



TEMEL BENZEŞİM TANI TESTİ'NİN GELİŞTİRİLMESİ*

THE DEVELOPMENT OF ANCHORING ANALOGY DIAGNOSTIC TEST

Serkan YILMAZ**, Ali ERYILMAZ***

ÖZET: Bu çalışmanın amacı Birleştirici Benzeşim Yöntemi'ne (BBY) dayalı bir eğitimde kullanılacak olan öğretim materyallerinin oluşturulması için gerekli olan ölçüm aracını geliştirmektir. Kuvvet Tanı Testi (KTT) diye adlandırılan bu ölçüm aracı sayesinde BBY ile ilgili alanyazında standart olarak önerilip kullanılan birleştirici ve temel benzeşimleri incelemek ve daha farklı benzeşimler bulup kullanmaya çalışmak mümkün olacaktır. Çalışmada ağırlıklı olarak KTT'nin bu halini alana kadar olan süreç, kavram yanlışlarının seçilişi, soru sayısının belirlenmesi, testin biçimi, yapılan yapılandırılmamış mülakatlar gibi testin gelişimine yönelik ayrıntılar detaylı olarak anlatılmıştır. KTT'in son hali Ankara'da okumakta olan iki farklı üniversitedeki 148 öğrenciye uygulanmıştır. Her soru ayrı ayrı ele alınmış ve öğrencilerin verdikleri cevaplar, yanıtlarından ne kadar emin oldukları ve nedenleri incelenmiştir. Bütün bu verilerin ışığında KTT'in önemi ve BBY'ye katkısı tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: fizik eğitimi, birleştirici benzeşimler, temel benzeşim, Newton'un üçüncü kanunu

ABSTRACT: The purpose of this study was to develop a measuring tool in order to form teaching materials that can be used in Bridging Analogy Based Instruction (BABI). It would be possible not only to find out new anchoring and bridging analogies, but also to use and investigate the analogies offered in the related literature with this test named as Force Diagnostic Test (FDT). The details of the whole procedure related to the development of the FDT such as selection of the misconceptions, determination of the number of items, format of the test, and non-structured interviews were explained in this study in detailed. Final version of the FDT was applied to 148 students of two different universities in Ankara. Students' answers, confidence levels, and their explanations for causes of their answers were investigated by considering each question in the test individually. In the light of all these data, the importance of FDT and its contributions to BABI were discussed.

Keywords: physics education, bridging analogies, anchoring analogy, Newton's third law

1. GİRİŞ

Fen eğitiminde son 20–30 yılda görülen değişiklikler, müfredatlardaki reformlar, yeni teknik ve yöntemlerin gelişimi bilginin saf ezberlenmesinden ziyade kavramsal olarak öğrenilmesi yönünde teşvik edici olduğu herkes tarafından genel olarak kabul gören bir düşüncedir. Buna rağmen, fen ve özellikle fizik eğitiminde sınıflardaki öğretimin bilginin sadece transfer edilmesine odaklandığı durumlar gözlenebilmektedir. Hatta çok sayıda fen ve fizik öğretmeni bilginin zekice kurgulanmış iyi ifadelerle anlatıldığında öğrencilere aktarılabilirliğini düşünebilmektedir. Oysaki bu şekilde bir fizik eğitimi etkili öğrenime yol açmayacaktır. Örneğin Savinainen, Scott ve Viiri (2005)'nin belirttiği gibi öğrencilere kuvvet kavramının cisimler arasındaki etkileşimden kaynaklandığı şeklindeki doğru bir bilgiyi bile sadece söylemek pek etkili olmayacaktır. Bu şekilde sadece kişinin dışındaki başka bireyler öyle söyledi diye öğrenilen bilgiler çabuk unutulacaktır. Başka durumlara, olaylara aktarılamayacak ve adapte edilemeyecektir. Oysaki kişinin aktif olarak katılımıyla kendi ön bilgileri üzerine inşa edeceği öğrenme daha kalıcı olacaktır. İşte bu yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme görüşü, yeni bilgi geliştirme sürecinde ön kavramların önemini işaret etmektedir.

Bunun gibi fizik eğitiminde öğrencilerin bilgi ve başarılarını etkileyen birçok faktör mevcuttur (Champagne, Klopfer, & Anderson, 1980; Griffith, 1985; Halloun & Hestenes, 1985; Reif, 1981). Bu ön kavramların fizik kanunlarıyla uyuşmayanları diye isimlendirebileceğimiz kavram yanlışları da bu faktörlerin önemlilerinden bir tanesidir. Fizik eğitiminde öğrencilerin sahip oldukları kavram

* Bu çalışma, Yılmaz (2007)'in doktora tezinin bir kısmından oluşmaktadır.

** Öğr. Gör. Dr., Hacettepe Üniversitesi, E-posta: serkany@hacettepe.edu.tr

*** Yrd. Doç. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, E-posta: erylalmaz@metu.edu.tr

yanılgılarını gidermek için şu ana kadar çok çeşitli yöntemler kullanılarak çalışmalar ve karşılaştırmalar yapılmıştır (Brown, 1992; Bryce & MacMillan, 2005; Clement, 1993; Savinainen ve diğerleri, 2005; Yılmaz, Eryılmaz, & Geban, 2006). Benzeşimlerin ve benzeşim muhakemesi yönteminin kullanılması anlamlı öğrenmeyi teşvik eden ve kavram yanılgılarını gidermede kullanılan bu yollardan bir tanesidir. Birçok araştırmacı benzeşimlerden yararlanmanın eğitimdeki gücünden bahsetmiştir (Brown, 1992; Clement, 1987, 1993; Clement, Brown, & Zietsman, 1989; Duit, 1991; Mason, 1994; Suzuki, 1994; Wong, 1993).

Ama alanyazında benzeşimlerin söylendiği kadar etkili olmadığını, öğrencilerin benzeşimsel muhakeme yapıp soruları çözemediği durumların olduğunu veya kavramsal değişimin yani etkili öğrenmenin gerçekleşmediğini söyleyen az sayıda da olsa çalışmalar mevcuttur (Brown & Clement, 1989; Dagher, 1995a; Gabel & Sherwood, 1980; Gick & Holyoak, 1983). Kilbourn (2002) benzeşim çalışmalarında etkili öğrenmenin tesadüfî olabileceği, kavram üzerinde çok fazla zaman harcanmasından kaynaklanabileceği eleştirilerini getirmiştir. Venville ve Bryer (2002) ise yeni bir kavram öğrenirken benzeşim kullanmanın başarısız olmasındaki en büyük etkenin çocukların temel benzeşim hakkındaki ön bilgilerinin eksik olmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Aslında benzeşimler, politik olaylardan sanata, felsefi tartışmalardan edebiyat ve bilime kadar birçok yerde kullanılmış antik bir iletişim aracıdır. Hatta Aristo, Plato ve diğer büyük Yunan düşünürlerin düşüncelerini oluşturmada benzeşimlerden yararlandıkları bilinmektedir. Yeni öğretmenler veya deneyimli olanlar, akademisyenler ve kitap yazarları da benzeşimlerden faydalanmaktadır. Genel olarak kullanılmalardaki amaç zor ve soyut olan kavramları kolay ve somut olanlar üzerinden çeşitli özelliklerine göre karşılaştırarak basite indirgeyip bilimsel ve doğru bilgiyi elde etmektir. Mason (1994) benzeşimlerin dört şekilde faydalı olduklarından bahsetmiştir. Bunlar, yeni bilginin organize edilmesi, bellekte önceden depolanan bilgiye ulaşabilme ve geri çağırılması, kavram yanılgılarının üstesinden gelme ve yeni bir zihinsel şema oluşturulmasıdır.

