitabındaki örnekler ile uyuşma oranı "tutarlık" kapsamında değerlendirilmiştir. Daha sonra, yazılı dokümanlarda yer alan örnekler, yapı özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Örneklerin değerlendirilmesinde kullanılan yapılar temsil, dil ve bilgi olup; bu yapılara karar verilirken ilgili alandaki çalışmalardan yararlanılmıştır. Bu bağlamda temsil ve dil bileşenlerine yönelik sınıflamalarda Kendal ve Stacey'in (2003) içerik değerlendirme çatısı kullanılmış; örneklerin bilgi yapısına göre değerlendirilmesi sürecinde, Hiebert ve Lefevre'nin (1986) matematiksel anlama için dikkate aldığı işlem adımları takip edilmiştir.

Temsil: İncelenen öğretim içerikleri, örneklerin sunumunda kullanılan temsil türlerine göre karşılaştırılmıştır. Örneklerin sunumunda kullanılan temsiller incelenirken, öğretim içeriklerindeki her bir örnek, başlı başına incelenmiş ve örneğin ilgili konuda açıklamak istediği temsil yaklaşımı göz önünde bulundurulmuştur. Bu noktada Kendal ve Stacey'in (2003) içerik değerlendirme çatısı dikkate alınmış olup; örneklerin, anlamı etkileyen (iç) ve sunumda kullanılan (dış) temsil türlerinden hangisine göre yapılandırıldığı araştırılmıştır. Mesela, türev konusunda teğet-eğim ilişkisine vurgu yapan bir örnek grafik temsili, değişim oranına (anlık değişim) vurgu yapan bir örnek ise nümerik temsil kategorisi altında değerlendirilmiştir. Ancak her örnek iç temsil yapısına göre karakterize edilememiştir. Bu durumda dış temsiller dikkate alınmış ve örneğin sunumunda kullanılan denklem, grafik, tablo veya sözel ifadeler sırasıyla cebirsel, grafik, nümerik ve sözel temsil kategorileri altında değerlendirilmiştir.

Dil: Matematik Analiz dersindeki konular, matematiğin aksiyomatik yapısı gereği cebirsel bir dile sahiptir. Öteyandan, günlük hayat problemleri ile en çok ilişkilendirilebilen yüksek matematik derslerinden biri de yine Matematik Analizdir (Hughes-Hallet, 1991; Felszeghy, 2010). Bu noktada öğretim içeriklerinde kullanan diller arasında da farklılıklar mevcuttur. Kendal ve Stacey (2003), matematik konularında kullanılan dili sınıflarken içerikte yer verilen bağlamları dikkate almış ve problem durumlarını "bağlamsal yapılı" veya "formel yapılı" kategorileri altında toplamıştır. Bu çalışma kapsamında Matematik Analiz dersindeki bir konuya ait örneğin fen bilimleri, ekonomi veya mühendislik bilimleri gibi disiplinler ile ilişkilendirilerek sunulduğu içerikler "bağlamsal yapılı", pür-matematiksel dil ile sunulduğu içerikler ise "formel yapılı" kategorisinde değerlendirilmiştir. Bağlamsal bir örneğin içerisinde veya çözümünde cebirsel bir dilin kullanılması bu örneği formel yapmaz (Kendal, 2002), çünkü bu sınıflamada amaç içeriğin yazım dili değil, örneğin hangi bağlamlar dikkate alınarak yapılandırıldığıdır.

Bilgi: Örneklerin hangi bilgi türünü desteklemek üzere kullanıldığı ve öğretim sürecindeki işlevleri de değerlendirilmiştir. Hiebert ve Lefevre (1986), matematiksel bilginin kavramsal veya işlemsel boyutta değerlendirebileceğini açıklarken; kavrama ilişkin derin ve zengin ilişkilendirmeleri içeren durumlar kavramsal, kuralların rutin bir sıra ile takip edilmesiyle sonuca gidildiği durumlar işlemsel bilgi başlığı altında incelenmiştir. Bu çalışmada örneğin desteklediği bilgi türü belirlenirken çözümün içerdiği matematiksel bilgi dikkate alınmış ve bu süreçte problem cümlesinden de faydalanılmıştır. Buna göre, çözüm içeriğinde kavramsal ilişkileri dikkate alan ve problem cümlesinde sorgulamaya dayalı ifadelerin (inceleyiniz, araştırınız, tartışınız, yorumlayınız vb.) yer aldığı örnekler "kavramsal bilgi"; çözüm içeriğinde önceki bilgiyi tekrar etmeye yönelik içeriklerin dikkate alındığı ve problem cümlesinde rutin komutlara (bulunuz, hesaplayınız, çözünüz vb.) yer verilen örnekler ise "işlemsel bilgi" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Temsil	<p>Örnek: Bir poster tasarlamak için kenar payları yukarıda ve aşağıda 4 inç ve diğer iki kenarları 2 inç olmak üzere 30 inç² basılı bir poster tasarımı yapılıyor. Kullanılacak kağıdın miktarını minimize edecek boyutları araştırınız.</p> 
Dil	
Bilgi	

Kavramsal/Uygulama

$$x \cdot y = 30 \text{ in}^2$$

$$A(z) = (x+4) \cdot (y+8)$$

$$A(z) = (x+4) \cdot \left(\frac{30}{x} + 8\right) = 30 + \frac{200}{x} + 8x + 32$$

$$\text{Min}(A'(x)) = -\frac{200}{x^2} + 8 = 0$$

$$8x^2 = 200 \Rightarrow x = 5 \Rightarrow \text{En} = x+4 = 9$$

$$8x^2 = 200 \Rightarrow 8y^2 = 18 \Rightarrow y = 1.5$$

Şekil 1. İçerik Analizi Sürecinde Bir Örneğin Yapısına Göre Değerlendirilmesi

Örneklerin öğretim sürecindeki işlevi değerlendirilirken teori-uygulama dengesi de göz önünde bulundurulmuştur. Bu anlamda, örnekteki bilgiler matematiksel bir nesneyi tanımlamak, genelleştirmek, bir kural veya teoremi ispatlamak amacı taşıyorsa "teori"; bilginin pratikteki yansımaları örneklendiren "uygulama" kategorisi altında değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında bir örneğin yapısal özelliklerine göre nasıl değerlendirildiği Şekil 1'de özetlenmiştir. Bu örnekte türev uygulamalarını içeren günlük hayat ile ilişkili bir problem durumu (bağlamsal dil), sözel ifadeler yardımıyla (sözel temsil) ele alınmış; çözüm içeriğinde ise türevin geometrik yorumu ve optimizasyon tekniklerinin ilişkilendirilmesiyle olası boyutların araştırılması (kavramsal bilgi/uygulama) hedeflenmiştir.

Görüşme Verilerinin Analizi: Yazılı doküman haline getirilen görüşme verileri, betimsel bir yaklaşım ile analiz edilmiştir. Betimsel analizde, aynı soruya cevap veren farklı katılımcıların görüşleri, değiştirilmeden alıntılama yoluyla aktarılır (Hsieh ve Shannon, 2005). Bu bağlamda doküman analizinden elde edilen verileri desteklemek ve öğretim elemanlarının örneklendirme eğilimlerini karakterize edebilmek için verinin özgün formuna sadık kalınarak alıntılar yapılmış ve ilgili başlıklar altında paylaşılmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlilik

