

KUANTUM FİZİĞİNDE KULLANILAN METAFORLARIN ÖĞRENCİLERİN FİZİK ALGISI ÜZERİNE ETKİSİ*

Havva Sibel KURT**

Musa SARI***

Özet

Bu araştırmanın amacı, Kuantum Fiziğinde kullanılan metaforların rolünü anlatan teorik bir çerçeve sunmaktır. Çalışmanın ilk aşaması fizik öğretmenliği bölümünde üçüncü sınıf öğrencisi olan 21 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçek olarak, kuantum fiziği ile ilgili 10 açık uçlu soru kullanıp, öğrencilerin cevapları kodlanarak analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise araştırmada, diğer öğrenciler arasından en yüksek puanı alan 5 öğrenci seçilmiştir. Öğrenciler, alt problemlerle desteklenmiş aynı 10 açık uçlu soruyu cevaplamışlardır. Verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan metaforlar ve etkileri karşılaştırılmış ve öğrencilerin algıları arasında ortaya çıkan farklılıklar ve benzerlikler tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Metaforlar, fizik eğitimi, kuantum kiziği

Giriş

Fen Bilimleri, günlük hayatın pek çok alanında farklı şekillerde karşımıza çıkmakta, yaşamımızın içinde yer almakta ve edindiğimiz tecrübeler fen bilimleri ile ilgili bazı kavramlar hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır. Ancak çoğu zaman sahip olduğumuz bu fikirler bilimsel gerçeklerle uyuşmamaktadır (Sönmez,2001).

Gilbert ve Osborne (1980: 311-321), öğrencilerin büyük çoğunluğunun temel bilim kavramlarını bile, bilimsel anlamlarına uygun olarak anlamakta zorlandıklarını, bu kavramları bilimsel anlamlarından farklı olarak yorumladıklarını ve her kavram için çeşitli alternatif kavramlar geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Yani öğrenciler, okul hayatına başlamadan önce, kendi çevrelerinde, doğru olan bilgilerin yanında, doğru olmayan bilgiler de edinmekte; gördükleri ve duydukları arasında kendilerine ait bir dünya kurmakta, kendi dünyalarının dili ile bilim dili arasında zorlu bir yolculuk oluşturmaktadırlar.

Fen bilimlerinde, özellikle fizikte bazı kavramlar soyut olduğu için, öğrenciler tarafından ancak somut deneyler veya materyaller kullanılmasıyla anlaşılabilir.

* Bu çalışma, Havva Sibel KURT tarafından *Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde, 2010 yılında tamamlanan "Kuantum Fiziğinde Kullanılan Meteforların Öğrencilerin Fizik Algısı Üzerine Etkisi"* adlı tezden alınmıştır.

** Doktora Öğrencisi; Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara

*** Doç. Dr.; Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara

Bunun için özellikle fiziksel olaylara güncel açıklamalar getirmek ve fen bilimlerine katkıda bulunmak için temel kavramların irdelenmesi gerekmektedir (Azar, 2001).

Bu bağlamda bu araştırma, fizikte yer alan bazı kavram temsillerinin, öğrencilerin zihninde nasıl kodlandığını, bu kodlamayı yaparken, bir araç olan bilim dilinin öğrencilerin fen eğitimindeki bazı kavramları nasıl algıladıklarına etkisini, öğrenme zorluklarından birinin de “dil zorluğu” olarak karşımıza çıkmasını, bir dil ürünü olan, bazen bilerek bazen de bilmeyerek kullandığımız metaforları, bu metaforların bir dil mozaığı olarak bizleri belirsizliğe nasıl sürüklediğini; figüratif (mecaz) ve literal (gerçek anlam) arasındaki oluşan problemin fen eğitimini nasıl etkilediğini; incelememiz açısından önemli bir basamaktır.

Araştırmanın Amacı

Eğitim sistemimiz içinde, şüphesiz değişik alanlarda ve seviyelerde problemler mevcuttur. Bu problemlerden biri de fen eğitiminde görülen başarısızlık yüzdesinin yüksek oluşudur. Bu başarısızlığın nedenlerinden biri, fen eğitiminde kullanılan dilin öğrencilerin fen algısı üzerine etkisidir. Bu araştırmanın amacını, Kuantum fiziği konularında geliştirilen metaforların öğrencilerin fizik algıları üzerine etkisi olabilir mi düşüncesi oluşturmaktadır. “Kuantum fiziğinde kullanılan metaforların, kuantum fiziğindeki kavramların algılanışı üzerine etkisi nedir” cümlesi bu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

Kavramların Temsilleri ve Metaforlar

Geçmişten günümüze, kavram öğretiminde klasik yöntemler, öğrenciye kavramı ifade eden sözcüğü iletebilmek, sözcüğün tanımını yapabilmek, tanımın anlaşılabilmesi için kavramın ayırt edici özelliklerini vurgulamak gibi alt sınıflardan oluşmaktadır. Bu klasik yöntemin ne kadar faydalı olacağı bugün tartışmaya açıktır; çünkü bir kavramın keskin sınırlarla çizilmiş sözel bir anlamı bulunmamaktadır. Bununla birlikte, kavramların tanımları, dilde bulunan belirsizliklerle çerçevelenebilir.

Dilbilimi ve anlambilimi çalışmalarında şimdiye kadar değinilmemiş olan bir konu, bir dilin en eski ürünlerinde kavram alanı- kelime ailesi ilişkileri ve kelime ailesinin genişliğidir (Aksan, 1999). Yapılan araştırmalar, kelimelerin kavramların içine yerleştiği kalıplar olmayıp birbirleriyle sıkı ilişkili değerlerden oluşmuş, her dilin kaynaşmış bir düşünce- ses birleşimi olduklarını kabul ettiklerini göstermiştir.

Dil anlamlar karmaşasıdır. Her kelimenin birden fazla anlamı vardır. Bu farklı anlamlar kelimenin cümle içindeki konumuna göre tek bir anlamı öne çıkararak diğer anlamları gizler ve ortaya cümlenin anlamı çıkar. Dilin figüratif kullanılması demek, anlamın kelimededen ayrılıp, kullanıcının hayal ürününe doğru sürüklenmesi demektir. Böylece literal anlam ve figüratif anlam içinde, çözümü bekleyen bir problem oluşur. Dilde karşılaşılan bu belirsizlik problemi, çok uzun zamandır fizik biliminin de problemidir (Demir, 2007).

Dilin literal kullanımı ile bir yandan kavramların çıplak anlamları öne sürülürken, bir yandan ise bu figüratif anlam içinde bir gizlilik barındırılır. Bu gizlilik, öğrencileri kavramların kendisini temsil eden kelimelerden ayırıp, öğrencileri kendilerinin kurduğu hayali bir kavram sistemine sürüklerken, kimi zaman bu yolda kavram yanlışlarına uğranılmasına da sebep olabilir. Dilin bu figüratif kullanışı, metaforlar çerçevesinde irdelenebilir.