Genel olarak ideal bir benzeşimden bahsetmek pek mümkün değildir. Her benzeşim kendi sınırlamalarına sahiptir. Bundan dolayı benzeşimlerin hangi amaçla ve nasıl kullanıldığı önemlidir. Bazıları yeni bakış açılarını ifade eder, bazıları açıklamaların fonksiyonlarını temsil eder ve diğerleri de hedeflerin daha aşikâr hale getirilmesini olası kılar. Benzeşimlerin kullanımı ve başarısı kullanılan benzeşimler arasındaki ilişkilerin kolay transfer edilip edilememesinde yatar. Kullanılan benzeşimler birbirine ne kadar benzer ise yapılacak muhakeme ve transfer edilecek özellik o kadar kolay başarılıdır. Heywood (2002) da eğitimde kullanılan benzeşimlerin bu bağlamda pozitif etkisinden bahsetmiştir.

Fen eğitimcileri, öğrencilerin öğrenmelerine yardımcı olması için eğitsel benzeşimleri kullanan çeşitli yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bunlardan önemlileri: Genel Benzeşim Öğretimi Modeli (Zeitoun, 1984), Çoklu Benzeşim Modeli (Spiro, Feltovich, Coulson, & Anderson, 1989), Birleştirici Benzeşimler Modeli (Brown & Clement, 1989), Benzeşimlerle Öğretme Modeli (Glynn, 1991), Öğrenci Üretimli Benzeşimler Modeli (Wong, 1993), Öyküsel Benzeşimler Modeli (Dagher, 1995b) ve Olay Tabanlı Muhakeme Modeli (Kolodner, 1997). Bu modellerden bazıları birbirlerine kabaca benzese de aralarında nüanslar mevcut olup ayrı ayrı vurgulara sahiptirler.

1.1. Birleştirici Benzeşimler Yöntemi

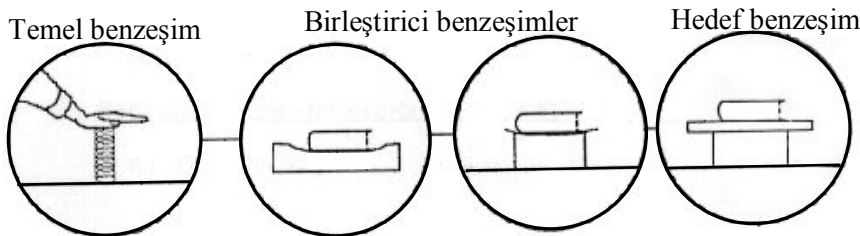
Karışık kavramları açıklarken tek bir benzeşim genellikle yeterli olmamaktadır. Böyle durumlarda birden fazla benzeşim kullanılarak bilimsel kavram idrak edilmeye çalışılır. Benzeşimlerin yaygın kullanımında anlatılmak istenen hedef kavram/benzeşim ile diğer birçok rastgele benzeşimler arasında ilişki kurulur. Ama yapılan bu muhakemelerin bir sırası, düzeni veya başlangıç noktası yoktur. Oysa Brown ve Clement (1989) bir hedef benzeşimi anlatmak için belli bir temel benzeşimden başlayarak ve birbirini takip eden ama rasgele olmayan, aksine özellikle seçilmiş arabulucu benzeşimler kullanarak kavram anlatmanın anlamlı öğrenmeye yol açacağını savunmuşlardır. Bu yönteme Köprüsel Örneklemeye ya da Birleştirici Benzeşimler Yöntemi (BBY) denir.

BBY'in felsefesinin temelinde küçük adımlar atmak yatar. Bir yüksek atlamacıdan birdenbire 40 cm daha yüksekte atlaması beklenemezse, aynı şekilde bulunulan durumdan (bilimsel bilgiyle

uyuşan özümsemiş bilgi) o kadar ötede olan ve anlaşılması için ciddi bir sıçrama gerektiren kavram yanlışlarının üstesinden gelip bilimsel bilgiye ulaşabilmeyi de beklememelidir. Bu yöntemde amaç, bilinen doğru bilgiyle aslında yanlış olmasına rağmen doğruluğundan emin olduğu iddiasında bulunan bilgi arasındaki bu uçurumu küçük adımlar atarak yavaş yavaş kapatmaya çalışmaktır. Diğer bir deyişle doğru olan temel benzeşimdeki özelliği genişleterek hedef benzeşime (kavram yanlışlığı) taşıyabilme yolculuğudur. Bu uzun yolculuğu tek bir seferde kesintisiz yapmak zor ve olası olmadığı için arada durup dinlenilecek, “Nereden geldim? Ne kadar yol geldim? Ne kadar yolum kaldı? Nereye gideceğim? Hangi yoldan gideceğim? Bir daha ki benzini nereden alacağım?” gibi soruların düşünüleceği soluk alma durakları vermek gerekir. Hedef ile temel benzeşim arasındaki bu rasgele seçilmemiş soluk noktalarına arabulucu veya birleştirici benzeşimler denmektedir.

Brown ve Clement (1989) BBY’in dört temel basamağını şöyle özetlemiştir. Birinci basamakta hedef soru/benzeşim sorulur. Bu benzeşim kavram yanlışlığı (öğrencilerin çoğunun özümseyemediği veya anlamlandıramadığı bilgi-BBY yolculuğunun biteceği durak) olan durumdur. Genelde cevapları “Evet/hayır”, “Uygular/uygulamaz”, “Eşittir/eşit değildir” gibi olur. Aslında BBY’de amaç, cevapları onlara anlamlı gelecek biçimde öğrencilerin en sonunda bu soruya doğru olarak cevap vermesidir. İkinci adım ankor ya da temel benzeşim (BBY yolculuğunun başlayacağı durak) denilen, öğrencilerin bildiği ve özümsemiş bilimsel olarak doğru olan temel benzeşimi sunmaktır. Bir benzeşimin ankor olarak sayılabilmesi için öğrencilerin çoğunun doğru olarak cevaplama, bu cevaba uygun bilimsel açıklamayı getirmesi ve cevaplarından emin olmaları daha doğrusu cevaplarının içlerine sinmesi gerekir (Brown & Clement, 1989; Camp & Clement, 1994). Üçüncü olarak temel ile hedef benzeşim arasında muhakeme yapılması istenir. Artılar, eksiler, benzerlikler vb. tartışılır. Eğer hedef benzeşim hala anlaşılmadıysa son basamakta BBY’nin kalbi olan birleştirici benzeşim (dinlenme, soluk alma durağı) sunulur. Birleştirici benzeşimle hedef ve temel benzeşimler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tartışılarak ilişki kurulur. Bu ilişkileri kurma işlemi ve tartışmalar sırasında öğretmen sadece bir yol gösterici rolündedir. Öğrencilerin rolü ise bu tartışmalara aktif olarak katılarak temel benzeşimdeki bilinen özelliğin üzerine doğru bilgiyi birleştirici benzeşimlerin de yardımıyla inşa etmektir. Bu şekilde, öğrencinin temel benzeşimdeki özelliği yapılandırarak hedef benzeşime taşıyana kadar gerekirse başka ara birleştirici benzeşim/ler kullanılarak işlem devam eder. Yalnız birleştirici benzeşimlerin bir sunulma sırası olduğu da unutulmamalıdır.