Çalışma verilerinin elde edilmesi süreci bir yıllık zaman zarfında gerçekleşmiştir. Araştırmacı ön-saha çalışmasını gerçekleştirmek üzere farklı üniversitelerdeki mühendislik programlarını, matematik derslerindeki hedef ve kazanımlar bağlamında incelemiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği yükseköğretim kurumu, bu ön-saha çalışmasının sonucunda belirlenmiştir. Araştırmacı, bu çalışmada yer alan bazı öğretim üyelerinin derslerinde katılımcı gözlemci olarak yer almıştır. Öğrenci defterlerinden elde edilen ders notlarının, öğretim elemanı tercihlerini birebir yansıtmadığını değerlendirmek için bu gözlemlerden yararlanılmış ve ayrıca kapsam geçerliğine başvurulmuştur. Bu bağlamda her bir öğretim elemanının ders notları belirlenirken, birden fazla öğrencinin defterleri karşılaştırılmış ve en kapsamlı olan öğrenci defterinin, öğretim elemanı ders notu olması kararlaştırılmıştır. Ayrıca aynı konu başlıklarının dikkate alınmasıyla yorumlama geçerliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Ders kitabı ve ders notlarındaki örneklerin yapılarına göre sınıflandırılması sürecinde araştırmacı ile birlikte matematik eğitimi alanında uzman iki kodlayıcı da görev almıştır. Sınıflandırma sürecindeki tutarlılığı incelemek üzere kodlayıcılar arası tutarlılık analizi yapılmıştır. Bu bağlamda, rastgele seçilen 40 örneğin temsil, dil ve bilgi yapılarına göre sınıflandırılmasını gerektiren bir değerlendirme rubriği hazırlanmıştır. Bu rubriği kullanan üç kodlayıcının uyuşma oranları; .82, .87 ve .92 olup; bu sonuçlar yapılan sınıflandırmanın güvenilir olduğunu göstermektedir.

Bulgular

Öğretim içeriğinde yer alan örneklerin yapılarına göre analiz edilmesiyle elde edilen bulgular paylaşılmadan önce, örneklerin konu başlıklarına göre dağılımının bilinmesi, bulguların yorumlanabilirliği açısından önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında değerlendirilen Matematik Analiz ders kitabı (Edward ve Penney, 2008) ve öğretim elemanı ders notlarında yer alan örneklerin konu başlıklarına göre dağılımları Tablo 1’de yüzde ve frekans cinsinden sunulmuştur.

Tablo 1. Örneklerin Konu Alanı ve Kaynak Türüne Göre Frekans ve Yüzde Dağılımı

Konular	Kaynak				Tutarlılık	
	Ders Kitabı		Ders Notu		(f)	(%)
	(f)	(%)	(f)	(%)		
Limit (ve Süreklilik)	40	16	27	13	12	44
Türev (ve Uygulamaları)	117	47	84	39	41	49
İntegral (ve Uygulamaları)	94	37	104	48	66	63
Toplam	251	100	215	100	119	55

Ders kitabının yer verdiği ve öğretim elemanlarının tercih ettiği örneklerin dağılımı konu başlığına göre değişmektedir. Ders kitabındaki toplam örnek sayısı, ders notlarındaki (öğreticinin sınıfta sunduğu) toplam örnek sayısından fazla iken ders kitabında türev, ders notlarında ise integral konusu için daha fazla örnek ayrılmıştır. Hem ders kitabı hem ders notlarında en az yüzde ile limit/süreklilik konusundaki örnekler yer verilmektedir. Öğretim elemanları, diğer konu alanlarına kıyasla integral konusunda daha fazla örnek kullanmış; Matematik Analiz dersinde yer verilen her iki örnekten yaklaşık biri integral konusundan seçilmiştir. Bununla birlikte ders kitabı ve ders notları arasında konu alanlarına göre örnek dağılımı için açık bir fark belirlenmemiştir. Ders notlarında yer alan örneklerin ders kitabı ile uyuma oranı yani tutarlılığı da değerlendirilmiştir. Bu süreçte birebir alıntılar göz önünde bulundurulmuş olup; öğretim elemanları limit ve türev konusuna kıyasla integral konusunda ders kitabındaki örneklerden daha fazla yararlanmışlardır (Tablo 1). Buna göre, öğretim elemanlarının sınıfta kullandığı örneklerin %55’i ana ders kitabı olarak kullanılan kaynaktan birebir alınmıştır. Öğretim elemanları, sınıfta kullandıkları örneklerin %45’inin ise diğer yardımcı kaynaklar, önceki ders notları ve kendi alan bilgileri ile üretildiğini belirtmişlerdir. Bu çıkarımı sağlayan görüşme bulgularından ikisi aşağıda paylaşılmış ve öğretim elemanları ÖE koduyla kısaltılmıştır.

ÖE-1: Benim örnek kaynağım kendimdir. Ders kitabı bana bir plan sunar ancak örnekleri genelde ders esnasında oluştururum. Konuyla ilgili çok sevdiğim ve öğreticiliğine inandığım örnekler var, ders kitabına ek olarak bu ders notlarıma da sıkça başvururum.

ÖE-4: ...Zaten Matematik Analiz derslerinde standart örnekler var, yeri geldikçe bunlar kullanılabilir. Ancak biz mühendislik alt yapısı hazırlıyoruz, dolayısıyla servis derslerinde bölümün istediği kadarını gösteriyorum ve onların önerdiği kaynaklara bağlı kalıyorum.

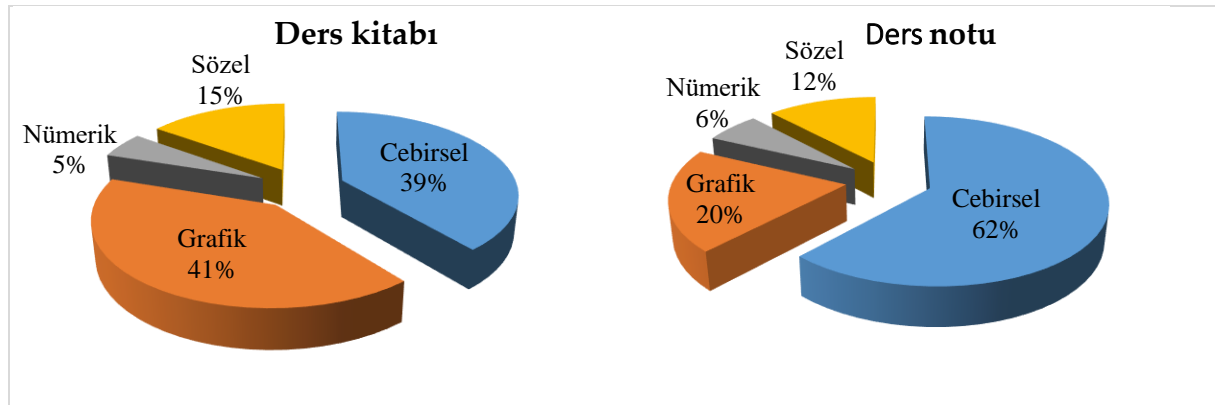
Temsiller

Ders kitabı ve ders notlarındaki örnekler, temsil türlerinin kullanım sıklığı açısından karşılaştırıldığında, bazı farklılıklar ile birlikte genel olarak benzer temsil içeriklerinin kullanıldığı gözlenmiştir. Bu bağlamda hem ders kitabı hem ders notlarında; limit, türev ve integral konularındaki örnekler için cebirsel ve grafik temsil türlerinin daha sık kullanıldığı belirlenmiştir. Konu alanı (limit, türev veya integral) ve içerik kaynağından (ders kitabı veya ders notu) bağımsız olarak en az kullanılan temsil türü nümeriktir. Sözel temsil kullanımının konu alanına göre değiştiği görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Kullanılan Temsillerin Konu Alanlarına Göre Yüzde Dağılımı

Temsil Türü	Limit		Türev		İntegral	
	<i>Ders kitabı</i>	<i>Ders notu</i>	<i>Ders kitabı</i>	<i>Ders notu</i>	<i>Ders kitabı</i>	<i>Ders notu</i>
Cebirsel temsil	35	48	38	60	46	68
Grafik temsili	49	26	39	18	33	21
Nümerik temsil	8	7	3	5	4	6
Sözel temsil	8	19	20	17	17	5