Metaforlar

Monroe Beardsey, metaforu “minyatür şiir” olarak tanımlamıştır (Beardsey, 1958). Bir metafor, dünyayı minyatür olarak anlatabiliyorken, bir metafordan da başka bir hayal dünyasına ulaşılabilir. Metafor Yunancada değişme anlamına gelmektedir. Rus literatüründe metaforlar eskiden beri çevreyi anlamının, algılamının, düşünmenin, dünyayı tanımanın yöntemi olarak ele alınmıştır (Gak, 1988).

İngiliz filolog ve oryantalist Friedirch Max Müler (1823-1900) metaforu daha çok kültürel zenginlik olarak görmüş ve kullanılan dili zenginleştirdiğini vurgulamıştır. Friedrich Wilhelm Nietzsche’in (1844-1900) metaforlar hakkındaki görüşlerinde Müller’den yola çıkılarak bazı çıkarımlarda bulunduğu söylenebilir. Nietzsche’ye göre “hakikat” kavramı bir “yanılsama”dır. İnsanoğlunun bütün kültürü, medeniyeti, varlığı anlamlandırması, bilgisi, vb. şeylerin özüyle örtüşmeyen metaforlardan ibarettir. Metafor oluşturma mekanik bir süreçtir; fizyolojik olarak duyma ve sesle ifade şeklindeki bir süreçtir (Coşar, 2002).

Metaforlar, Türkçe’de “benzetme”, “eğretileme”, eski Türkçe’de “meczaz”, Arapça’da “istiare” kelimeleriyle karşılanmaktadır. Metafor; bir şey veya bir fikri ona çok benzer niteliklere sahip başka bir şey ile genelde “gibi”, “benzer” sözcüklerini kullanmaksızın istenen tanımlamayı yapmak, anlatıma üslup güzelliği ve kolaylığı katmak için kullanılan sözcük ya da sözcük kümesidir. Başka bir deyişle metafor; bir kavramı, kelimeyi, terimi, olguyu daha güzel ve iyi anlatmak amacıyla, başka bir anlamda olan bir sözcükle, ilgi kurularak benzetme yoluyla kullanılmasıdır (Otyzbayeva, 2006).

Metaforların Sınıflandırılması

Metaforların sınıflandırılması konusunda, ülkemizde ve dünyada farklı bilim adamlarının farklı sınıflamaları bulunmaktadır. Lakoff ve Johnson’un (1980/2003), *Metaphors We Live By* adlı eserlerinde metaforların insan düşüncesinde ve hayatında nasıl bir temel bir rolü olduğu irdelenmiş ve birbirinden farklı metaforlara değinilmiştir.

Bu metaforların bazıları şunlardır:

◆ **Kanal Metaforu:** Lalkoff ve Johnson’un Michael Reddy’den aktardığına göre (1980/2003), “kanal metafor” diye adlandırdığı kavramda konuşan kişi fikirleri (nesnelere), kelimelere (taşıyıcılara) yerleştirir ve onları bir kanal boyunca dinleyiciye gönderir. Reddy verdiği örneklerde İngilizcede bu kullanımın çok sık yer aldığını ifade etmiştir. Çalışmalarında verdiği örneklerinden biri şudur:

“Kelimeleri çok az anlam taşıyor.”

Bu örnek incelendiğinde, metaforun gizlediği herhangi bir şey olduğunu görmek oldukça zordur. Bu örnekler bize, metaforik kavramların iletişimin, tartışmanın ve zamanın ne olduğunun kısmi bir kavrayışını verdiğini ve bunu yaparken de bu kavramların diğer boyutlarını gizlediğini gösterir.

◆ **Yönelim Metaforu:** Bu metaforlar bütün kavramlar sistemini diğer bir kavramlar sistemine göre organize eder. Bunların çoğu uzay ve mekan yönü ile ilişkilidir: yukarı-aşağı, içeri-dışarı, ön-arka, beri-öte, derin-satıh, merkez-çevre gibi.

“ I am feeling up today”

örneğinde kendimi bugün *yukarıda* (iyi, hafif, çevik) hissediyorum derken, yönelim metaforu kullanılmıştır. Bunun gibi metaforik yönelimler keyfi değildir. Bunlar kültürlerden kültüre farklılık gösterebilir.

◆ **Ontolojik Metafor:** Bunlar Şey (Entity) ve Töz (Substance) metaforları olarak açıklanmıştır. Şeyler açık şekilde somut veya belirli olmadığında da onlar nesnelere olarak; yani dağlar, cadde köşeleri, çitler v.s. diye kategorize edilebilir. Ontolojik metaforlar, farklı amaçlara hizmet ederler (Lakoff ve Johnson;1980/2003). Buna ek olarak *The mind is an entity*” gibi bazı metaforlarda ontolojik metaforların zihinsel bağlamından bahsedilmiştir.

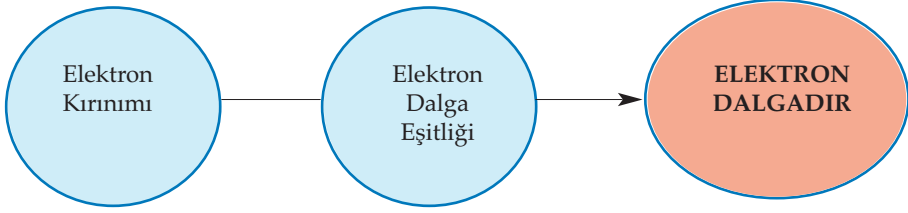
“Asabı bozuldu” (Zihin bir makinedir).

Metaforlar öncelikle yaratıcı düşünceyi harekete geçiren bir araçtır. Birbirinden çok farklı olan iki olgu eşleştirilirken, zihin yeni ilişkileri düşünmeye zorlanır. Metaforlar, öğrencilerin teorileri çok iyi bir şekilde anlamalarına ve daha önceden bildikleri bir olguyu çok daha farklı bir bakış açısıyla görmelerini sağlar. Ayrıca öğrencilerin ilgisini çekerek ve onları yaratıcı düşünmeye zorlayarak bilişsel olan ve duyuşsal olan arasında önemli bir bağ kurulmasını sağlar (Rundgen, Hirsch ve Tibel, 2009).