Masanın üstündeki kitaba masanın kuvvet uygulayıp uygulamaması ile ilgili BBY’de kullanılan tipik bir örnek Şekil 1’de verilmiştir. Kavram yanlışlığını gösteren resim/soru hedef benzeşim, dik duran bir yayın üzerine bırakılmış sıkıştığı gözlenen örnek temel benzeşim, sünger ya da köpük üzerinde duran kitap ile daha az esnediği gözlenen mukavva ya da ince sunta üzerindeki kitap örnekleri de birleştirici benzeşimler olmaktadır. Bu benzeşimlerin tümünün gösterildiği diyagramlara kavram şemaları denir. Bunun gibi “modeller”, “yapılan gösteri deneyleri”, “mini sınavlar” BBY’de başvurulan diğer önemli argümanlardır. Camp ve Clement (1994)’den alınan örnek bir kavram şemasının model ve gösteri benzeşimlerinin olmadığı yalın hali Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: İki Birleştirici Benzeşimden Oluşmuş Bir Kavram Şemasının Yalın Hali

BBY hakkında daha fazla teorik bilgi için Brown ve Clement (1989), Camp ve Clement (1994) ve Yılmaz (2007)’a bakılabilir. BBY’nin sınıf içi uygulamaları hakkında Camp ve Clement (1994), Yılmaz ve diğerleri (2006) incelenebilir. BBY’nin çeşitli alanlarda uygulamaları için Bryce ve MacMillan (2005), Savinainen ve diğerleri (2005), Zietsman ve Clement (1997)’e başvurulabilir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çalışmada öncelikli olarak BBY'nin teorisi, basamakları ve bu yöntemle ilgili temel, birleştirici ve hedef benzeşim gibi önemli kavramlar anlatılmıştır. Şu ana kadar bu konuda yapılan çalışmalarda çoğunlukla Camp ve Clement (1994)'in kavram şemaları, örnekleri ve materyalleri kullanılmıştır. Ama bu kullanılan temel benzeşim ve diğer örnekler farklı kültür ve ülkedeki öğrencilere göre geliştirilmiştir. Dolayısıyla metodun etkisinden önce bu örneklerin bizim öğrencilerimizde de çalışıp çalışmadığına, bu örneklerden daha iyi çalışabilen temel benzeşimler varsa bunları bulmaya ve daha farklı kavram yanlışlarına yönelik temel ve birleştirici benzeşimleri araştırmaya gerek duyulmaktadır. Bundan dolayı bu tür çalışmalarda kullanılabilir bir ölçüm aracı geliştirmeye ihtiyaç duyulmuştur. İşte bu araştırmanın öncelikli gayesi, BBY'ye dayalı bir eğitimin öğrencilerin Newton'un üçüncü kanunu konusundaki kavram yanlışlarını gidermede etkisini inceleyen daha geniş bir çalışmada kullanılacak öğretim materyallerinin oluşturulması için gerekli olan ölçüm aracını geliştirmektir.

2. YÖNTEM

2.1. Örneklem

Kuvvet Tanı Testi (KTT)'ni geliştirebilmek için çeşitli örneklerle çalışılmıştır. Öncelikle, Mekanik Kavram Yanlışları Testi (MKYT) Ankara'daki bir devlet üniversitesinde okumakta olan uygun örneklem yöntemiyle seçilmiş fen bilgisi öğretmenliğinden 290, sınıf öğretmenliğinden 160, ilköğretim matematik öğretmenliğinden 63 olmak üzere toplam 513 üniversite öğrencisine uygulanmıştır. Kimi zaman gelişigüzel örneklem yöntemi diye de isimlendirilebilen çalışmada kullanılan bu olasılıksız örneklem yönteminin en önemli dezavantajı seçilen örneklemin evreni iyi temsil edememesidir (Fraenkel & Wallen, 2006). Fakat her ne kadar bu seçkisiz olmayan örneklem yöntemi evreni temsil etmede yetersiz olsa bile hem elde edilen sonuçlar olayları açıklamada bazen önemli ipuçları verebildiğinden hem de zaman ile maliyet kısıtlamasından dolayı çalışmanın bu ilk kısmında bu örneklem yöntemine göre örneklem seçilmiştir. Seçilen bu öğrencilerinin %94'ünün yaşları 18 ile 22 arasında değişmektedir. Geliştirilmeye çalışılan KTT'nin ilk hali 54 son sınıf fen bilgisi öğretmenliği öğrencisine pilot çalışmada uygulanmıştır. KTT'nin son hali ise Ankara'da bulunan 2 ayrı devlet üniversitesinin 148 birinci sınıf (birinden 108, diğerinden 40) sınıf öğretmenliği öğrencisine uygulanmıştır. Bu öğrencilerinin %97'sinin yaşları 18 ile 21 arasında değişmektedir.

2.2. Ölçüm Araçları

KTT'yi geliştirebilmek için araştırmacı tarafından geliştirilen MKYT'den ve yapılandırılmamış mülakatlardan yararlanılmıştır. MKYT'nin amacı öğrencilerin eylemsizlik, Newton'un üçüncü kanunu, gerilme, sürtünme kuvveti, yüzeye dik kuvvetler ve yerçekimi konularındaki kavram yanlışlarını bulmaktır. 25 adet kavram yanlışını bulmaya yönelik 28 adet çoktan seçmeli tamamı kavramsal sorulardan oluşmaktadır. Sorulardan 17 tanesi Camp ve Clement (1994)'den, dört tanesi Hestenes, Wells ve Swackhamer (1992)'den, iki tanesi Clement ve diğerleri (1989)'den adapte edilmiş ve geri kalan sorularda araştırmacılar tarafından yazılmıştır. Bir fizik eğitimci öğretim üyesi ve iki fizik öğretmeni kapsam geçerliği için testi incelemiştir. Yakındaki bir lisede 67 lise öğrencisine pilot çalışmada uygulanmıştır. Testin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0.82 olarak bulunmuştur.

2.3. İşlem

KTT'yi geliştirmek için dokuz genel basamaktan oluşan bir yol izlenmiştir. MKYT'nin uygulanmasıyla başlayıp testin oluşturulması ile sonuçlanan bu basamaklar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: KTT'yi geliştirirken takip edilen süreç

1. MKYT'nin uygulanması	6. Testin biçimi ile ilgili çalışmalar
2. Alanyazın taraması	7. Pilot çalışma
3. Ön mülakatlar	8. Son mülakatlar
4. Açık uçlu sorular	9. KTT'nin son halinin oluşturulması
5. Diğer araştırmacılarla fikir alışverişi	

KTT'yi geliştirebilmek için ilk olarak araştırmacı tarafından geliştirilen MKYT, Ankara'daki bir devlet üniversitesinde okumakta olan üç farklı bölümdeki toplam 513 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmacının bunu yapmasında iki temel amaç vardır. Birincisi, çalışılacak örneklem üniversite öğrencileri olduğu için yani benzeşimler ve sorular kolay gelebilir endişesiyle daha fazla kavram yanlışlığına sahip bölümü belirlemektir. İkincisi, öğrencilerin daha çok kavram yanlışlığına sahip oldukları konuyu belirlemektir. Sonuçları inceleyebilmek için araştırmacı tarafından bir kavram yanlışlığı tablosu oluşturulmuştur. Kavram yanlışlıkları, sınavda doğru yanıt verilen soru sayılarına göre değil oluşturulan tablodaki şıkları seçenlere göre belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre daha çok yanlışlığa sahip sınıf öğretmenliği bölümü öğrencileri ve konu olarak da Newton'un üçüncü kanunu seçilmiştir.