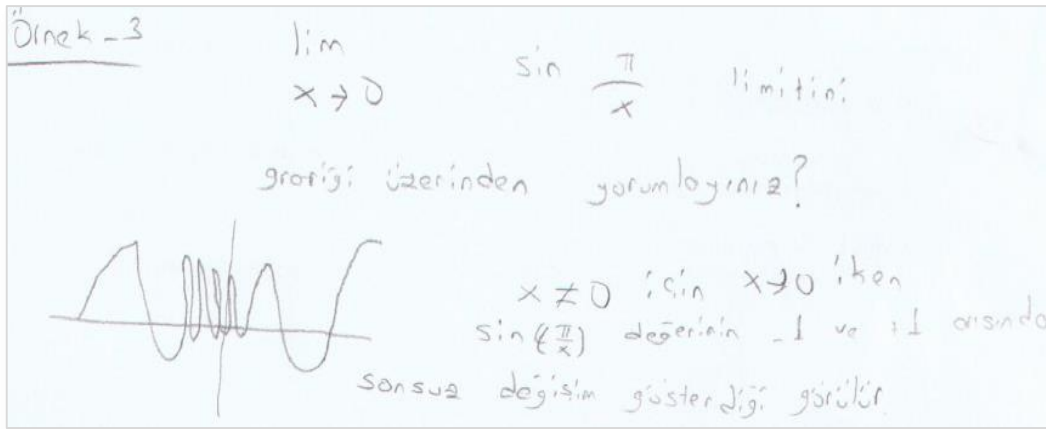
Ders notlarında limit (%19), ders kitabında ise türev konusunda (%20) sözel temsiller daha sık tercih edilmiştir. Ders kitabına kıyasla ders notlarında yer alan örneklerde cebirsel temsil ile sunulan içerikler daha yüksek, grafik temsili ile sunulan içerikler daha düşük orandadır. Ders kitabındaki örneklerde, limit konusundan sırasıyla türev ve integrale geçilirken, grafik temsilin kullanım sıklığı azalmakta, cebirsel temsilin kullanım sıklığı ise artmaktadır. Öğretim elemanlarının temsil tercihlerinde de benzer bir eğilim görülmekte olup; cebirsel temsilin en az kullanıldığı konu alanı limit iken en fazla kullanıldığı konu alanı integraldir. Limit, türev ve integral konu alanlarından elde edilen bulguların toplamı, ders kitabı ve ders notlarındaki örneklerin genel temsil yapısını değerlendirmek üzere kullanılmıştır (Şekil 2). Bu bağlamda, kullanım sıklığına göre ders kitabındaki örneklerin içerdiği temsil türleri sırasıyla grafik (%41), cebirsel (%39) ve sözel (%15) temsil iken; ders notlarında sık kullanılan temsillerin sırasıyla cebirsel (%62), grafik (%20) ve sözel (%12) temsil olduğu belirlenmiştir. Ders kitabındaki örneklerin %5'i, ders notlarındaki örneklerin ise %6'sında nümerik temsiller kullanılmıştır. Ders kitabı ve ders notları arasında, örneklerin sunumunda kullanılan temsiller açısından belirgin farklılıklar görülmektedir. Öğretim elemanlarının ders içeriğinde kullandığı örnekler, baskın olarak cebirsel temsiller ile yapılandırılmaktadır. Herhangi bir değişiklik yapmaksızın ders kitabındaki örneklerin %55'ini doğrudan sınıf ortamına getiren öğretmenler (Şekil 2); temsil türüne göre örnek tercih ederken, grafik temsili daha az kullanmışlardır (%20).

**Şekil 2.** Kaynak Türüne Göre Temsil Kullanım Sıklığı

ÖE-3'ün ders notundan alıntılanan ve Şekil-3'te yer verilen örnekte, grafik temsili kullanılarak limit konusundaki sonsuz değişimler için bir sezgisel yaklaşım sunulmaya çalışılmıştır. Grafik temsiline ders kitabına kıyasla ders notlarında daha az yer edinme nedenini belirlemek için öğretim elemanlarına "öğretim içeriğinde hangi temsil türüne daha fazla yer verirsiniz, neden?" sorusu yöneltilmiştir. Genel karaktersitiği yansıtan bazı katılımcı görüşleri aşağıda paylaşılmıştır.

ÖE-1: *Bu ders her ne kadar mühendislik fakültesi öğrencilerine veriliyor olsa da gerçek adıyla Matematik Analiz dersi konularını içermektedir. İntegral hesaplarırken, türev bulurken mühendisler de önce ve öncelikle matematiğin sembolik diline hâkim olmalıdır.*

ÖE-3: *Elimden geldiği ölçüde hesabı yapılacak fonksiyonun grafiğini çizmeye çalışıyorum ama her bir denklemin grafiğini tahtada çizmeye çalışmak hem zaman alıcı hem de anlamsız. Çünkü görsel bir dil kullanılmı derken, matematiğin soyut doğasını ihmal edebiliriz.*



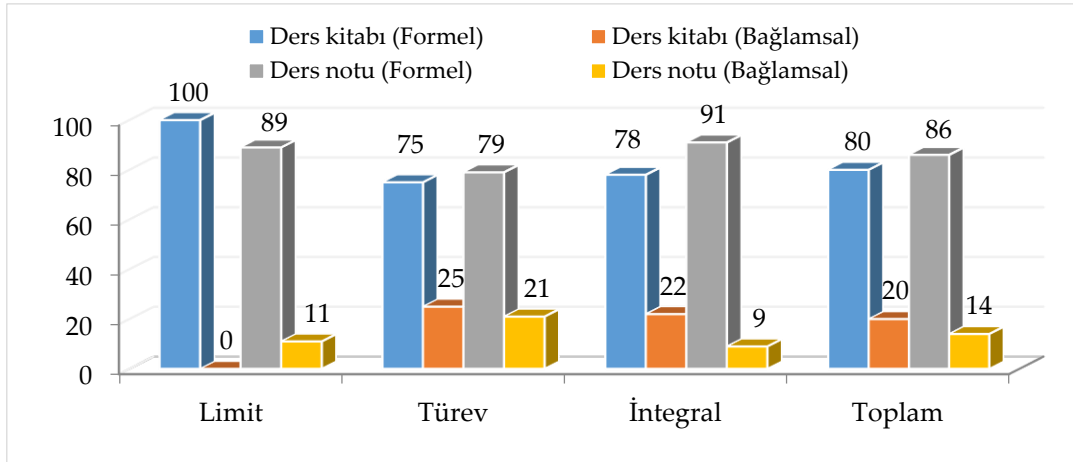
Şekil 3. ÖE-3'ün Ders Notundan Grafik Temsili Desteği İle Sunulan Bir Örnek

Yukarıda yer verilmeyen ve benzer yargıları içeren öğretim elemanı görüşlerinde, ortak olarak; Matematik Analiz dersinin temelinde cebirsel temsillerin olduğuna dikkat çekilmiştir. Öğretim elemanları ayrıca, ders kitabındaki grafiklerin geleneksel sınıf ortamı ile bütünleştirilmesinin kolay olmadığını ve zaman aldığını vurgulamışlardır. Oysa ders kitabının önsözünde, kitabın bu basımı için grafik ve diyagram gibi görsel temsillerin kullanımına ve teknoloji ile bütünleştirilebilir uygulamalara ayrıca önem verildiği belirtilmiş; öğrencileri bu yönde cesaretlendirecek çeşitli etkinlik ve örneklerin içerikte sunulduğu ifade edilmiştir.