Lemke’ ye (2007) göre fizik derslerinde, öğrencilerin karşılaştıkları ilk uyarıcı, sembollerdir. Bu semboller; grafikler, eşitlikler, tablolar, resimler, diyagramlar ve kelimelerdir. Bu temsiller tek başlarına yetersiz ve eksiktirler. Bu temsiller, farklı sembollerin birbiri arasında geçişi, çözümlenmesi ve koordinasyonu ile anlam kazanırlar. Bundan dolayı, öğrencilerin bilimsel düşünme adına ilk geliştirmesi gereken yeteneği, fiziksel süreç ve fikirlerin farklı şekillerde temsiline ve bu temsillerin birbiri arasında geçişini yapabilme yeteneğidir. İşte bu bağlamda, metaforların kullanımı kaçınılmazdır (Lemke, 2007).

Fizik derslerinde yer alan, eşitlik ve grafiklerin mantıksal düşünce sistemimizdeki rolü tartışılmazdır. Ancak, yapılan araştırmalar, bu sembollerin dil ile temsili üzerine henüz yoğunlaşmamıştır. Lakoff ve Johnson (1980/2003), insan dilinin ve insanların kavramsal sisteminin geniş olarak metaforlardan oluştuğunu varsayarlar. Bu fikir, bizi, fizik derslerinde, fiziğin yazma ve konuşma dilinde kavramsal metaforlara sıklıkla başvurulduğu fikrine ulaştırır.

Örneğin:



“elektronun kırınımı”, “elektronun dalga eşitliği” gibi ifadeler, “elektron dalgadır” metaforunu öngörür. Fizikte yer alan bu kavramsal metaforlar, nadiren planlı programlı yapılmıştır, çoğunluğu ise bilinçsizce yapılan metaforlardır. Bu bilinçsiz kullanımlarıyla, orijinal başlangıç noktasını kaybederek, yeni mecazi bir anlama bürünürler.

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, fizik eğitiminde yer alan analogiler üzerine yoğunlaşmıştır. Metaforlar ise bu analogilerin fizik dili ile ifade edilmesinde devreye girer (Brookes, 2006).

Fizik derslerinde, metaforlar bilinçsizce konuşulur ve yazılır çünkü metaforların özellikleri, dolayısıyla işlevleri, öğrenenlere ve öğretmenlere avantaj sağlar. Brookes (2006)’a göre bu özellik ve işlevler şu şekilde ifade edilmiştir:

Özellik 1: Kavramsal metaforlar analogileri yeniden kodlarlar. Karmaşık analogik modeller, metaforlar ile daha derin bir bilgi parçasına süslenerek dönüşürler. Süslenmiş bu analogik modeller, halk arasında metaforların üstü kapalı şekilde kullanılmasıdır.

İşlevi: Fizik derslerinde bu metaforik sistemler, özel durum ve problemlerde mantığa vurmak için kullanılabilirler. Örneğin; “elektron dalgadır” metaforu, Heisenberg’in belirsizlik ilkesini açıklamak için avantajlı bir ifadedir.

Özellik 2: Metaforik sistemler doğada belirgin değildir. Bu sebeple, bu metaforik sistemler kavramların fiziksel anlamı ile anlamlandırılmalıdır.

İşlevi: Fizik derslerinde sorulan soruların şekillerine göre cevaplar bilinçsizce bir modelden diğerine doğru kaymaktadır. Yapılan araştırmalar, elektronun Young’ın çift yarık deney düzeneğinden geçişi anlatılırken, dalga ve paraçacık metaforu arasında dönüşler yapıldığını göstermiştir.

Özellik 3: Metaforlar daha çok “gibidir” anlamından ziyade “dir” anlamını taşırlar. Bu bağlamda metaforlar, dilbilgisel olarak, betimleyici süreçlerdir.

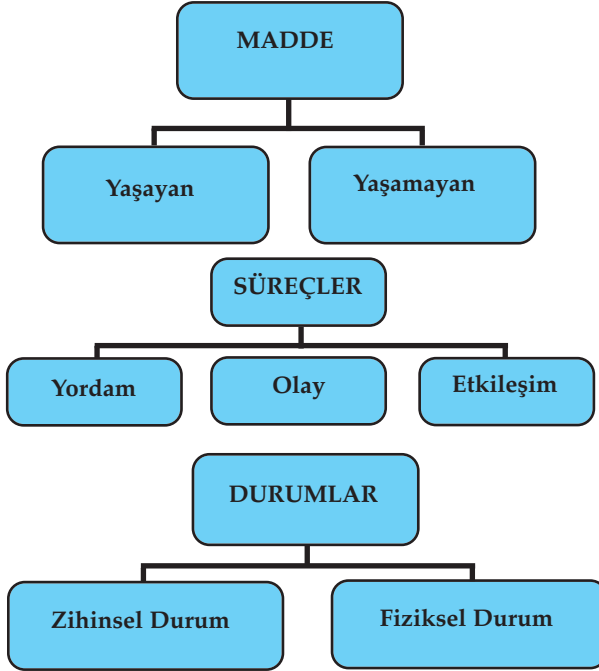
İşlevi: Fizik biliminde bilginin meydana gelişi ve temsili için, gerçeğin ne olduğu “gibidir” den çok “dir” ile ifade edilir. Bu temel bir unsurdur. Bu oldukça önemlidir çünkü metaforlar doğada belirgin olmadığı gibi, “gibidir” ifadesi sıklıkla belirsizliği gizleyebilir.

Özellik 4: Dilde kullanılan bazı oyunlar, fizik derslerinde yer alan fiziksel olayların anlatılabileceği şekli sınırlandırır. Böylece, modellere bir sınır çizilmiş olur.

İşlevi: Metafor olarak kodlanan analogiler, fiziksel sistemleri betimlerler. Metaforlar ise bu analogileri sınırlandırarak, analogilerin belirli bir şekil almasını sağlarlar. Özellikle yürürlükten kalkmış analogilerin metaforik sistemlerinde, fiziksel deneylerin ve fiziksel gerçeklerin temeli ve kavramların özeti belirtilir. Modern fizikçilerin enerjiye bakış açılarını düşünecek olursak, enerji "*madde*" olarak ifade edilir ve sistem enerjisi kapsayan bir "*kaptır*."

İnsanlar dünyayı, *madde*, *süreç* ve *zihinsel durumlar* olarak ontolojik kategorilere ayırmışlardır. Fizikte yer alan bazı modellerin elemanları, madde, süreç ve zihinsel durumlar olarak ontolojik kategorilerde haritalandırılabilir. Lakoff ve Johnson (1980), kavramların ontolojik metaforlara dayandığını göstermişlerdir. Bu ontolojik metaforlar sıklıkla nesnelere somut varlıklar olduğunu veren özet kavramlardır.

Chi'nin öngördüğü ontolojik ağaca benzer olarak, analogik modeller ve kavramlar veya fiziksel kavramlar ontolojik ağaca uyarlanabilir. Eksik bir kategoriye bu ontolojik ağaca yerleştirebilmek önemlidir (Etkina ve Brookes, 2007).