Daha sonra, belirlenen konu ile ilgili araştırmacı ciddi bir alan taraması yapmıştır. Belirlenen kaynaklardaki (Bao, Hogg, & Zollman, 2002; Bryce & MacMillan, 2005; Camp & Clement, 1994; Clement ve diğerleri, 1989; Hestenes ve diğerleri, 1992; Maloney, 1984; Savinainen ve diğerleri, 2005) benzeşimler, kavram yanlışlıkları ve örnekler incelenmiştir. Böylece araştırmada toplam yedi kavram yanlışlığı ile çalışılmaya karar verilmiştir. Bunlardan altı tanesi birer kavram yanlışlığından oluşurken yedinci olanı birbirine benzer üç tane yanlışlığın birleşiminden oluşmuştur. Tablo 2'de bu kavram yanlışlıkları verilmiştir.

Tablo 2: KTT'de incelenen kavram yanlışlıkları

1. Katı (cansız) cisimler kuvvet uygulamazlar.
2. İki cisim çarpıştığında daha çok hasar gören (kırılgan) daha az kuvvet uygular.
3. İki nesne etkileşime girdiğinde daha güçlü olan daha büyük bir kuvvetle iter.
4. İki nesne birbirini ittiğinde veya çarpıştığında sert olan daha büyük bir kuvvet(le) iter/uygular.
5. İki hareket eden nesne birbiriyle etkileşime girdiğinde hızlı olan daha büyük bir kuvvet uygular.
6. İki cisim çarpıştığında daha çok kütlesi olan daha büyük bir kuvvet uygular.
7. Bir cisim diğerini iterken temas kuvvetleri eşit değildir. a) ivmelendiklerinde b) sabit hızla gittiklerinde c) dururken

BBY'ye dayalı eğitimin en önemli noktalarından biri temel benzeşimlerdir. Böyle benzeşimleri bulmak ciddi zaman, çaba, bilgi, deneyim ve çalışma gerektirmektedir. Bundan dolayı yeni bulgular ve çıkış noktaları bulabilme umuduyla MKYT'ye girmiş bazı öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Üç bölümden ikişer kız ikişer erkek öğrenci seçilerek ve sadece kısa notlar tutularak 12 mülakat teybe kaydedilmeden yapılmıştır. Tüm mülakatlar bölüm içerisinde sessiz bir ortamda ve çoğunlukla araştırmacının ofisinde yapılmıştır. Mülakatlar sırasında ortamda sadece araştırmacı ve ilgili öğrenci bulunmuştur. Öğrenciler mülakata başlamadan önce sakinleştirilip motive edilmiş, yardımlarının öneminden bahsedilmiş ve bu uygulamanın herhangi bir şekilde onlara zararı dokunmayacağı konusunda bilgilendirilmişlerdir. Kullanılabilir düşüncesiyle mülakata başlamadan çeşitli sorular yazılmıştır. Bunlardan bazıları: "Bu soruya cevabınız nedir?", "Neden böyle düşündünüz?", "Kısaca cevabınızı kendi kelimelerinizle açıklar mısınız?", "Aynı bilgiyi ölçmek için size daha anlamlı gelen başka bir örnek nasıl olabilirdi?". Mülakatlar her katılımcı için yaklaşık olarak 15 ile 25 dakika arası sürmüştür.

Dördüncü aşamada, o ana kadar elde edilen benzeşimler 37 birinci sınıf fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencisine sorulmuştur. Öğrencilerden, her bir kavram yanlışlığı ile ilgili benzeşimleri

kendilerine göre sıralamaları istenmiştir. Ayrıca kendilerine bu benzeşimlerden daha anlamlı gelen ve daha iyi anladıklarını hissettikleri örnekler varsa bunlardan en az bir tanesini yazmaları söylenmiştir. Sadece bu şekilde KTT’de kullanabileceğimiz 6 adet benzeşim elde edilmekle kalınmamış aynı zamanda böyle bir test biçiminin KTT için uygun olup olmadığı hakkında da fikir edinilmiştir.

Alandaki diğer araştırmacıların veya yüksek lisans öğrencilerinin bu konuda söyleyecekleri bir şeyler ya da katkıları olabileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda ODTÜ Fizik bölümünden bir araştırma görevlisine, Hacettepe Üniversitesi okul öncesi ve fen bilgisi öğretmenliğinden birer araştırma görevlisine, İzzet Baysal Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliğinden bir araştırma görevlisine ve başarılı bir yüksek lisans öğrencisine kavram yanlışları ayrı ayrı kâğıtlara yazılarak gönderilmiştir. “Ben olsaydım bu kavram yanlışlarını hangi benzeşim ve örneklerle anlatırdım?” yaklaşımıyla her bir yanlış için üçer tane örnek yazmaları istenmiştir. Ama genel olarak bu yolla elde edilen benzeşimlerin çoğu ya elimizde olanların aynısı ya da beklentilerimizi karşılamayacak benzeşimler çıkmıştır.

Testin biçimine karar verirken ilk olarak alanyazında nadir olan temel benzeşim testlerinden en önemlisi olan Clement ve diğerleri (1989) özellikle incelenmiştir. 14 sorudan oluşan çoktan seçmeli bu test sadece Newton’un üçüncü kanunu ile ilgili soruları içermemektedir. Çoğu soru görsel de değildir. Soruların başında bırakılan boşluklara öğrencilerin cevaplarından ne kadar emin olduklarını dördümlü Likert ölçeğine göre belirtmeleri gerekmektedir. Soruları cevaplarırken her bir benzeşim için uzunca bir metni okumak gerekmiştir. Bu testin en kısa sorusu örnek olarak Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Temel Benzeşim Testi’nden Örnek Bir Soru

- | |
|--|
| 1. Bir tenis topu tuğladan bir duvara çarpıp geri sekmektedir. Top duvara çarptığında:
a) Duvar, yönünün değişmesine sebep olacak şekilde topa bir kuvvet uygular.
b) Duvar topa bir kuvvet uygulamaz. Duvar sadece topun güzergâhı önündedir. |
|--|

KTT son halini alana kadar iki kez testin biçimi değiştirilmiştir. Yılmaz (2007)’da üç sürümü verilen bu testlerden ilki 25 çoktan seçmeli problem tarzı sorulardan oluşmuştur. Ayrıca dördümlü Likert ölçeğine göre cevaplardan ne kadar emin olunduğunun ifade edilmesi için soruların başına boşluklar bırakılmıştır. İkinci sürümde, ek olarak görsellik artırılmış, soru sayısı azaltılıp yediye indirilmiş ve her soru altındaki benzeşim sayıları artırılmıştır. Testin bu iki formu da çok öğrenciye uygulanmamıştır. Sadece ulaşılabilir 2–3 öğrenciye uygulanıp dönütler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak KTT’nin son biçimine karar verilirken Tablo 4’de verilen bütün noktalara dikkat edilmiştir.