Edwards ve Penney-Calculus'un Önsözünden: *Kitabın bu basımı için başlangıcından sonuna kadar yeniden inceleme yapıldı... Gerçekte hesap makineleri ve bilgisayar sistemlerindeki grafiklerle ilgili geçerli olan yeni ruh ve çeşit bu basımda farkedilebilecektir. Bu günkü yeniden yapılandırılmış analizin grafiksel vurgusuna uygun, yüzlerce farklı güncelleştirilmiş bilgisayar şekilleri eklenmiştir (Edwards ve Penney, 2008, s. 9).*

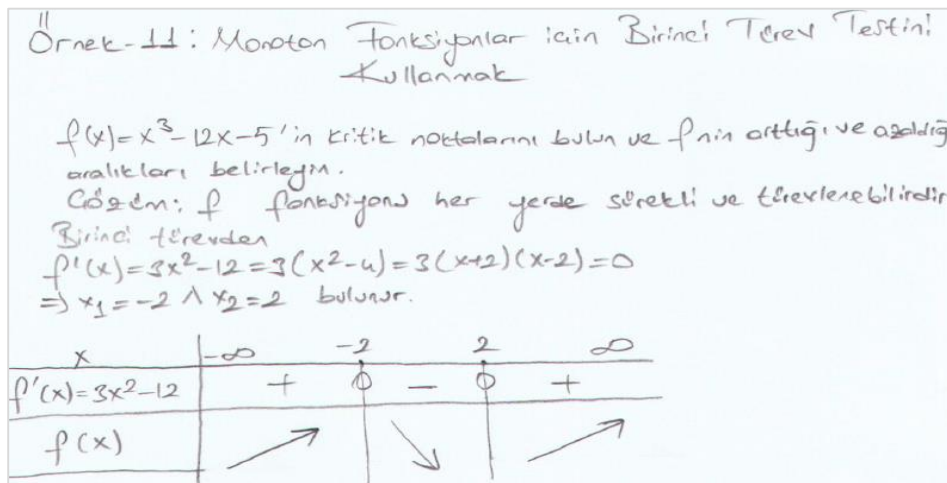
Dil

Ders kitabı ve ders notlarındaki örnekler, içerik sunumunda kullanılan dil türüne göre "bağlamsal yapı" veya "formel yapı" kategorileri altında değerlendirilmiştir. Şekil-4, öğretim içeriğinde sunulan örneklerden bağlamsal ve formel yapı olanların tüm örneklere oranını yüzde cinsinden betimlemektedir.



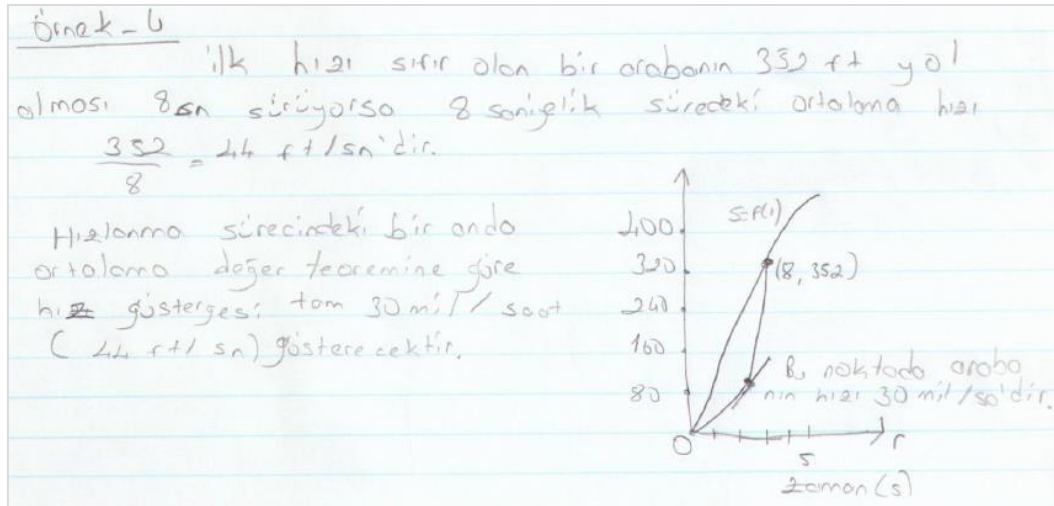
Şekil 4. Kaynak Türüne Göre Bağlamsal ve Formel Yapılı Örneklerin Yüzde Dağılımı

Bulgular, konu alanlarının örnek sunumunda kullanılan diller açısından belirleyici olduğunu göstermiştir. Hem ders kitabında hem de ders notlarında türev konusundaki örnekler günlük hayat ile daha fazla ilişkilendirilmiştir. Öğretim elemanlarının integral konusunda verdiği örnekler baskın olarak formel yapıdır (%91) ve ders kitabındaki her beş integral örneğinden birinde bağlamsal bir dil kullanılmıştır. Ders kitabında limit konusundaki tüm örnekler, formel dil kullanılarak yani bir bağlamdan bağımsız olarak ifade edilmiştir. Ders notlarına kıyasla ders kitabındaki örneklerde bağlamsal dil daha fazla kullanılmıştır (Şekil 4). Öğretim elemanlarının ders kitabından seçtiği türev örneklerinin daha çok ivme, hız ve mesafe gibi fiziksel kavramlar ile ilişkili olduğu gözlenmiştir (Şekil 6). Ders kitabında ise türev ve integralin ekonomi, fizik ve istatistik gibi farklı alanlardaki uygulamalarını yansıtan örnekler yer almaktadır. Aynı fiziksel nicelik için ders kitabındaki örneklerde Amerikan ölçü birimleri kullanılırken ders notlarında genelde Uluslararası Ölçüm Sistemindeki (SI) birimlerin tercih edildiği gözlenmiştir. Öğretim elemanlarının derslerinde günlük hayat ile ilişkili örnek kullanma eğilimlerini incelemek için “Derslerinizde hangi tür örnekleri (bağlamsal/formel yapı) daha sık tercih edersiniz, neden?” sorusu yöneltilmiş, en sık karşılaşılan görüşleri ifade etmek üzere bazı alıntılar yapılmıştır. Buna göre ders notlarındaki tercihlere benzer olarak, öğretiler, genelde formel yapıli örneklere öncelik vermektedir (Bkz. Şekil 5). Öğretim elemanları bağlamsal yapıli örneklere daha az kullanma nedenlerini; günlük hayat ile ilişkili örneklere sınırlı olması, ölçü-birim uyumsuzluğu, hesaplama becerisinin önemli olması ve öğrencilerin formel dil beklentisi gibi gerekçelerle açıklamışlardır.



Şekil 5. ÖE-1'in Ders Notunda Formel Yapılı Bir Örnek

ÖE-1: Sonuçta bu öğrenciler matematikçi olmayacak, asıl olan günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlerin üzerinden gelebilmeleri ve veriler üzerinden matematiksel model üretebilmeleri. Ama 12 yıllık tecrübelerim sonucunda, öğrencilerin problem senaryosu şeklindeki örneklerde daha fazla sıkıldıklarını rahatlıkla söyleyebilirim. Bu yüzden konuyu kavratacak ve öğrencilerin hesap yapma becerilerini geliştirecek örnekler tercih ediyorum. Ders kitabındaki örnekler ise genelde finans ya da fizikle ilgili...