Şekil.1 Chi'nin Ontoloji Ağacı

Fizikte yer alan kavramların bu ontolojik ağaçta yerlerini alması sözcüksel ontoloji terimini alacaktır. Kavramların, ontolojik ağaçta yer aldıktan sonra, kuantum fiziğinde belli başlı hangi metaforlara dönüştüğü Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Bazı Kuantum Mekaniksel (KM) Sistemlerin Etkileşimlerinin Fiziksel veya Coğrafik Özellikler ile İlişisini Gösteren Metaforik Harita.

Kaynak Alan	Hedef Alan
Fiziksel veya coğrafik özellikler	KM sistemlerin etkileşimi
Fiziksel veya coğrafik özellikler	Potansiyel enerji grafiği
Dikey yükseklik, fiziksel veya coğrafik özellikler	Potansiyel enerji grafiğinde, bir noktanın veya bir bölgenin enerji büyüklüğü
Duvarın sertliği veya yumuşaklığı	Potansiyel enerji grafiğinin yüksekliği
Akışkan	Bazı durumlarda bulunan KM parçacığı veya sistemin veya parçacığın enerjisi
Duvardan topun zıplaması	KM parçacığının yansması
Bilardo topu	Bazı durumlarda KM parçacığı
Sızma	KM parçacığının KM durumundan kurtuluşu

Yöntem

Araştırma, kuantum fiziği ile ilgili metaforların, öğrencilerin fizik algısı üzeri- ne etkisini araştıran nitel bir çalışmadır. Araştırmanın yöntemi, durum (örnek olay) çalışması olarak belirlenmiştir. Bunun için Etkina ve Brookes (2007)'un hazırladığı ve kendi çalışmalarında kullandıkları metaforların çevirileri yapıldı. Bununla birlikte, bazı fizik kitaplarında yaygın olarak kullanılan metaforlar öbeği içinden, kuantum fiziği dersi almış öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyeleri dikkate alınarak soru seçi- mine gidildi. Birinci aşamada, kavramsal ağırlıklı 10 açık uçlu soruyla oluşturulan test, 3. sınıf öğrencilerine uygulandı. Teste verilen cevaplara önceden belirlenmiş kod- lamalarla 4, 3, 2, 1, 0 puanlamaları yapılarak öğrenci başarıları belirlendi. Bu uygula- ma sonucunda, en yüksek puanı alan 5 öğrenci seçildi. Seçilen öğrencilere, 10 açık uçlu soruyla ilgili gözlem ve görüşmeden (Odak grup tartışması ve Derinlemesine) oluşan ikinci aşama gerçekleştirildi.

Araştırmanın ilk aşaması, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim görmekte olan 21 üçüncü sınıf öğrencisi ile gerçekleştiril- di. İkinci aşamada ise, birinci aşama sonunda belirlenen 5 öğrenci ile uygulama yapıldı.

Veri Toplama Teknikleri

Araştırmada, Etkina ve Brookes (2007)'un hazırlayıp araştırmasında kullandı- ğı metaforlar incelenmiştir. Bu inceleme, araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Etkina ve Brookes (2007)'un çalışmasına ek olarak, fizik kitaplarında yaygın olarak kullanılan metaforlar (Saçlıoğlu, 2000: 56-63) geniş bir literatür taraması sonucunda belirlenmiş, öğrencilerin gördükleri öğretim programı dahilinde, uzman ve danışman

görüşü ile birlikte sorular belirlenmiştir. Birinci test on açık uçlu sorudan oluşmaktadır ve öğrencilerin her bir soruya verecekleri cevapları açıklamalı olarak yazmaları istenmiştir.

Birinci test, ilk aşamada 60 dakikalık sürede uygulanmış ve öğrencilerin açıklamalı olarak verdikleri cevaplar değerlendirilmeye alınmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar, metaforların özellikleri dikkate alınarak yapılan kodlamalarla analiz edilmiş, bu öğrenci grubu içerisinde en yüksek puan alan 5 öğrenci belirlenmiştir. Birinci aşamada belirlenen 5 öğrenci ikinci aşamaya çağrılmıştır. İkinci aşamada aynı sorular, kavramsal ve açık uçlu alt problemlerle derinlemesine irdelenmiş, öğrencilerin kavramsal haritaları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

İkinci aşamada, araştırmanın başında oluşturulmuş olan alt problemler dikkate alınarak ikinci test geliştirilmiş, bu şekilde veri toplama sürecinde alt problemlerle ilgisiz olabilecek verileri toplamaktan kaçınılmıştır. Katılımcı gözlem yönteminin yanında görüşme yöntemi birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda ulaşılabilecek sonuçların daha geniş bir bakış açısıyla yapılması veya alternatif yorumlara ulaşılmasının mümkün olabilmesi için, alt problemlerin, öğrencilerin kavramsal haritalarını saptayacak nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Geliştirilen ikinci test, seçilen 5 kişilik öğrenci grubuna uygulanmış ve veriler kaydedilmiştir (Kurt,2010).

Veri toplama esnasında aynı verinin tekrar tekrar elde edilmesine, yani gerçekte veri toplama açısından bir “doyum noktası” na ulaşmaya dikkat edilmiştir.

İkinci aşamada gözlem yaklaşık 20 dakika, görüşme ise yaklaşık olarak 100 dakika sürmüştür. Uygulama boyunca veriler ses kayıt cihazına kaydedilmiştir. Katılımcılara, istedikleri takdirde isimlerinin belirtilmeyeceğini ve ses kayıtlarının gizli tutulacağı bildirilmiştir. Katılımcıların isteği bu yönde olduğu için, araştırmada katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş, bu gizlilik ilkesi içerisinde, katılımcıların her biri harflendirilerek kodlanmış, yapılan diyaloglar araştırmada yer almıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi olarak, birinci ve ikinci aşama için ayrı ayrı analiz yapılmıştır. Ayrıca nitel analiz aşamasıyla ilgili literatür incelenmiştir (Kaptan, 1998; Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Bulgular ve Yorumlar

Birinci aşamada 10 açık uçlu soru (EK-1), 21 kişiden oluşan, üçüncü sınıf fizik öğretmeni adaylarına uygulanmış, öğrencilerin kendi istek ve beklentileri doğrultusunda, gizlilik esas alınarak isimler kodlanmış ve verdikleri cevaplar, aşağıda verilen ölçme aracının dereceleme ölçeğine göre puanlandırılmıştır. Çok iyi (4), İyi (3), Orta (2), Kabul edilebilir (1), Kabul edilemez (0).