Tablo 4: KTT’deki soruları oluştururken dikkat edilen noktalar

• Tamamlaması kolay olmalı
• Daha görsel ve yapılandırılmış olmalı
• Olabildiğince az zaman gerektiren kısa sorulardan oluşmalı. Her bir kavram yanlışlığı için birer soru olmalı
• Olabildiğince bilgi verici olmalı
• Sadece temel benzeşimler için değil birleştirici ve hedef benzeşimler için de bir şeyler söylemeli
• Her bir kavram yanlışlığı için olabildiğince çok örnek veya benzeşimi içermeli
• Olabildiğince çok kavram yanlışlığını ölçebilmeli
• Hata veya yanlış ile kavram yanlışlığını ayırt edebilmeli
• Cevapların eminlik dereceleriyle ilgili veri elde etme imkânı vermeli
• Verilen cevapların nedenlerinin kısaca ifade edilmesine olanak vermeli

KTT’nin son biçiminin ilk hali 54 fen bilgisi öğretmenliği bölümü lisans öğrencisine yine bir pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Dönütlere göre birkaç değişiklik yapıldıktan sonra testin bu hali aynı üniversitenin matematik, okul öncesi ve fen bilgisi öğretmenliği bölümünden ikişer, sınıf öğretmenliğinden dört öğrenciyle olmak üzere toplam 10 kişiye ayrı zamanlarda teker teker uygulanmıştır. Bu 10 öğrenciyle ayrıca 10–15 dakikalık yapılandırılmamış mülakatlar yapılmıştır. Alınan dönütler doğrultusunda sınavın yönergesinde değişiklikler yapılarak sınav süresi beş dakika

artırılmış, yönergenin başka bir maddesi düzenlenmiş ve bir tane de yeni madde eklenmiştir. Ayrıca “farklı sertlik”, “kütleler eşit değil”, “cisimler değişik”, “farklı hız” gibi kısa kısa da olsa tüm benzeşimler için açıklama yazılmasının hem çok sıkıcı ve gereksiz hem de verilen süre içerisinde çok da mümkün olamayacağından iyice emin olunmuştur. Tablo 5’de görülebileceği gibi KTT’ye girecek her bir öğrenciden normalde maksimum 193 açıklama yapması beklenecekti. Bundan dolayı, istenen açıklama sayısının yaklaşık 10’da birine inmesi için farklı gruplardan farklı benzeşimler için açıklamalar alınacak şekilde gruplar yapılmaya karar verilmiştir. Böylece test, benzeşimler aynı kalmak şartıyla bir öğrenciden maksimum olarak 21–22 civarı kısa açıklama yapması beklenecek şekilde ciddi bir uğraşı sonucunda dokuz grup olarak çoğaltılmıştır.

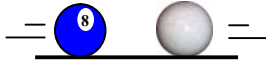
Tablo 5: KTT’de kullanılan sorulardaki benzeşim ve açıklama sayıları

Kavram Yanılgısı	Benzeşim Sayısı	Açıklama Sayısı
1	18	18
2	15	22
3	26	41
4	20	26
5	18	24
6	22	28
7 a)	8	13
b)	8	13
c)	6	8
Toplam	141	193

Böylece kuvvet ve özellikle Newton’un üçüncü kanunu konusunda temel, birleştirici ve hedef benzeşimleri bulmak için tasarlanan KTT tamamlanmıştır. Sonuç olarak KTT, kuvvet ile ilgili her biri birer adet kavram yanılgısına yönelik hazırlanmış toplam yedi adet kavramsal sorudan oluşmuştur. Sorular, öğrencilerin üç ana noktaya dikkat etmeleri planlanarak hazırlanmıştır. Bunlar ilgili sorudaki her şekil için doğru cevabın verilmesi, verdikleri bu cevaptan üçlü (kesinlikle eminim, emin sayılıyorum, emin değilim) Likert tipi ölçeğe göre ne kadar emin oldukları ve istenilen benzeşimler için cevaplarının sebebini çok kısa ve anlaşılır bir ifade ile bırakılan boşlukların üzerine açıklamaları şeklinde sıralanabilir. Tablo 5’den anlaşılabilir olduğu gibi her soru 15 ile 26 arası değişen şekilsel alt sorulardan/benzeşimlerden oluşmaktadır. KTT’de toplam 141 benzeşim kullanılmıştır. Dördüncü kavram yanılgısına yönelik ortak tek bir soru için kullanılan 20 adet benzeşimden iki tanesi ve ortak sorusu örnek olarak Şekil 2’de verilmiştir. Bu benzeşimlerden bir tanesinde sadece bir duruma cevap verilebilirken diğer yayılı olan örnekte i) ve ii) şeklindeki iki farklı durum için cevap verilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı bu yayılı olan soru ve KTT’deki diğer buna benzer sorular için teorik olarak iki adet açıklama istemek mümkün olabilmektedir. Tablo 5’de verilen açıklama sayılarının benzeşim sayılarından büyük veya minimum olarak eşit olması bundan kaynaklanmaktadır.

Aşağıdaki şekillerde farklı sertliğe sahip varlıkların birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Bu durumlardan hangi(si)/lerinde varlıkların (itilirken, sıkıştırılırken veya çarpışırken) birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz?

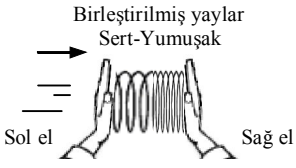
çarpışırken



Eşit hızlı bilyardo topu ile mermer cisim
(E) (H) /

Nedeni: _____

soldan sıkıştırılırken



i) Sol el ile sert yay
(E) (H) /

ii) Sağ el ile yumuşak yay
(E) (H) /

Nedeni (ii): _____

Şekil 2: KTT’de Kullanılan Benzeşimlerden İki Örnek

Sonuçta, Ankara’daki iki farklı üniversitenin sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerine KTT’nin son hali uygulanmıştır. Örneklem, genel fizik dersi almakta olan altı farklı şubedeki toplam 148 öğrenciden oluşmuştur. Öğrencilerin testi tamamlama süreleri 25–40 dakika arasında değişmiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde 28’i erkek ve 120’si kız olmak üzere toplam 148 birinci sınıf üniversite öğrencisine uygulanan KTT’nin ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık, minimum ve maksimum değerler gibi temel tanımlayıcı istatistik sonuçları verilmiştir. Önceki çalışmalarda (Yılmaz ve diğerleri, 2006) kavram yanlışları ve BBY’nin cinsiyete bağlı olduğuna yönelik bulgular olduğu için bu tablolar oluşturulurken cinsiyete göre düzenlenmiştir. Evet/Hayır anlamına gelen ve Şekil 1’de E ve H harfleri ile sembolize edilen KTT’deki ortak soruların altındaki benzeşimler için verilmiş yanıtların cinsiyete göre dağılımı Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6 incelendiğinde, maksimum değerler sütunundaki 18, 22, 41, 26, 24, 28, 34 ve 193 değerlerinin Tablo 5’deki açıklama sayıları ile birebir örtüştüğü gözlenmektedir. Buradan KTT’ye giren hem kız hem erkek öğrencilerden her soru altındaki tüm tek ve iki cevaplı benzeşimleri doğru yapan öğrenciler çıktığı gibi tüm testi doğru yapan öğrencilerin de olduğu anlaşılmaktadır. Kızlar ve erkeklerin 193 üzerinden 98.39 ve 104.89 şeklindeki ortalamaları, öğrencilerin genel olarak benzeşimler için cevaplanacak soruların yarısından çoğunu doğru yaptığı anlamına gelmektedir. Ayrıca bu ortalamalar erkeklerin kuvvet konusunda genel olarak kızlardan daha başarılı olduğunu ifade etmektedir. Yedi sorudan iki tanesi hariç kızlar ve erkeklerin doğru cevap oranları genel olarak birbirlerine yakın çıkmıştır. Sadece dördüncü ve altıncı sorularda erkeklerin bu değerleri kızlarınkinden büyüktür. Bunun yanında sorulardaki verilebilecek maksimum yanıt sayıları farklı olduğu için ortalamaları birbirleriyle karşılaştırabilmek için ortalama değerleri maksimum değerlere bölünerek oran sütunu oluşturulmuştur. Buna göre hem kızlar hem erkekler için birinci kavram yanlışısına yönelik hazırlanmış benzeşimler diğer sorulardakilere göre daha kolay çıkmıştır. Kızlar için altıncı soru, erkekler için yedinci soru en çok zorlanılan soru olmuştur.