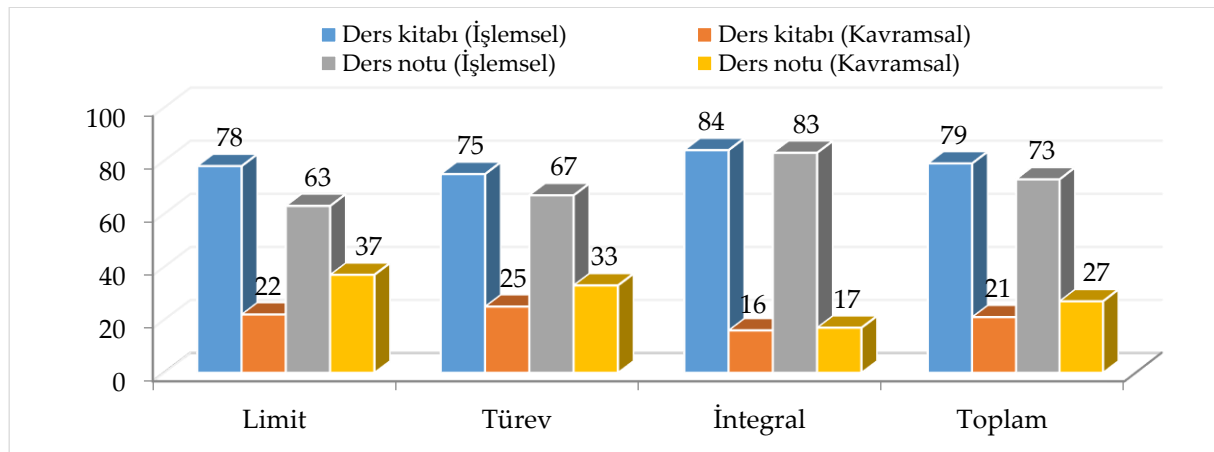


Şekil 6. ÖE-3'ün Ders Notunda Bağlamsal Yapılı Bir Örnek

ÖE-3: Mühendislik öğrencilerinin ileri matematiksel hesapları yapabilmeleri dersin temel hedefleri ve kazanımlarını oluşturmaktadır. Zaten "kalkülüs" hesap demektir! Yeri geldikçe günlük hayat örnekleri ile konuyu ilişkilendirmeye çalışıyorum ancak her konu için uygun örnek bulmak kolay değil. Öte yandan kitaptaki bazı günlük hayat örneklerinin ilgili matematik konusuna bir katkısı yok. Çeviri kitaplarında yer alan ilgili birkaç örnekte ise mil, feet, inch gibi Amerikan ölçü birimleri kullanılıyor...

Bilgi

Çalışma kapsamında ayrıca, öğretim içeriğinde yer verilen örneklerin hangi bilgi türünü (kavramsal veya işlemsel) desteklemek üzere kullanılabileceği de değerlendirilmiştir. Şekil 7'de sunulan veriler, kavramsal ve işlemsel bilgiyi destekleyen örneklerin ders kitabı ve ders notlarına göre nasıl değiştiğini betimlemektedir. Bulgular, her üç konu alanı için de ders kitabına kıyasla ders notlarındaki örneklerin kavramsal bilgiyi daha fazla desteklediğini göstermiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Kaynak Türüne Göre Kavramsal ve İşlemsel Bilgiyi Destekleyen Örneklerin Yüzde Dağılımı

Ders notlarında limit, ders kitabında ise türev konusundaki örnekler daha fazla kavramsal içeriğe sahiptir. Her iki kaynak için de integral konusu işlemsel yeterliklerin ön planda olduğu konu alanı olmuştur. Toplam sonuçlar incelendiğinde; ders notlarındaki her dört örnekten yaklaşık birinin, ders kitabında ise her beş örnekten sadece birinin kavramsal bilgiyi desteklemek üzere kullanılabilmesi söylenebilir. Bulgular, hem ders kitabı hem ders notlarındaki örneklerin ağırlıklı olarak işlemsel bilgiyi desteklemek üzere kullanılabilmesini göstermektedir. Örneklerin öğretim içeriğindeki rolü, bilgi türüne göre değerlendirilirken; teori ve uygulama dengesi de göz önünde bulundurulmuştur. Bulgular, hem ders kitabı hem ders notlarında teoriye kıyasla uygulama türündeki örneklerin daha fazla yer aldığını göstermiştir. Buna göre ders kitabındaki örneklerin %84'ü, ders notlarındaki örneklerin ise %80'i bilginin uygulanmasına dönüktür. İspat, genelleme ve bir matematiksel kuralı doğrulama gibi teorik içeriğe sahip örneklerin ders kitabında limit (%28), ders notunda ise integral konusunda daha sık kullanıldığı belirlenmiştir (%23). Şekil-8'de ders notlarından seçilen ve teori-pratik örneklerini içeren iki çözüm örneği paylaşılmıştır. Ders kitabının ön sözünde, bazı teorik bilgi ve ispatların öğretim elemanı takdiriyle atlanabileceği, içeriğin fen-mühendislik fakültesi öğrencilerinin ihtiyaçlarına göre güncellenebileceği belirtilmiştir (Edwards ve Penney, 2008, s. 8).

ÖE-2'nin Ders Notundan Bir Örnek

Örnek!

$$\int \frac{dx}{e^x + e^{-x}} = ?$$

$e^x = u$
 $e^x \cdot dx = du$

$$= \int \frac{e^x \cdot dx}{e^{x^2} + 1}$$

$$\int \frac{du}{u^2 + 1} = \arctan u + c = \arctan e^x + c$$

ÖE-4'ün Ders Notundan Bir Örnek

Örnek!

integralinin $\frac{9}{2}$ ye eşit old.

Çözüm!

$$\int_0^1 x dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i/n) \cdot \frac{1}{n}$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{2i}{n}$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{n^2} \cdot \left(\frac{n \cdot (n+1)}{2} \right) = \frac{9}{2}$$

Şekil 8. Ders Notlarından Seçilen Teori-Uygulama Örnekleri

İşlemsel bilgiyi destekleyen örneklerin neden daha sık tercih edildiği sorusuna öğretim elemanlarından ikisi "teorik bilgiyi pratiğe dönüştürmek için" diğer üçü ise "işlemsel yeterlikleri arttırmak için" cevabını vermiştir. Görüşmeler, teori-uygulama dengesine karar verirken ders kitabının öğreticiler tarafından bir çerçeve olarak kullanıldığını göstermiştir. Öğretim elemanlarında baskın olan görüş, matematiği yardımcı bir bilim olarak kullanan bölümlerde uygulamaya dayalı örneklerle ağırlık verilmesidir. Ancak görüşme bulguları bilimsel bilgiye ilişkin inançların da öğreticilerin örnek tercihlerine etki edebileceğini göstermiştir. Bu çıkarımı destekleyen iki görüşme verisi aşağıda sunulmuştur:

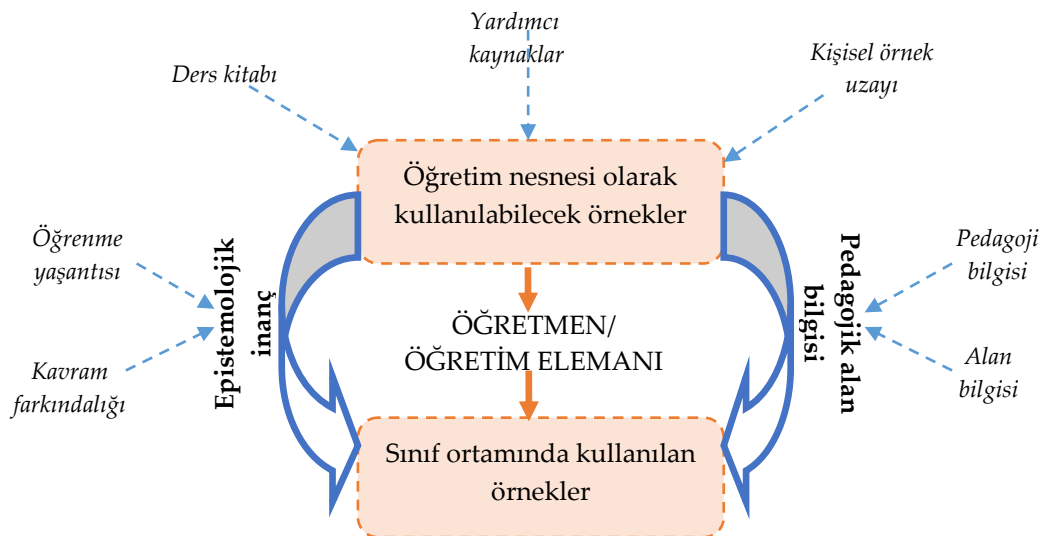
ÖE-2: Bu konuları "Analiz" dersi altında matematik bölümü öğrencilerine de veriyorum. Dersler %60-%70 oranında teorik geçiyor. Yalnız matematik dışındaki bölümlerde uygulamaya daha fazla ağırlık veriliyor, zaten böyle olması da gerekiyor. Örneğin elektronik mühendisliğinde limit konusunda epsilon-delta tanımı yüzeysel olarak geçilmelidir yada integralde Riemann tanımını kullanarak çözülecek örnekler yerine, hesap temelli örnekler tercih edilmelidir...