Belirlenen bu kodlama ve puanlama sonunda kavramsal olarak, detaylı ve sağlıklı bilgi elde etmek, için en yüksek puanı alan 5 öğrenci seçilmiş ve bu öğrenciler, aynı sorular ve bu soruların alt problemlerden oluşmuş daha derin ve daha kavramsal yeni test ile görüşme yapılmak üzere, davet edilmiştir (Kurt, 2010).

Aşağıda, bu araştırmada yer alan bazı metaforların öğrencilerin algılarını nasıl etkilediği açısından gözlememize yardım eden, bir kesit sunulmuştur (Makalede 10 sorunun tartışılması çok uzun olacağından sadece 4. ve 5. soruya yer verilmiştir.):

Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Atomda çekirdeğin etrafındaki elektronlar için kuantum mekaniğinde “elektron bulutu” benzetmesi yapılır.

Yukarıdaki cümlede yer alan “elektron bulutu” kelimeleri sizde neleri çağrıştırıyor ?

Bu soruda, öğrencilerin fizik derslerinde sıklıkla karşılaştıkları bir modelden metafora geçişler incelenmiştir. Bir modelde metafordan fazlası mı olduğu, yoksa bir metaforda modelden daha fazlasının mı olduğu araştırılmıştır. İlk cevap Z öğrencisinden gelmiştir.

Alıntı 23 (4.Soru: 1nolu satırlar)

Z: Şimdi elektron bulutu diyince ve kuantum mekaniği diyince aklıma direk şu geldi, klasik mekanikte biz diyorduk ki atom içerisinde elektronlar yörüngelerde dolanıyor, ama kuantum mekaniğine göre elektronun yeri Heisenberg belirsizlik ilkesine göre belli değil. Konumu belli değil, sadece bulunma ihtimalinden bahsediyoruz ve bulunma ihtimalinden çok elektron bulutu diyoruz buna. Heisenberg belirsizlik ilkesinden dolayı, bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yere elektron bulutu denir. Bence günlük hayattaki bulut ile bu bulut tamamen birbirinden alakasız. İlişkisiz. O alana da elektron bulutu denir.

Z öğrencisi, “Bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yer elektron bulutudur.” , metaforuna ulaşmıştır.

Alıntı 24 (4.Soru: 2 nolu satırlar)

P: Heisenberg belirsizlik ilkesinden dolayı, üstü kapalı kalır, bilinmeyen bir şeye burada bulut diyoruz. Sis perdesi gibi. Ben sisli yol, dağın tepesi olarak algılıyorum, elektron bulutundan çok...

P öğrencisi, bir modelden bir metafora ulaşırken, ulaştığı metaforun eksik olduğunu düşündüğü için başka metaforlara başvurmuştur.

Alıntı 25 (4.Soru: 3 nolu satırlar)

T: Elektron bulutu denilince aklıma hiç normal bulut gelmedi. Nerde olduğunu bilemediğimiz için elektron bulutu diyoruz, yani elektron bulutu ihtimaliğin oldu bölge. Ben burada Z'ye tamamen katılıyorum, günlük hayatta kullandığımız bulut ile hiç alakası yok. Bulutun belli belirsiz bir hali var ya o yüzden belki, keskin noktaları yok dağınık bir yapısı var, şekil olarak benzeyebilir ama yapı olarak bulutla alakalı hiçbir şey çağrıştırmadı bana.

T öğrencisi, bir modelden metafora ulaşırken Z ile aynı yolda ilerlemiştir.

Alıntı 26 (4.Soru: 4 nolu satırlar)

M: Arkadaşlarla aynı şeyi düşündüm. Sadece bulutla alakalandırarak olursam, mesele yağmur yağma olasılığı yüksek olan yerler mesela Karadeniz çok bulutludur, elektron da böyle, yani bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yer, bulut olarak adlandırılmış.

Alıntı 27 (4.Soru: 5 nolu satırlar)

Y: Şekil olarak gökyüzünde dağınık şekilde bazı noktaları daha yoğunmuş gibi yarısı aydınlık yarısı karanlık gibi.

Öğrenciler verdikleri cevaplarda, elektron bulutu modelinin neden bu şekilde kodlandığı konusunda düşüncelere dalmışlardır. Etkina' nın çalışmasında olduğu gibi, coğrafik kavramlarla açıklama yoluna gitmişler, yine de günlük hayattaki bulutla bir bağlantı kuramadıklarını ifade etmişlerdir. Görüşme, dördüncü sorunun alt problemleriyle desteklendiğinde, bu bulut modelini kabul etmemelerine rağmen, yine de kavramları betimlerken bu modelden kurtulamadıkları görülmüştür. Diyalogların tamamı incelendiğinde ise, alt problemler görüşmeye katıldıktan sonra, öğrenciler arasında fikirlerin kutuplaşmaya başladığı görülmüştür (Kurt, 2010).

Alıntı 28 (4.Soru: 12 nolu satırlar)

T: Elektron bulutu diye düşündüğümde ben bütün elektronları düşünmedim açıkçası tek bir elektronu düşündüm, bunu da bulunma olasılığı olarak nitelendirdim, katmanlar olamaz diye düşündüm, ama atomun etrafını düşünecek olursam bence katmanlar olmak zorunda...

Alıntı 29 (4.Soru: 13 nolu satırlar)

P: Bence elektron bulutu benzetmesi tek bir elektron için bahsediliyor, yani bence atomun etrafı bulutlar içinde, bir sürü elektron olduğu için, o buluttan kastı bu, bence her elektronun kendine ait bir bulutu var ve bu bulutlar atomu çevreleyen bulutu oluşturuyor.

M, T ve P elektronun kendine ait bulutu olduğunda karar kılarken, bu bulutun atomun çevresindeki bulutu oluşturduğundan bahsediyorlar. Y ve Z ise, bu görüşe katılmıyorlar. Her elektronun kendine ait bir bulutu olduğundan değil, çekirdeğin bir bulutu olduğundan bahsediyorlar. Alt problemler incelendiğinde ve diyalog metinlerinin tamamı okunduğunda, her elektronun kendine ait bulutu olduğunu savunan M,T ve P öğrencileri, elektronların çaplarını hesaplarken bunu da dikkate alınması gerektiğinden bahsederken, Y ve Z bu durumu gereksiz buluyorlar.

Elektron bulutu, fizik kitaplarında kalıplaşmış bir modeldir. Bir modelde metafordan fazlası, bazen de bir metaforda, modelden fazlası barınmaktadır. Dildeki tasvirlerin figüratif dünyasında, öğrencilerin algılamalarındaki dalgalanmalar, önbilgiler ile eşlenince, ortaya karmakarışık tablolar sunmaktadır. Alıntılardan görüldüğü üzere bir modelden, bir metafora geçişler oldukça kolay olmaktadır. Ancak, yine de elde edilen tablo, karamsardır. Öğrencilerin, kendi hayal dünyalarında yaşadığı metaforlar, en fazla 3 alt problemlerle kendileri göstermiş, kavram yanlışlarının arasından yarı bulanık sızmaya başlamıştır.

Beşinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Kuantum Mekaniğine göre bir enerji engelini aşmak için yeterli enerjisi olmayan (yani $E < U$) durumunda bir kuantum parçacığı bu engeli aşma olasılığına sahiptir. Bu olaya “**tünelleme**” denir.

Yukarıdaki tanıma göre, tünelleme yerine hangi kavram ya da kavramları kullanabilirdiniz?

Bu soru ile, bir metafor yerine hangi kavram ya da kavramların kullanılabilceği irdelenmiş, öğrencilerin kavram haritaları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Alıntı 30 (5.Soru: 1 nolu satır)

Z: *Olasılık, ihtimaliyet, varsayım.*

Alıntı 31 (5.Soru: 2 nolu satır)

Y: *Sızıntı, delme, ışınlama*

Alıntı 32 (5.Soru: 3 nolu satırlar)

P: *Ben ilk aşamada ne demek istediğimi ifade edememiştim ama enerjiyi aşır geçmekten bahsediyoruz bence... Mesela bir çüce olsun, o çücenin sıırıka atlama olasılığıdır bence tünelleme... O çücenin onu yapabilme olasılığı yok bizim gözümüzde ama, hem çücenin küçük olması ve engelin büyük olması ile, parçacığın kendi enerjisinden daha büyük olmasıyla açıklanabilir, yani kendi statüsünü arttırıyor bu anlamda, yine anlattım da benzeyen ve benzemeyen yanlarını ortaya koyuyor bence bu benzetme.*

Alıntı 33 (5.Soru: 5 nolu satır)

Z: *Tünelleme diyince aklıma geçmek geliyor sadece...*

Alıntı 34 (5.Soru: 8 nolu satırlar)

T: *Açıkçası, ben tünelleme için bir isim bulmadım ama enerji eşiği dedim, eşikten geçmek gibi düşündüm ayrıca bir model düşünemedim, kavram gelmedi aklıma.*

Öğrenciler, (T dışında), bu metafor yerine başka bir kavram bulmakta zorlanıyorlar, birinci aşamada yazılı olarak verdikleri cevaplara ek olarak, ikinci aşamada bu sorunun alt problemlerine verdikleri cevaplar derinleşiyor ve açıklamalar farklı boyutlara taşıyor.

Alıntı 35 (5.Soru: 6 nolu satırlar)

M: *Benim köprüleme geliyor aklıma, çok büyük bir enerji seviyesinde üstünden atlama gibi bir şey olacak, en üst seviyeye bir benzetme yapılıyor, bence alakalı, tünel yapıyor muyuz gibi, alttan geçiyor, aynımsı bence.*

Alıntı 36 (5.Soru: 7 nolu satırlar)

Y: *En kısası nedir, delip geçeriz o yolu, mesela dağın etrafını dolaşmaktansa, dağın içinden geçmek daha mantıklı, aslında mantıktan kaynaklanmıyor ama o dağı dolanması için gerekli enerjiye sahip değilse, bir şekilde, o olasılığa geldikten sonra direkt geçiyor diye düşünüyorum ben.*

Alıntı 37 (5.Soru: 9 nolu satırlar)

P: *Hapishanede çıkma olasılığı olmayan bir mahkumun tünel kazarak kendi hayatına geri dönebilmesi olarak da yorumlayabiliriz. Gitme enerjisi yok, ihtimali yok ancak bunu yapıyor, belki zaman çok alacak ama yine de bir olasılık...*

Öğrenciler, bir metafor yerine başka bir kavram kullanmakta zorlanmamışlardır. Ancak, en betimleyici tanımları, kalıplaşmış metaforlar ile açıklamaya çalışmışlardır. Bu soruda olduğu gibi, kalıplaşmış metaforlar, güçlü bir anlatım gücüne sahip olup, öğrencilerin kavramları açıklamasında en cazip yerini çoktan almıştır. Bu soruda katılımcılar, “*tünelleme*” metaforunu günlük hayattaki tünel ile ilgili olup olmadığını merak etmişler ve alt problemlere cevap olarak bunu sözlü olarak da ifade etmişlerdir. Alıntılardan da görüldüğü gibi, bu metaforun günlük hayatta ilişkilendirilmesinde, bir mecaz anlamın kullanıldığı düşünülmemiştir. Y öğrencisinde, ontolojik metaforu coğrafik şekillerle ilişkilendirme çabası, M ve P öğrencisinde daha çok günlük hayatta kullanılan tünel kavramı etrafında yoğunlaşma, T ve Z öğrencilerinde ise yaygın kullanılan bu metaforu yine yaygın olarak kullanılan metaforlarla tanımlama çabası görülmüştür.

Sonuçlar ve Öneriler

1. Bu araştırmanın sonuçları, öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar açısından farklılık göstermiştir.
2. Öğrencilerdeki yaratıcılık, ilişki kurabilme, kavram yanlışlarını belirleyebilme, somut kavramlardan soyut kavramlara ulaşma, bir metaforu kavramlarla açıklama, bir modelden metafora ulaşma, bir metafordan bir modele ulaşma gibi özellikleri öğrenciler arasında farklılık göstermiştir.
3. Öğrencilerin kavram haritaları, sorular ve soruların alt problemleriyle ortaya çıkarıldığında, öğrencilerin önbilgilerinin paralel olmasına rağmen farklı özellikte kavramsal haritalara ulaşıldığı gözlenmiştir.
4. Araştırmada, metaforların dilbilgisel olarak betimleyici bir süreç olduğu örneklerle ortaya çıkmıştır. Metaforlar fizikte yer alan kavramların belirsizliğini ortadan kaldırebildiği gibi, öğrencileri kavram yanlışlarına doğru sürükleyen bir süreçte öğrencileri olumsuz etkilediği de gözlemlerle ve görüşmelerle ortaya çıkmıştır.
5. Metaforlar dilde keşfedilmeyi bekleyen ıssız adalar gibidir. Bu araştırmada görüldüğü gibi bazı metaforlar keşfedildikçe; öğrenciler, kendi hayal dünyaları ile baş başa kalmış, fizikte yer alan ve yaygın olarak kullanılan bazı metaforların üzerinde düşündükçe ve tartışıkça, öğrencilerin yeni kıtalara doğru keşiflerinin meydana geldiği ortaya çıkmıştır.
6. Metaforlarda mevcut bulunan literal (asıl) anlam ve figüratif (mecazi) anlam arasındaki gerilim, öğrencileri etkisi altına almış ve öğrencilerin yaratıcılık özelliklerini geliştirerek onların hayal dünyalarının kapılarını zorlamalarına yol açmıştır.
7. Metafor olarak kodlanan analogilerin, fiziksel sistemleri betimlediği, metaforların ise bu analogileri sınırlandırarak, analogilerin belirli bir şekil almasını sağladığı tespit edilmiştir.
8. Bir metaforda bir modelden daha fazlasının mı bulunduğu, yahut bir modelde bir metafordan daha fazlasının mı bulunduğu, araştırmada irdelenmiş, fizikte yer alan bazı kavramların modelleri incelendiğinde, bu konunun sorudan soruya, kavramdan kavrama, modelden modele, metafordan metafora ve öğrenciden öğrenciyeye farklılık arz ettiği gözlenmiştir.