Tablo 6: KTT'deki doğru cevapların cinsiyete göre dağılımı

Soru	Cinsiyet	Ortalama	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Mak.	Oran
1	Erkek	11.97	5.86	-0.38	-1.18	0	18	0.67
	Kız	11.09	5.55	-0.07	-1.32	1	18	0.62
2	Erkek	13.36	5.68	-0.03	-0.65	3	22	0.61
	Kız	12.60	4.56	-0.21	0.23	0	22	0.57
3	Erkek	21.51	8.26	0.47	1.10	3	41	0.52
	Kız	21.64	6.48	0.29	0.76	6	41	0.53
4	Erkek	13.81	8.43	-0.03	-1.14	0	26	0.53
	Kız	11.19	6.89	0.53	-0.51	1	26	0.43
5	Erkek	14.59	5.19	-0.38	0.28	4	24	0.61
	Kız	14.49	4.92	-0.44	-0.11	4	24	0.60
6	Erkek	14.42	8.15	0.36	-0.82	2	28	0.51
	Kız	11.74	7.18	0.63	-0.06	0	28	0.42
7	Erkek	15.23	10.09	0.52	-0.52	0	34	0.45
	Kız	15.63	8.37	0.58	0.23	0	34	0.46
Hepsi	Erkek	104.89	35.74	0.65	-0.01	49	193	0.54
	Kız	98.39	29.81	0.68	0.21	46	193	0.51

Öğrencilerin verdikleri cevaplardan ne kadar emin olduklarının cinsiyetlerine göre dağılımı ile ilgili istatistikler Tablo 7'de verilmiştir. Bu verileri elde etmek için kesinlikle eminim, emin sayılıyorum ve emin değilim yerine sırasıyla 3, 2 ve 1 kodlanmıştır. Ayrıca sorunun toplam puanı verilebilecek maksimum yanıt sayısına bölünerek her soru için üç üzerinden olan ortalamalar hesaplanmıştır.

Tablo 7: KTT'deki sorularda eminlik derecelerinin cinsiyete göre dağılımı

Soru	Cinsiyet	Ortalama	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Mak.
1	Erkek	2.32	0.57	-0.69	0.32	1	3
	Kız	2.16	0.55	-0.74	1.21	1	3
2	Erkek	1.96	0.65	-0.99	2.04	1	3
	Kız	2.01	0.56	-0.23	0.31	1	3
3	Erkek	2.09	0.66	-1.77	3.75	1	3
	Kız	2.09	0.51	-0.07	-0.33	1	3
4	Erkek	1.98	0.44	-1.51	4.59	1	3
	Kız	2.00	0.54	-0.26	0.20	1	3
5	Erkek	2.22	0.31	0.88	0.20	2	3
	Kız	2.13	0.53	-0.09	-0.47	1	3
6	Erkek	2.08	0.58	-1.72	5.41	1	3
	Kız	1.98	0.57	-0.32	0.34	1	3
7	Erkek	1.93	0.59	-0.78	1.82	1	3
	Kız	1.82	0.59	0.32	-0.65	1	3
Hepsi	Erkek	2.08	0.39	-0.87	2.86	1	3
	Kız	2.03	0.43	0.08	-0.13	1	3

Tablo 7 incelendiğinde hem kızlar hem erkekler için genel olarak ortalamaların iki civarı olduğu gözlenmektedir. Yani öğrenciler cevapları için çoğunlukla “emin sayılıyorum” iddiasında bulunmuşlardır. Testin geneli için erkeklerin eminlik dereceleri kızlardan fazla çıkmıştır. Hem erkekler hem kızlar için en çok emin olunan soru birinci kavram yanılgısı için hazırlanmış soru olmuşken en az emin olunan soru yedinci soru olmuştur. Kızlar ve erkeklerin eminlik puanları ortalamaları arasındaki en büyük fark ise en kolay olan birinci soruda gözlenmiştir. Tablo 6 ve Tablo 7 birleştirilerek Tablo 8 oluşturulmuştur.

Tablo 8: Doğru cevaplardaki eminlik derecelerinin cinsiyete göre dağılımı

Soru	Cinsiyet	Ortalama	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Mak.
1	Erkek	3.27	1.23	-0.34	-0.83	1	5
	Kız	2.87	1.22	0.08	-0.65	0	5
2	Erkek	2.82	1.17	-0.09	0.75	0	5
	Kız	2.76	0.81	0.05	1.64	0	5
3	Erkek	2.49	1.03	-0.25	1.11	0	5
	Kız	2.59	0.55	0.10	0.45	1	4
4	Erkek	2.64	1.15	-0.06	-0.81	1	5
	Kız	2.31	0.91	0.45	0.73	0	5
5	Erkek	3.01	0.75	-0.38	1.29	1	5
	Kız	2.94	0.72	0.22	0.84	1	5
6	Erkek	2.49	1.17	0.36	0.07	0	5
	Kız	2.27	0.84	0.75	2.32	0	5
7	Erkek	2.22	1.13	-0.14	-0.05	0	4
	Kız	2.46	0.79	0.84	2.65	0	5
Hepsi	Erkek	18.93	5.10	0.03	-0.23	9	29
	Kız	18.20	4.10	0.84	1.41	9	32

Tablo 8'i oluşturabilmek için doğru cevap veren (Evet diyen) ve "kesinlikle eminim" diyenler beş, diğer "Evet ve emin sayılıyorum", "Evet ve emin değilim", "Hayır ve emin değilim", "Hayır ve emin sayılıyorum", "Hayır ve kesinlikle eminim" diyenler sırasıyla 4, 3, 2, 1 ve 0 olarak kodlanmıştır. Böylece bir kavram yanlışını oluşturan üç öğeden (yanlış cevap, ona uygun açıklama ve emin olma) iki tanesini puana dökerek istatistiksel veriler elde edilmiştir. Bir başka deyişle bu kodlama, bir uçta yanlış cevaptan kesinlikle emin olunması (kavram yanlışını=hedef benzeşim adayı) diğer uçta ise doğru cevaptan kesinlikle emin olunması (potansiyel temel benzeşim adayı) şeklinde bir yanıtlar spektrumunun iki aşırı ucu olarak değerlendirilebilir. Bu bakış açısıyla Tablo 8 incelendiğinde toplam puanlara göre erkeklerin kızlara göre nispeten daha az kavram yanlışını olması beklentisi oluşmuştur. Genelde çoğu soruda (1, 2, 4, 5 ve 6) kızların ortalamaları erkeklerden düşük çıkmıştır. Erkekler için en az problemlili olan soru birinci soru, en sorunlu madde ise yedinci kavram yanlışını için hazırlanan soru olmuştur. Kızlar için en az ve en çok zorlanılanlar ise beşinci ve altıncı sorulardır.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada BBY'nin teorisi, basamakları ve yöntemiyle ilgili temel, birleştirici ve hedef benzeşim gibi önemli kavramlar kısaca anlatılmıştır. BBY'nin ana öğelerinden en önemli ikisi birleştirici ve temel benzeşimlerdir. Dolayısıyla anlatacağınız konuda veya üstesinden gelmeye çalışacağınız kavram yanlışınına yönelik elinizde birleştirici ve temel benzeşimler yoksa BBY'yi kullanmak mümkün olamaz. Bundan dolayı kendi kültürümüze ve öğrencilerimize yönelik benzeşimleri irdelemeye ihtiyaç vardır. İşte bu benzeşimlerin incelenmesine ve BBY'de kullanılacak çeşitli materyallerin geliştirilmesine olanak sağlaması için bu önemli ölçüm aracı geliştirilmiştir.