ÖE-4: Burada odaklanılması gereken şey, dersin hangi bölümde verildiği değil bilginin işlevsel olarak kullanılabilmesi olmalıdır. Sadece bir türev-integral hesabını bilmek yetmez, zaten mühendislik fakültelerinde bu

hesabı Matlab, Maple gibi programlarla yaptırıyoruz. Kavramları anlatmak için kuramı iyi açıklamalıyız, bu yüzden ben ilgili kuralın ortaya çıkışını önemseyen örneklere öncelik veriyorum.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Gerçek hayatta karşılaşılan problem durumlarına çözüm bulan kişiler olarak bilinen mühendisler bu süreçte, mühendisliğin dili olarak adlandırılan matematik bilimini etkin olarak kullanmalıdır (Güner ve Çomak, 2011). Mühendislik fakültelerindeki birçok bölümün ilk veya ikinci sınıfındaki öğrenciler, temel matematik derslerini almakta ve bu ders için kullanılabilir çok sayıda ders kitabı bulunmaktadır. Farklı üniversitelerdeki aynı programlar için derslerin kredileri, hedef ve kazanımları benzerlik gösterse de derste kullanılacak temel veya yardımcı kaynaklar öğretim elemanının tercihlerine göre değişmektedir. Bu çalışmanın yürütüldüğü yükseköğretim kurumunda mühendislik matematiği için temel kaynak olarak önerilen bir ders kitabı bulunmaktadır ancak öğretim elemanları dersin hedef kazanımlarına bağlı kalmak koşuluyla istedikleri kaynakları kullanma özgürlüğüne de sahiptir. Bu noktada, ilk ve ortaöğretim matematik öğretmenlerinin örnek seçme sürecinde ders kitaplarına bağlı olmaları (Raman, 2004; Brandstrom, 2005), takip edilen ders kitabının ortak ve zorunlu olması ile açıklanabilirken; yükseköğretim düzeyinde böyle bir zorunluluğun olmamasına karşın öğretim elemanlarının derslerinde kullandıkları örneklerin yarısından fazlasını, doğrudan ders kitabından almış olmaları dikkat çekicidir (Tablo 1). Bu bulgu, yükseköğretim matematiğindeki örneklendirme sürecinde de öğretim elemanlarının yararlandıkları temel kaynağın ders kitabı olduğunu doğrulamaktadır. Önceki çalışmalarda, ders kitabındaki örneklerin birebir alıntılanarak kullanılması yerine, hedef grubun beklenti ve düzeylerine uygun şekilde öğretici tarafından düzenlenmesi gerektiği belirtilmektedir (Zaslavsky ve Zodik, 2007; Chick, 2009). Ders kitapları temel kaynak olmakla birlikte öğretim elemanlarının pedagojik niyeti, uygulama bilgisi ve sahip oldukları epistemolojik inançlar da ders kitabı örneklerinden yararlanma oranı ve örneklerin kullanım amacını etkilemektedir (Watson ve Chick, 2011). Ayrıca, ders kitabına kıyasla ders notlarındaki örnek sayısının daha düşük olması bulgusu; zaman sınırlılığı, öğreticilerin içerik tercihleri ve aynı amaca hizmet eden örneklerin tercih edilmemesi ile açıklanabilir. Ders kitabındaki örneklerin yanı sıra önceki öğretim tecrübeleri sonucunda oluşturulmuş kişisel örnek uzayları ve diğer bazı yardımcı kaynaklardan hazırlanan örnekler de sınıf ortamında kullanılabilir öğretim nesnelere oluşturmaktadır. Şekil-9'da sunulan model, iç didaktiksel dönüşüm modeli (Chevallard, 1992) ile örnek kullanma modelinin (Watson ve Chick, 2011) derlenmesi sonucunda geliştirilmiş ve çalışma bulgularının yorumlanması sürecinde kullanılmıştır. Bu modelde, öğretilecek bilgiden öğretilen bilgiye geçiş sürecinde kişisel örnek uzayları, pedagojik alan bilgisi ve epistemolojik inanç gibi faktörlerin örnek tercihinde belirleyici olduğu görülmektedir. Öğretim elemanlarının örnek tercihinde bu faktörlerin etkisi sırasıyla temsil, dil ve bilgi yapıları üzerinden tartışılmıştır.



Şekil 9. İç Didaktiksel Dönüşüm Modeline Göre Örnek Verme Süreci

Ders kitabı ve öğretim elemanlarının örnek verme sürecinde kullandıkları temsillerin yapıları incelendiğinde, ders kitabında grafik temsili, ders notlarında ise cebirsel temsilleri içeren örneklerin daha sık yer aldığı belirlenmiştir. Öğretim elemanları ile yapılan görüşmelerde, grafik çizmenin daha zahmetli ve zaman alıcı olduğuna dikkat çekilmiştir. Bu bulgu öğreticilerin örneklendirme süreçlerine öğretim ortamındaki fiziksel ve teknik yeterliklerin etki edebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Bir başka ifadeyle teknoloji destekli sınıflarda veya daha küçük dersliklerde yürütülen dersler için öğreticiler dinamik ve görsel örnekleri daha fazla tercih edebilir. Öğretim ortamındaki teknoloji kısıtları, öğreticinin temsil tercihini etkileyebilir (Patterson ve Norwood, 2004). Öte yandan bazı öğretim elemanları neden cebirsel temsillere dayalı örnekleri daha sık tercih ettiklerini açıklarken, yüksek matematik derslerinin soyut ve teorik doğasına dikkat çekmişlerdir. Bu noktada öğretim elemanlarının bir ders veya kavrama ilişkin önceki öğrenme yaşantılarının örnek tercihlerini şekillendirdiği söylenebilir. Her ne kadar öğretim elemanları, ders kitaplarını temel kaynak olarak gösterebilir de, ders kitabından seçtikleri örnekleri kendi pedagojik alan bilgileri ve epistemolojik inançlarına göre değerlendirmek suretiyle sınıfa yansıtmaktadırlar (Zaslavsky ve Zodik, 2007). Örneğin Duval (2006), temsil farkındalığının önemli bir pedagojik alan bilgisi olduğunu ifade ederken, bir matematiksel kavramın öğrenilmesi için bu kavrama ilişkin en az iki temsil arasında geçiş yapılabilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kendal (2002) ise türev konusunun öğretiminde cebirsel ve grafik temsillere kıyasla öğretim üyelerinin nümerik temsili daha az tercih ettiklerini belirtirken bunun nedenini, nümerik temsilin öğreticiliğine olan inancın daha düşük olması ile açıklamaktadır. Bu durum, farklı temsillerin öğreticilik yönüne ilişkin, öğretim elemanı inançlarının farklı olabileceğini ortaya koymaktadır. Benzer çıkarımlar bu çalışma için de geçerli olup, limit, türev ve integral konularında öğretim elemanlarının kullandığı örneklerin yalnızca %6'sı nümerik temsilleri içermektedir. Konu veya kavramların, nümerik yorum veya anlamlarını (türevde değişim oranı, integralde birikimli toplamlar vb.) epistemolojik açıdan (önem sırasına göre) daha az değerli bulan öğretim elemanları, bu inançlarını örnek tercihlerine de yansıtmış olabilir. Oysa Mesa'nın (2004) çalışma sonuçlarının da gösterdiği gibi problem çözme, muhakeme ve üst bilişsel yetilerin geliştirilmesi için öğretim içeriklerinde grafik ve cebirsel temsiller kadar nümerik temsil kullanımına da önem verilmelidir. Bu çalışmanın yürütüldüğü sınıflarda öğretim elemanları, geleneksel yaklaşımları takip etmiş ve öğrenciler ise tahtaya yazılan örnekleri defterlerine geçirmiştir. Oysa mühendislik öğrencilerinin mesleki yaşamlarında da kullanabilecekleri MATHLAB veya MATHEMATICA gibi matematik programları eşliğinde derslerin yürütülmesi durumunda öğreticiler, farklı temsilleri daha kolay ve dinamik şekilde sınıf ortamına sunabileceklerdir (Coutis vd., 1999; Kendal, 2002).