9. Araştırmada ontolojik metaforlara, Chi'nin (Akt. Etkina ve Brookes, 2007) geliştirdiği ontolojik ağaç çerçevesinde değinilmiş ve fizikte kullanılan birçok kavramın ontolojik metaforlar olduğu tespit edilmiştir.

10. Kavramlar ve metaforlar arasında sıcak bir ilişki tespit edilmiş, bu ilişkinin öğrencilerin kendi yaşantıları boyunca sahip oldukları önbilgiler ile kimi zaman uyumlu olduğu, kimi zaman ise bir çelişkiyi getirdiği, çelişkilerden de kavram yanlışlarına doğru sürüklenildiği görülmüştür.

11. Bu araştırma, kuantum fiziğinde yaygın olarak kullanılan bazı metaforlar çerçevesinde gerçekleşmiştir. Bu çerçevede, fizikte yer alan bazı temsillerin nasıl dil zorluğu olarak öğrencilerin karşısına çıktıkları, bu bağlamda nasıl öğrenme zorluğu olduğu yapılan araştırma ile ispatlanmıştır. Öğrencilerin kavramsal haritalarının tespitinde, metafor kullanımı güzel bir kanal oluşturmuştur.

12. Fizikte kullanılan metaforların, önbilgilerin olumsuz etkisiyle kavram yanlışlarına dönüşmesi, kullanılan dilin zorluğundan kaynaklanarak, öğrencilerin karşısına bir öğrenme zorluğu olarak çıkışı ve öğrencileri etkilemesi, dikkat edilmesi gereken başka bir unsur olduğu görülmüştür.

Öneriler

Bu araştırma, başka üniversitelerin fizik öğretmen adayları ile tekrarlanabilir. Öğrenci grubu, Türkiye’de yer alan ortaöğretim son sınıf öğrencileri arasından seçilebilir ve tekrar irdelenebilir.

Bu araştırma kuantum fiziği üzerine tasarlanmıştır. Fizikteki farklı konular üzerine bu araştırma yeniden tasarlanabilir. Bu araştırmada, analogiler, modeller ve kavram yanlışları yaygın olmasa da yer almıştır. Bu araştırma, fizik eğitiminin bu araştırma alanlarından birine kaydırılabilir ve daha dar bir alanda incelenebilir.

EK-1: 1.ve 2. AŞAMA İÇİN TASARLANAN SORULAR

METAFOR TESTİ

1. Teorik fizikçiler, maddenin en temel yapısının ne olabileceğini, kuantum fiziği ve deneysel gözlemlerle uyumlu olan mantıksal seçeneklerin neler olduğunu sorguladılar. Fizikçiler maddenin içine gezinin sonu için yalnızca üç mantıksal olasılık buldular. İlk olasılığı: “dünyalar içinde dünyalar” olarak isimlendirebiliriz.

Yukarıdaki anlatımda “dünyalar içinde dünyalar” ifadesiyle vurgulanmak istenen ne olabilir?

2. Protonun varlığının bilinmesinden sonra 1932 yılında çekirdeğin diğer elemanı nötron keşfedilmiştir. Daha sonra ise; çekirdekte **nükleer bir yapıştırıcı** gibi iş gören pion keşfedildi.

Yukarıda verilen açıklamada “**nükleer yapıştırıcı**” ne anlama gelebilir?

3. **Pauli'nin “dışarlama”** ilkesine göre evrendeki tüm temel parçacıklar iki sınıfa ayrılıyorlar: Bozonlar ve fermiyonlar. Bozonların spinleri, yani özaçısalsal momentunları, $h/2\pi$ 'nin 0, 1, 2,.. gibi tamsayı katları değerler taşıyor ve herhangi bir kuantum mekanişel duruma istenildiği kadar çok aynı cinsten bozon konabiliyor. Elektronun üyesi olduğu fermiyonlar sınıfıysa, spini $h/2\pi$ 'nin 1/2, 3/2, 5/2,... gibi katları olan parçacıklardan oluşuyor ve bunlardan biri bir kuantum durumuna yerleşmişse, bir başkası o durumu paylaşamıyor ve kendine başka “yer” aramak zorunda kalıyor. Bu durum Pauli Dışarlama İlkesi olarak bilinir.

Bu durumu günlük hayattan örnekler vererek modelleyebilir misiniz?

4. Atomda çekirdeğin etrafındaki elektronlar için kuantum mekanişinde “**elektron bulutu**” benzetmesi yapılır.

Yukarıdaki cümlede yer alan “**elektron bulutu**” modeli sizde neleri çağırıyor?

5. Kuantum Mekanişine göre bir enerji engelini aşmak için yeterli enerjisi olmayan (yani $E < U$) durumunda bir kuantum parçacığı bu engeli aşma olasılığına sahiptir. Bu olaya “**tünelleme**” denir.

Yukarıdaki tanıma göre “**tünelleme**” yerine hangi kavram ya da kavramları kullanabilirdiniz?

6. Atomların enerji seviyeleri arasındaki geçişte sözü edilen “**kendiliğinden yayınım**” size neyi ifade eder?

7. Işığın tanecik modelinin başarısı **foton** kavramını destekleyen bir olgudur. Bu kavram ilk kez **A. Einstein** tarafından kullanılmıştır. Foton **ışık enerjisi paketi** veya **yumağı** demektir.

Bu modellemeye dayanarak foton ne anlama gelebilir?

8. Bir muon elektrona benzer, muon da, Dirac denklemiyle tanımlanır, negatif elektrik yüklüdür ve etkileşimleri kuantum elektrodinamiği tarafından büyük bir hassaslıkla belirlenir. Muon “**şişman bir elektrondur**”.

Yukarıda verilen açıklamaya göre, “**şişman elektron**” benzetmesinden anlatılmak istenen ne olabilir?

9. Kuarklar ve leptonlar arasındaki karmaşık etkileşimlerin aslında gluonlar denen belirli bir kuantum parçacıkları dizisi aracılığıyla gerçekleştiğinin kavranmasıyla, gerçeğin basit bir resmi ortaya çıktı. Gluonlar “**dünyayı bir arada tutan zamtır**”.