Smith, diSessa ve Roschelle (1994) çalışmalarında kavramsal değişim metodları ile yapılandırmacı yaklaşımın örtüşmediği noktalardan bahsetmiştir. Kavram yanlışlarının ölçülmesi konusunda ölçmenin yanlış kullanıldığı eleştirilerini getirirken kavram yanlışlarının üretken bilgi olmadığı için kavramsal değişimin bunların üzerine yeni bilgi koyamadığını söylemişlerdir. Yani sadece kavram yanlışlarını ölçmek yerine daha üretken olan bilgilere ihtiyaç vardır. Bunlar da temel ve birleştirici benzeşimlerdir. Bu çalışma, bu üretken bilgileri ölçecek çalışmalarda kullanılacak aracı geliştirdiği için yapılandırmacı anlayışa da temel oluşturmaktadır.

Testin geliştirilmesi sürecinde birkaç problem yaşanmasına rağmen yine de genel olarak çok fazla sorun ile karşılaşılmamıştır. Sadece KTT'nin dokuz grup olarak uygulanması alınan açıklama sayısını doğal olarak azaltmıştır. Öğrenciler bütün açıklamaları doldurmadığından hatta genelde büyük bir kısmını doldurmayı unuttuklarından hesaplanan kadar bile açıklama elde etmek mümkün

olmamıştır. Ama bu durumun çalışmaya negatif bir etkisi de olmamıştır. Çünkü KTT, bir üç aşamalı kavram yanlışlığı testi değildir. Yani bu testi geliştirmedeki amaç uygulamalar sırasında öğrencilerin sadece kavram yanlışlıklarını belirlemek değildir. Amacı bir benzeşimler spektrumu oluşturarak, muhtemel temel, birleştirici ve hedef benzeşimlerin belirleneceği çalışmalarda ölçüm aracı olarak yardımcı olmaktır. Toplanan açıklamalar zaten hiçbir kodlama ve istatistiksel analize katılmamıştır. Sadece öğrencilerin düşüncelerini ifade edişleri, neleri yanlış düşündükleri, bir sonraki aşamada geliştirilecek materyallerin BBY ile uygulanırken benzeşimsel muhakemeler yapılması esnasında nerelere parmak basılması gerektiği, tartışmaları nerelere yönlendirmenin daha iyi olacağı hakkında fikir edinilmiştir. Örneğin bu açıklamalar sayesinde öğrencilerin KTT sorularındaki durumlar için kuvvetlerin neden eşit olduğunu düşünmeleri ve bu eşitliğin kaynağı hakkında fikir edinilmesi mümkündür. Ama KTT'nin amacı bu değildir. Çünkü KTT, öncelikli olarak kuvvetin sadece uygulanıp uygulanmadığıyla ilgili benzeşimlere bakmıştır. Hiçbir zaman Bryce ve MacMillan (2005)'in nitel çalışmasındaki gibi kuvvetlerin eşitliğinin neden kaynaklandığını sorgulamamıştır. Buradaki sadece birinci kavram yanlışlığını çalışmasında inceleyen Bryce ve MacMillan (2005)'in çalışmamıza katkısı da kuvvetlerin eşitliği konusunda genel olarak BBY'nin etkili olduğunu ifade etmesidir. Benzeşimler konusunda çalışarak BBY'ye yönelik test ve materyal geliştirmenin ve bu bağlamda çalışmamızın önemini desteklemiştir.

BBY'nin teorisi ve özellikle mekanik konularında uygulamaları ile ilgili alanyazında yabancı dilde çalışmalar (Brown, 1992; Camp & Clement, 1994; Clement, 1987, 1993) bulmak mümkün olmakla birlikte Türkiye kaynaklı veya Türkçe olan kaynaklar pek yoktur. BBY'nin felsefesini ve temel basamaklarını anlatan bu çalışmamız bu boyutuyla alana katkı sağlamaktadır. Bahsedilen bu çalışmaların çoğu da nitel çalışmalardır. Genelde çalışmalarda BBY'nin etkileri, uzun emek ve zaman sonucunda bulunan benzer temel ve birleştirici benzeşimler ile yapılan mülakatlar yardımıyla test edilmiştir. Bundan dolayı çoğunlukla uygulamalar 10–20 öğrenci ile sınırlı kalmıştır. BBY'nin beyni sayılan temel benzeşimler ve uygulamaları için nitel yaklaşımlar kaçınılmazdır ancak bireylere has benzeşimler olacağı gibi gruplara has benzeşimler de olabilir. Bunları bulma amacındaki nicel çalışmaların daha da artması gerekmektedir.

Benzeşimler ve özellikle kavram yanlışlıkları öğrencilerin ön bilgileriyle çok ilintilidir. Bunlar bireye, gruba, yaşa ve cinsiyete göre değişebilir. Çalışmamızda, kızlar ve erkeklerin ortalama puanları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ama kavram yanlışlıkları bazında genel olarak bakıldığında kızlar ve erkeklerin ortalamaları arasında değişimler gözükmektedir. Bayanlar için çalışan bir temel benzeşimin erkekler için çalışmaması mümkün olabileceği gibi erkekler için etkili olan bir birleştirici benzeşimin aynı gruptaki bayanlar için o derece etkili olmaması beklenebilir. Başka bir deyişle, BBY ile yapılan çalışmalarda benzeşimlerin seçiminde cinsiyete dikkat etmek gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir sonuç olan erkeklerin kızlara göre kuvvet konusunda daha az kavram yanlışlığına sahip olması, ilgili mekanik konularında yapılan çalışmalarla (Brown, 1992; Clement, 1993; Griffith, 1985; Yılmaz ve diğerleri, 2006) örtüşmektedir. Bu alandaki deneyimlerimiz ve mülakatlarla elde ettiğimiz izlenim, KTT'nin benzeşimleri inceleme konusunda etkili olduğu yönündedir. Kısacası, BBY'nin sınıf içi uygulamalarına pozitif katkıda bulunmasını beklemekteyiz.