Çalışma kapsamında elde edilen ve dikkat çeken bir diğer bulgu hem ders kitabı hem ders notlarında, günlük hayat ile ilişkili örneklerin (bağlamsal yapılı) sınırlı olmasıdır. Oysa bağlamsal örnekler, gerçek problem durumlarının matematik dili kullanılarak (matematikselleştirme) çözülmesini, yani modelleme sürecini içermektedir. Özellikle türev konusundaki uygulamalı optimizasyon problemlerini çözmek için modelleme becerisine ihtiyaç duyulmaktadır. Endüstri ve bilgisayar mühendisliği gibi bölümlerin matematik ders programlarında, öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesi gerektiği ivedilikle belirtilmektedir (Felszeghy, 2010). Öğretim elemanları ise bağlamsal örneklere oldukça az yer vermekte ve bu tercihlerini önceki deneyimlerine ya da ders kitaplarında ilişkili örnek bulamamalarına bağlamaktadır. Aslında katılımcıların bağlamsal yapılı örnekleri daha az tercih etmeleri kişisel örnek uzaylarının özellikleri ile de ilgili olabilir. Çünkü öğretim üyeleri ders kitabında var olan bağlamsal örneklerin sadece bir kısmından yararlanmışlardır. Sandefur ve diğerleri (2013) bir matematik kavramı hakkında öğretmen veya öğrencilerin kişisel örnek uzayları olduğundan söz ederken, bu uzayda bireye tanıdık gelen ve prototip olarak düşünülebilecek çeşitli örnek türlerinin (örn: genelleyici veya karşıt örnekler) yer aldığını iddia etmektedir. Bu çalışmanın katılımcıları, Matematik Analiz dersini daha önceki yıllarda matematik bölümüne (birçok kez) veren öğretim elemanlarından oluşmaktadır ve bu yönüyle katılımcıların örnek uzayları geçmiş öğrencilik ve öğreticilik yaşantılarının bir yansımasını ihtiva edecektir. Sınıfa sunulan örnekler de bu kişisel örnek uzayından seçildiğinden dolayı katılımcılar, hedef grubun özelliklerini yansıtan örnekler yerine

geçmiş tecrübeleri doğrultusunda tercihlerde bulunmuş olabilirler. Bu noktada öğretim elemanlarının öğrenci ilgi ve ihtiyaçlarına dair yeterli pedagojik bilgiye sahip olmaması muhtemeldir. Bağlamsal yapıları örneklerin daha fazla hazırlık gerektirmesi ve özel bir olay yerine genel bir çerçevenin sunulması düşüncesi, öğretim elemanlarını, formel yapıları örnekleri tercih etmeye sevk etmiş olabilir. Oysa yükseköğretim matematiğinde mesleki alan ile ilişkili örneklerin tercih edilmesi; ilişkisel düşünme, modelleme ve motivasyon gibi bilişsel ve duyuşsal yetileri olumlu etkileyeceğinden önemlidir (Cavallaro ve Anaya, 2011). Yapılan görüşmelerde öğretim elemanları mil, inch veya feet gibi birimlerin, Türkiye bağlamı ile uyumlu olmadığını, bu yüzden ders kitabındaki bazı bağlamsal örnekleri kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında incelenen ders kitabının orijinal dili İngilizce olup, Türkçe çevirisinde Amerikan ölçme birimlerine bağlı kalınmıştır. Aslında mühendislik öğrencileri farklı ölçü birimleri arasında dönüşüm yapma yeterliğine de sahip olmalıdır. Ancak öğretim elemanlarının ön yargılarını gidermek için kitap çevirmenleri, Türkiye bağlamı ile uyumlu ölçü birimlerini tercih edebilir.

Öğretim elemanlarının öğrenme-öğretme sürecinde kavramsal bilgiye kıyasla işlemsel bilgiyi destekleyen örneklere daha fazla yer veriyor olması tartışılması gereken bir diğer bulgudur. Belirli hedeflere dönük olan ve öğrencinin önceki bilgi yapısı ile ilişkilendirme sağlayacak içeriklerin oluşturulması veya geliştirilmesi sürecinde öğreticilere büyük görevler düşmektedir ve bu tür içeriklerin ders esnasında rastgele üretilmesi beklenemez. Bu noktada ders kitabındaki içeriklerin öğretici tercihlerini şekillendirdiği söylenebilir. Nitekim incelenen ders kitabındaki örneklerde de kavramsal bilgiyi destekleyen içeriklerin oldukça sınırlı olduğu belirlenmiştir. Literatürde "işlenmiş örnek" olarak adlandırılan ve rutin bir algoritmayla birçok örneğin çözülebileceği türdeki içeriklere atıf yapılan örnek türlerinin ders kitaplarında sıkça yer aldığı bilinmektedir (Lithner, 2004). Kavramsal bilgi anlamında eksik olan örneklerin ilişkilendirme, eleştirel düşünme ve alternatif çözüm yolları üretme gibi ileri matematiksel düşünme becerilerini desteklemediği bilinmektedir (Hiebert ve Lefevre, 1986). Ders kitabındaki örneklerde yeni öğrenilen bilgiyi tekrarlama ve kullanma gibi daha alt düzeydeki bilişsel yeterlikleri destekleyecek örneklerin daha fazla yer aldığı bulgusu, reform arayışlarına neden olmuştur. Analiz reform hareketinin öncüleri, öğrenme-öğretme sürecinin verimliliğini arttırmak için öğretim içeriklerinin revize edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Hughes-Hallett, 1991). Çünkü Amerika'da yapılan araştırmalar, geleneksel sınıflarda mühendislik matematiği dersini alan öğrencilerin yarısından fazlasının başarısız olduğunu gösterirken; bunun nedenini işlem odaklı anlayış, sembolik dil kullanımı ve teorik bilgiye dayalı eğitime bağlamışlardır (Ostebee ve Zorn, 1997). Amerikan Mühendislik Eğitimi Topluluğu (2014), mühendislik matematiğinin verimli olabilmesi için öğretim sürecinde matematik ve mühendislik öğretim elemanlarının koordinasyon halinde olması gerektiğine dikkat çekmektedir (aktaran Lam, Danforth ve Hughes, 2014). Bu çalışmada yer alan öğretim elemanlarının kadroları fen fakültesindedir ve mühendislik matematiği bir servis dersi olarak verilmektedir. Öğretim elemanlarının teorik örnekler yerine uygulama örneklerine daha fazla yer vermesi, hedef gruba uygun örneklerin tercih edilmesi (pedagojik alan bilgisi) şeklinde yorumlanabilir. Görüşme verilerinin analizi ile elde edilen bulgulara göre katılımcıların çoğu, bir Matematik Analiz konusunu örneklerken hesap yapma becerilerini kullandırmaya önem vermektedir. İşlemsel yeterlikleri öne çıkaran örneklerin bu çalışmanın katılımcıları olan öğretim elemanları tarafından daha sık kullanılması öğretilecek bilginin kullanılmasına ilişkin inançlar ile açıklanabilir (Raman, 2004; Schommer vd., 2005).