Yukarıdaki tanımda yer alan “**dünyayı bir arada tutan zamk**” benzetmesinden anlatılmak istenen ne olabilir?

10. 1897 yılında, İngiliz bilim adamı J. J. Thomson bir atomun daha küçük parçalardan oluştuğunun ipuçlarını verdi. Thomson üzerinde çalıştığı deneyler ve gözlemler sonucunda atomların negatif yüklü elektronları ve bunları dengeleyecek pozitif yüklü tanecikleri içerdiği sonucuna vardı. Thomson’un buna uygun olarak geliştirdiği atom modeli “**üzümlü keke**” benzer. Bu model daha sonra Rutherford, Bohr ve diğerlerince geliştirilmiş; kuantum mekaniğinin gelişimiyle de bugünkü hâlini almıştır.

Yukarıda verilen atom modeline göre, “**üzümlü kek modeli**” ile atom nasıl bağdaştırılmıştır?.

Kaynakça

- AHANOV, A. (1965). **Til Bilimine Krispe**. Almatı. Mektep.
- AKSAN, D. (1999). **Anlambilim, Anlambilim Konuları ve Türkçenin Anlambilimi**. Engin Yayınevi.
- ARSLAN, M.M. ve BAYRAKÇI, M. (2006). **Metaforik Düşünme ve Öğrenme Yaklaşımının Eğitim-Öğretim Açısından İncelenmesi**. Milli Eğitim Dergisi. (171). 100-108.
- AZAR, A. (2001). **Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi**, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri. Maltepe Üniversitesi. İstanbul. s. 345-350.
- BEARDSEY, M. (1958). **Aesthetics**. (New York: Hourcourt, Brace and World). p. 134.
- BROOKES, D.T. (2006). Ph.D.thesis,Rutgers, The State University of New Jersey.
- BRUCE, C. (1997/2002). **Einstein Paradoksu ve Diğer Bilimsel Gizemler** (Çev. Sağlam.M). İstanbul. Güncel Yayıncılık.
- COŞAR, M. (2002). **Nietzsche Kavramada Yeni Bir Yol**. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık, Ankara.
- DEMİR, G.Y. (2007). **Sosyal Bir Fenomen Olarak Dilin Belirsizliği**. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- ETKINA, D.T. and BROOKES, E. (2007). **“ Using Conceptual Metaphor and Functional Grammar to Explore how Language Used in Physics Affects Student Learning”**. Physical Review Special Topics - Physics Education Research: Volume 3, Issue 1, 010105
- FRETZIN, L. (2001). Metaphors in Teaching, <http:lrs. Ed. Uiu.edu/students/fretzin/EPL11q5Metaphors htm >
- GAK, V. G. (1988). **“ Metafora Universale İ Spetsifiçeskoye Metafora.”** Yazıkı i Tekste. Moskva.
- HANSON, L. (1993). **Affective Response to Learning via Visual Metaphor**, Annual Conference of the International Visual Literacy Assosiation, October 1-17. New York.
- HESSE, M.B. (1966). **Models and Analogies in Science** (University of Notre Dame Pres, Notre Dame, IN).
- KAPTAN, S. (1998). **Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri**. Ankara. Bilim Yayıncılık.
- KURT, H.,S. (2010) . **Kuantum Fiziğinde Kullanılan Meteforların Öğrencilerin Fizik Algısı Üzerine Etkisi**, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- LAKOFF, G. and JOHNSON, M. (1980/2003). **Metaforlar**. (Çev. Demir,Y.G.) İstanbul. Paradigma Yayıncılık.
- LEMKE, L. [http// www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/parcelen.htm](http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/parcelen.htm) adresinden 08.01.2009 tarihinde alınmıştır.
- OSBORNE, R. J. and GILBERT, J. (1980). **A Method for the Investigation of Concept Undersatnding in Science**, European Journal of Science Education, V.2 (3): 311-321
- OSBORNE, R. J. and WITTRÖCK, M. C. (1983). **Learning Science; A Generative Process**, Science Education, 67, 4, 489- 508
- OSBORNE, R. J. and FREYBERG, P. (1985). **Learning in Science the Implications of Children’s Science**, Published by Heinemann Education.

◆ **Havva Sibel Kurt / Musa Sarı**

- OTYZBAYEVA, Z. (2006). **Kazak Yazar Dükenbay Dosjanov'un İpek Yolu Romanında Metaforlar**. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- PERRY, C. (2001). " **Metaphors are Good Mirrors: Reflecting on Change for Teacher Educators.**" Reflective Practice, Vol: 2, No:1.
- RICOEUR, P. (1976/2007). **Yorum Teorisi**. (Çev. Demir, Y. D.). İstanbul. Paradigma Yayıncılık.
- RUNDGEN, C. J., HIRSCH, R and TIBEL L. A. E.(2009).Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 10, Issue 1, Article 3.
- SABAN, A. (2004). "Giriş Düzeyindeki Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğretmen Kavramına İlişkin İleri Sürdükleri Metaforlar" , Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2(2), 135-155.
- SAÇLIOĞLU, C. (2000). **Felsefenin Kuantum Mekaniksel Temelleri. Bilim ve Teknik Dergisi. Ankara.** 56-63.
- SEMERCİ, Ç. (2007). Program Geliştirme Kavramına İlişkin Metaforlarla Yeni İlköğretim Programına Farklı Bir Bakış, **Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi**. Cilt: 31. No: 2. 125-140.
- SÖNMEZ, V. (2001). **Program Geliştirmede Öğretmen El Kitabı**. Geliştirilmiş 9. Baskı. Ankara. Anı Yayıncılık.
- YILDIRIM, A. ve ŞİMŞEK, H. (1999). **Nitel Araştırma Yöntemleri**. Ankara. Seçkin Yayıncılık.

THE EFFECTS OF METAPHORS USED IN QUANTUM PHYSICS ON STUDENTS' PERCEPTION OF PHYSICS

Hava Sibel KURT*

Musa SARI**

Abstract

The goal of this study is to present a theoretical framework explaining the role of using metaphors in Quantum Physics. The first step of this study was carried out with 21 students who are in the third grade from the department of Teaching Physics. Ten open-ended questions about the quantum physics which were designed with metaphors were used as a measure and students' answers were analyzed by coding and evaluated. As for the second step, 5 students who got the highest points among the other students in the research were chosen. They answered the same 10 open-ended questions with extra sub questions. The metaphors and their effects that came out as a result of data analysis were compared and similarities and differences among students' perception were discussed.

Key Words: Metaphors, Physics Education, Quantum Physics

* Postgraduate; Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Physics Teaching , Ankara

** Assoc. Prof. Dr., Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Physics Teaching , Ankara