Çalışmanın sonucunda diğer araştırmacılara şunlar önerilebilir: Kuvvet konusunda geliştirilen KTT tarzı testler diğer fizik konularına hatta kimya ve diğer branşlara yönelik geliştirilmelidir. Bu çalışmada, benzeşimler soru bazında, ortalamalar üzerinden değerlendirilmiştir. Ama başka bir çalışmada her bir benzeşim tek tek incelenebilir. Ortalamalar üzerinden değil benzeşimler üzerinden frekanslar hesaplanarak spektrumlar oluşturulabilir. Alanyazından elde edilen benzeşimlerin kendi öğrencilerimizde çalışıp çalışmadığı veya daha farklı benzeşimlerin bulunup bulunmadığı detaylıca tartışılabilir. Benzeşimlerden hangilerinin birleştirici, hangilerinin temel ve hedef benzeşim olabileceği belirlenebilir. Bunları belirlemek için ölçütler geliştirilebilir. Belirlenenler, BBY'de kullanılacak kavram şemalarını oluşturmada kullanılabilir. Cinsiyete, üniversiteye veya okula hatta sınıf düzeyine göre bile kavram şemaları oluşturulabilir. Ayrıca, fen eğitimindeki diğer tüm branş ve konulara bütün bu önerilerin uygulanması ve adaptasyonu ile ilgili araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Bao, L., Hogg, K., & Zollman, D. (2002). Model analysis of fine structures of student models: An example with Newton's third law. *American Journal of Physics*, 70(7), 766-778.
- Brown, D.E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 17-34.
- Brown, D.E. & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Bryce, T. & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action-reaction forces and the 'at rest' condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.
- Camp, C.W. & Clement, J. (1994). *Preconceptions in mechanics: Lessons dealing with students' conceptual difficulties*. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.
- Champagne, A.B., Anderson, J.H., & Klopfer, L.E. (1980). Factors affecting the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-1079.
- Clement, J. (1987). Generation of spontaneous analogies by students solving science problems. In D. Topping, D. Crowell, & V. Kobayashi (Eds.) (1989). *Thinking across cultures. The third international conference*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associate.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257.
- Clement, J., Brown, D.E., & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: Finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, 554-565.
- Dagher, Z.R. (1995a). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79(3), 295-312.
- Dagher, Z.R. (1995b). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Fraenkel, J.R. & Wallen N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*, (6th ed.). McGraw-Hill, USA.
- Gabel, D.L. & Sherwood, R. (1980). Effect of using analogies on chemistry achievement according to Piagetian levels. *Science Education*, 64, 709-716.
- Gick, M.L. & Holyoak, K.J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Glynn, S.M., (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (eds.). *The psychology of learning science* (219-240). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Griffith, W.T. (1985). Factors affecting performance in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 53(9), 839-842.
- Halloun, I.A. & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1048.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- Heywood, D. (2002). The place of analogies in science education. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 233-247.
- Kilbourn, B. (2002). Analogies. In J. Wallace and W. Loudon (Eds.) *Dilemmas of Science Teaching. Perspectives on Problems of Practice* (163-166). London: RoutledgeFalmer.
- Kolodner, J.L. (1997). Educational implications of analogy: A view from Case -Based Reasoning. *American Psychologist*, 52, 35-44.
- Mason, L. (1994). Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy. *Instructional Science*, 22, 157-187.
- Maloney, D.P. (1984). Rule-governed approaches to physics- Newton's third law. *Physics Education*, 19, 37-42.
- Reif, F. (1981). Teaching problem solving: A scientific approach. *The Physics Teacher*, 19, 310-316.
- Savinainen, A., Scott, P., & Viiri, J. (2005). Using a bridging representation and social interactions to foster conceptual change: Designing and evaluating instructional sequence for Newton's third law. *Science Education*, 89(2), 175-195.
- Smith, J.P., diSessa, A.A., & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Coulson, R.L., & Anderson, D.K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In Vosniadou, S. and Ortony, A., (eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, 498-531. Cambridge University Press, Cambridge.
- Suzuki, H. (1994). The centrality of analogy in knowledge acquisition in instructional contexts. *Human Development*, 37, 207-219.
- Venville, G. & Bryer, L. (2002). Analogies. In J. Wallace, & W. Loudon (Eds.) *Dilemmas of Science Teaching. Perspectives on Problems of Practice* (162-163). London: RoutledgeFalmer.

- Wong, E.D. (1993). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 367-380.
- Yılmaz, S. (2007). Finding anchoring analogies to help students' misconceptions in physics. *Unpublished PhD Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Yılmaz, S., Eryılmaz, A., & Geban, Ö. (2006). Assessing the impact of bridging analogies in mechanics. *School Science and Mathematics*, 106(6), 220-230.
- Zeitoun, H.H. (1984). Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science and Technological Education*, 2, 107-125.
- Zietsman, A. & Clement, J. (1997). The role of extreme case reasoning in instruction for conceptual change. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(1), 61-89.

EXTENDED ABSTRACT

It is possible to find out anchors related to some concepts of mechanics in the literature. In fact, mechanics is one of the most studied and well known fields of physics. Hence, it is relatively easier to find out anchors in mechanics when compared to other concepts of physics. However, even the anchors valid and used in mechanics are limited. And also there is a need for research to check whether these limited anchors obtained from the literature are still anchors for Turkish students, or it may be possible that there are anchors different than the available ones which may work better for Turkish students. Hence, the purpose of this study was to develop a measuring tool named as Force Diagnostic Test (FDT) that can enable us to assess the existing anchoring and bridging analogies in the literature and to find out new ones that can be used specifically in Newton's Third Law.

Students come to class with beliefs that are contradictory to the basic concepts of physics and that are difficult to displace. These beliefs affect their course performance, problem solving ability and even conceptual comprehension of the material. These beliefs, prior knowledge or preconceptions often pose strong barriers to understanding in physics. As Clement's (1993) study made explicit, bridging analogies method could be effective in overcoming students' misconceptions in physics and specifically in mechanics.

The main four steps of the bridging strategy as described in Brown and Clement (1989) can be briefly summarized as follows: First, students' misconceptions, pertained to the topic under consideration are made explicit with the help of a target question (misconception). In fact, the intention of the bridging analogies based instruction (BABI) for all students is to answer the target problem correctly at last, and their answers make sense to them at an intuitive level. Second, instructor proposes such a case that he or she views it, both as analogous and appealing to students' intuitions. These common sense concepts, being compatible with accepted physical theory, are termed as an anchor. Third, students are asked to make a comparison between the anchor and the target cases in an attempt to establish an analogy relation. In the last step, instructor goes further to find an intermediate analogy between the target and the anchor, if the student still does not accept the target analogy. It could be either a single or a series of bridging analogies. The function of these bridging analogies is to divide the large distance between the anchor and the target case into smaller pieces.

In this study, the BABI and its key components were briefly explained. But, the larger space of the article was devoted to the rationale, idea, background, and the explanation of the steps followed to develop the FDT. These steps were: administering mechanics misconception test (MMT), literature review, preliminary interviews, open ended questions, dialogue with colleagues, studies related to test format, pilot study, final interviews, and the development of the final form of the FDT.

The researchers worked with various samples throughout the study in order to complete all these steps mentioned above. Firstly, the MMT was applied to a convenient sample of 513 prospective teachers of three different departments of a public university in Ankara. Then, two girls and two boys were selected from each department and interviewed. Next in the "open ended questions" step, the researchers worked with 37 students. In the pilot study, the final version of the FDT was applied to 54 undergraduate students of elementary science education department. Later, semi-structured interviews were conducted with 10 of these students. Finally, the final form of the FDT (seven questions designed for seven misconceptions including 141 analogies) was applied to six different classes and a total of

148 elementary teacher education freshman students in the main study. One hundred and eight of these students were from one university and the remaining 40 students were from another university. The completion time of the test varied in between 25 to 40 minutes.

Descriptive statistics related to students' "yes/no" responses in the FDT according to gender, related to students' confidence levels with respect to gender, and related to students' confidence levels plus correct responses in the FDT with respect to gender were all tabulated and given in the results section of this article. The results showed that male students were more confident in their answers than females. It was also found that male students gave more correct responses than females. With the help of the data related with both correct responses and the confidence levels, it was also concluded that males' misconceptions in the concept of force are slightly fewer than females. Although the differences between the mean scores of females and males were not statistically significant, it was also theoretically, intuitively, and experimentally foreseen that analogies may differ according to gender. One bridging or anchoring analogy working for males may not work for females or vice versa. Hence, a researcher thinking to study analogies and work on the BABI should make use of/take into consideration the gender splitted analogies.

In general, we believe that the FDT is a successful measuring tool in detecting the nature of analogies. Although we worked and analyzed the FDT by using the mean scores and made our conclusions according to them, we hope that the FDT will work as intended if it is used to assess each analogies considering their frequencies. These frequencies representing the recoded data related to the responses and confidence levels can be calculated for each analogy in the test. In fact in another study, researchers may facilitate the FDT to determine anchoring, bridging, and target analogies in Newton's third law by investigating these frequencies. With the help these information, they may form concept diagrams that can be used in the BABI. These concept diagrams can be developed for each university, each gender, and may be for each class. Researchers may also adapt the FDT to other concepts of physics and even other branches of science education.