Çalışma sonuçları, Matematik Analiz dersinde öğretim elemanlarının verdiği örneklerin, genellikle, tek kaynaktan (ders kitabı) ve doğrudan alıntılama yoluyla elde edildiğini göstermiştir. Ayrıca, öğretim elemanlarının örnek tercihlerine yön veren faktörlerden ikisinin pedagojik alan bilgisi ve epistemolojik inanç olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen ders kitabında daha çok grafik ve cebirsel temsilleri içeren örneklere yer verilmiş, öğretim elemanlarının ise seçtikleri örneklerde cebirsel temsilleri baskın olarak kullandıkları belirlenmiştir. Öğretim elemanlarının ders kitabına kıyasla farklı temsil türlerine daha az yer verme nedenlerinde sınıf ortamındaki teknolojik donanım eksikliği, zaman kısıtı ve cebirsel temsillerin öğreticiliğine ilişkin inançlar belirleyici olmuştur. Ders kitabındaki içerikler ile uyumlu olarak öğretim elemanları da bağlamsal yapılı örneklere kıyasla formel yapılı örnekleri ve kavramsal bilgiyi destekleyen örneklere kıyasla işlemsel bilgiyi destekleyen örnekleri, öğrenme-öğretme sürecinde, daha fazla tercih etmişlerdir. Öğretim elemanlarının önceki öğrenme yaşantısı ve pedagoji bilgisi, uygun örneklerin tercihini (dil ve bilgi yapısı bağlamında) sınırlamıştır. Öğretim elemanları, mühendislik matematiğinde, teori-uygulama dengesine ilişkin yaklaşım farklılığına sahip olmakla birlikte; ispat veya genelleme içeren örnekler yerine, bilginin uygulamadaki yansımalarını içeren örnekleri seçme eğilimindedir. Bu çalışmadaki sonuçlar, bir mühendislik fakültesindeki öğretim elemanlarının genel örnekleme davranışlarıyla ilgili fikir veriyor olsa da öğretici farklılıklarının örnek tercihlerindeki yansımalarını betimlemek için yetersizdir. Çünkü öğretmen veya öğretim elemanlarının iyi örnek seçme ve sunma yeterlikleri onların bilgi ve tecrübelerine göre değişebilmektedir (Zodik ve Zaslavsky, 2008). Bu noktada öğretim elemanlarının Matematik Analiz dersindeki bilgilerin öğreticiliğine ilişkin inançları, öğreticilik deneyimleri ve öğretim yaklaşımlarına göre örnek tercihlerinin nasıl değiştiğini inceleyecek bir araştırma alan yazındaki başka bir boşluğu dolduracaktır. Öte yandan bu çalışmada öğrenme ortamındaki öğretmen ve bilgi kaynağı bileşenleri dikkate alınmış ancak öğrenci beklentileri ve algılarına yer verilmemiştir. Gelecekte yapılması önerilen, örnek tercihlerinin öğrenci boyutu üzerinden değerlendirilmesine ilişkin bir çalışmanın, literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Alcock, L. ve Inglis, M. (2008). Doctoral students' use of examples in evaluating and proving conjectures. *Educational Studies in Mathematics*, 69, 111–129.
- Bills, L., Dreyfus, T., Mason, J., Tsamir, P., Watson, A. ve Zaslavsky, O. (2006). Exemplification in mathematics education. *Proceeding of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Prague, Czech Republic: PME.
- Brandstrom, A. (2005). *Differentiated tasks in mathematics textbooks*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Lulea University of Technolgy, Sweden.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33–115.
- Cavallaro, M. ve Anaya, M. (2011). Exploring different approaches to mathematical modelling in engineering calculus courses. J. Filipe Matos, W. Blum, K. Houston ve S. Carrriera (Ed.). *Modelling and Mathematics Education* içinde (s. 271-279). Chichester: Horwood.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1992). Fundamental concepts in didactics: Perspectives provided by an anthropological approach. R. Douady ve A. Mercier (Ed.). *Research in Didactique of Mathematics, Selected Papers* içinde (s. 131-167). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chick, H. L. (2009). Choice and use of examples as a window on mathematical knowledge for teaching. *For the Learning of Mathematics*, 29(3), 26-30.
- Coutis, P. F., Farrell, T. W. ve Pettet, G. J. (1999). Improving engineering mathematics education at Queensland University of Technology. *Proceedings of the Delta' 99 symposium of undergraduate mathematics* içinde (s. 69–74). Rockhampton: University of Central Queensland.
- Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in mathematical thinking. D. Tall (Ed.). *Advanced mathematical thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- Edwards, H. C. ve Penney, D. (2008). *Matematik analiz ve analitik geometri*. (Ö. Akın, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Güner, N. ve Çomak, E. (2011). Mühendislik öğrencilerinin Matematik-I derslerindeki başarısının destek vektör makineleri kullanılarak tahmin edilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 87-96.
- Felszeghy, S. F. (2010). *On reforming the teaching of calculus to engineering students at CSULA* (Yayımlanmamış doktora tezi). California State University, USA.
- Hiebert, J. ve Lefevre, P. (1986). *Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hsieh, H. F. ve Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Hughes-Hallett, D. (1991). Visualization and calculus reform. W. Zimmermann ve S. Cunningham (Ed.). *Visualization in Teaching and Learning Mathematics* içinde(s. 121-126). Washington, DC: MAA.
- Jungic, V., Kent, D. ve Menz, P. (2012). On online assignments in a calculus class. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 9(1), 28-35.
- Kendal, M. (2002). *Teaching and learning introductory differential calculus with a computer algebra system* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Melbourne, Australia.
- Kendal, M. ve Stacey, K. (2003). Tracing learning of three representations with the differentiation competency framework. *Mathematics Education Research Journal*, 15(1), 22-41.

- Lam, C., Danforth, M. ve Hughes, R. (2014). *A comprehensive approach on delivering calculus to engineering students*. Annual Conference for the American Society for Engineering Education toplantısında sunulmuş sözlü bildiri, Indianapolis, USA.
- Lithner, J. (2004). Mathematical reasoning in calculus textbooks exercises. *Journal of Mathematical Behavior*, 23, 405-427.
- Mason, J. ve Pimm, D. (1984). Generic examples: seeing the general in the particular. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 227-289.
- Mesa, V. (2004). Characterizing practices associated with functions in middle school textbooks: An empirical approach. *Educational Studies in Mathematics*, 56, 255-286.
- Ostebee, A. ve Zorn, P. (1997). *Calculus from graphical, numerical and symbolic points of view*. Fort Worth, TX: Saunder College Publishing.
- Patterson, N. ve Norwood, K. (2004). A case study of teacher beliefs in students' beliefs about multiple representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 5-23.
- Peled, I. ve Zaslavsky, O. (1997). Counter-examples that (only) prove and Counter-examples that (also) explain. *FOCUS on Learning Problems in mathematics*, 19(3), 49-61.
- Powell, A. B., Borge, I. C., Floriti, G. I., Kondratieva, M., Koublanova, E. ve Sukthakar, N. (2009). Challenging tasks and mathematics learning. E. J. Barbeau ve P. J. Taylor (Ed.). *Challenging mathematics in and beyond the classroom: The 16th ICMI study*. New York: Springer.
- Raman, M. (2004). Epistemological messages conveyed by three high-school and college mathematics textbooks. *Journal of Mathematical Behavior*, 23, 389-404.
- Rowland, T. Thwaites, A. ve Huckstep, P. (2003). Novices' choice of examples in the teaching of elementary mathematics. A. Rogerson (Ed.). *Proceedings of th International Conference on the Decidable and the Undecidable in Mathematics Education*. Brno, Czech Republic.
- Rowland, T. (2008). The purpose, design and use of examples in the teaching of elementary mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 69, 149-163.
- Sandefur, J., Mason, J., Stylianides, G. J. ve Watson, A. (2013). Generating and using examples in the proving process. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 323-340.
- Schommer, M., Duel, O. ve Huter, R. (2005). Epistemological beliefs, mathematical problem-solving and academic performance of middle school students. *Elementery School Journal*, 105(3), 290-304.
- Thomson, S. ve Fleming, N. (2004). *Summing it up: Mathematics achievement in Australian schools in TIMSS 2002*. Melbourne: ACER.
- Watson, A. ve Chick, H. (2011). Qualities of examples in learning and teaching. *ZDM*, 43(2), 283-294.
- Watson, A. ve Mason, J. (2002). Student-generated examples in the learning of mathematics. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(2), 237-249.
- Zaslavsky, O. ve Zodik, I. (2007). Mathematics teachers' choices of examples that potentially support or impede learning. *Research in Mathematics Education*, 9(1), 143-155.
- Zodik, I. ve Zaslavsky, O. (2008). Characteristics of teachers' choice of examples in and for the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 69(2), 165-182.