

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

KUANTUM FİZİĞİNDE KULLANILAN METAFORLARIN ÖĞRENCİLERİN
FİZİK ALGISI ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

H. Sibel KURT

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Musa SARI

ANKARA
Ocak, 2010

ONAY SAYFASI

H.Sibel KURT'un ‘‘**KUANTUM FİZİĞİNDE KULLANILAN METAFORLARIN ÖĞRENCİLERİN FİZİK ALGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**’’ başlıklı tezi 25.01.2010 tarihinde, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı): Doç.Dr. Musa SARI

Üye: Doç.Dr. M.Fatih TAŞAR

Üye: Yard.Doç.Dr. Şebnem KANDİL İNGEÇ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans dönemimde, beni araştırma yapmaya ve öğrenmeye teşvik eden ve her zaman manevi desteğini yanımda hissettiğim, tez çalışmamın başlangıcından sonuna kadar her türlü akademik yardım ve katkısıyla çalışmamı şekillendirmeme ve geliştirmeme yardım eden, uzun süre birlikte titiz bir çalışma yürüttüğüm, tez danışmanım, öğretmenim, rehberim Sayın Doç. Dr. Musa SARI'ya,

Veri toplama aşamasında, bana zaman ayıran ve birlikte zaman geçirmekten çok zevk aldığım Gazi Üniversitesi Fizik Öğretmeni adaylarına,

Hacettepe Üniversitesi'nde öğrenim görmeye başladığım dönemden, mezun olduğum sürenin sonuna kadar, alternatif ve modern bakış açılarıyla bana Fizik Eğitimi sevdiren, manevi desteğini sürekli yanımda hissettiğim, Hacettepe Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Ahmet İlhan ŞEN'e,

İngilizce çevirilerimde yardımlarını benden esirgemeyen çok değerli arkadaşım Suzidilara Emriye ÇERKES'e, sevgili arkadaşım Zeynep YILDIZ'a,

Bana kalem tutmayı öğreten babam Mehmet KURT'a, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen annem Döne KURT'a, abim Sedat KURT ve ablam Selma KURT'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

H.Sibel KURT

ÖZET

KUANTUM FİZİĞİNDE KULLANILAN METAFORLARIN ÖĞRENCİLERİN FİZİK ALGISI ÜZERİNE ETKİSİ

Kurt, Havva Sibel

Yüksek Lisans, Fizik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Musa SARI

Ocak-2010

Bu araştırma, kuantum fiziğinde kullanılan metaforların öğrencilerin fizik algısı üzerindeki etkisini inceleyen, bir örnek olay çalışmasıdır.

Uygulamanın ilk aşaması Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 21 üçüncü sınıf öğrencisiyle yapılmıştır. Kuantum fiziğinde kullanılan metaforlarla tasarlanmış 10 açık uçlu sorudan oluşan ölçek kullanılmış ve öğrencilerin verdikleri cevaplar yapılan kodlamalarla değerlendirilmiştir.

İkinci aşamada ise ilk oturumda en yüksek puan alan 5 öğrenci görüşmeye davet edilmiş, 10 açık uçlu sorudan oluşan test tekrar uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan metaforlar ve bu metaforların etkileri karşılaştırılmış ve öğrencilerin algıları arasında ortaya çıkan farklar ve benzerlikler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Metaforlar, Fizik Eğitimi, Kuantum Fiziği.

ABSTRACT**USING METAPHORS IN QUANTUM PHYSICS TO EXPLORE HOW
AFFECTS STUDENTS' PERCEPTIONS**

Kurt, Havva Sibel

M.Sc. Thesis, Physics Education

Adviser: Associate Prof.Dr.Musa SARI

January-2010

The goal of this case 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 third year students from the department of Teaching Physics. Ten open-ended questions about the quantum physics were used as a measure and students' answers, through coding, were analyzed.

As for the second step, 5 third year students chosen in the first step among the most successful students in same 10 open-ended questions to participate protocol. The metaphors and their effects that came out as a result of data analysis were compared and contrasted, and similarities and differences between students' perceptions were discussed.

Key Words: Metaphors, Physics Education, Quantum Physics

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
 BÖLÜM I.....	 1
GİRİŞ.....	1
Kavramların Temsilleri ve Metaforlar.....	3
Metaforlar.....	5
Metaforların Sınıflandırılması.....	10
Fen Eğitiminde Metaforların Kullanımı.....	14
Problem Durumu.....	26
Problem Cümlesi.....	26
Alt Problemler.....	26
Sayıtlılar.....	26
Sınırlılıklar.....	27
Araştırmanın Amacı.....	27
Araştırmanın Önemi.....	27
Konu ile İlgili Literatür.....	28
 BÖLÜM II.....	 30
YÖNTEM.....	30
2.1 Araştırma Yöntemi.....	30
2.2 Katılımcılar.....	30
2.3 Veri Toplama Teknikleri.....	31
2.4 Verilerin Analizi.....	32
2.4.1 Madde Güçlük Düzeyi Güvenirlik Hesapları.....	32
2.4.2 Gözlem ve Mülakat Verilerinin Analizi.....	33

2.4.2.1 Çalışma Grubunun ve Kullanılacak Soruların Belirlenmesi.....	33
2.4.2.2 Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanması.....	33
2.4.2.3 Betimsel Analiz.....	35
2.4.2.4 İçerik Analizi.....	36

BÖLÜM III..... 37

3.BULGULAR VE YORUMLAR..... 37

3.1 Birinci Aşama.....	37
3.2 İkinci Aşama.....	39
3.2.1 Birinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	39
3.2.2 İkinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	43
3.2.3 Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	46
3.2.4 Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	49
3.2.5 Beşinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	51
3.2.6. Altıncı Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	54
3.2.7 Yedinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	55
3.2.8 Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	58
3.2.9 Dokuzuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	59
3.2.10 Onuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	61

BÖLÜM IV..... 63

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....63

4.1 Metafor Kullanımının Öğrencilerin Fizik Algısına Etkisi Açısından Sonuçları	63
4.2.1 Öğretmenler İçin Öneriler.....	65
4.2.2.Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler.....	65

KAYNAKLAR.....66

EKLER.....70

EK-1 1. ve 2. Aşama İçin Tasarlanan Sorular.....	71
EK-2 3.Sınıf Görüşme Kayıtlarındaki Diyalog Metni.....	73
EK-3 2.Aşama İçin Görüşme Ek Soruları.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	93

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1	Bazı QM sistemlerinin etkileşimlerinin fiziksel veya coğrafik özellikler ile ilişkisini gösteren metaforik harita.....	24
Tablo 2.1	Puanlandırma ölçeği.....	37
Tablo 2.2	Birinci aşama sonunda elde edilen puanlama.....	38

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1.1	Chi'nin ontolojik ağacı.....	23
Şekil 1.2	Etkina'nın meteforik sistemlerin fizikte kullanılışının özetini gösteren şekil.....	25

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- M: 3.sınıf bir numaralı öğrenci
P: 3.sınıf iki numaralı öğrenci
T: 3. sınıf üç numaralı öğrenci
Y: 3. sınıf dört numaralı öğrenci
Z: 3.sınıf beş numaralı öğrenci
QM: Kuantum Mekaniği
vd: ve diğerleri

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Eğitim kavramı, eğitimciler tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Bu farklılığın nedeni, eğitimcilerin eğitime farklı felsefi açılardan yaklaşıyor olmasıdır (Tekin, 1977). Buna karşın, eğitimcilerin hemfikir olduğu noktalar da vardır. Farklı görüşlere sahip eğitimciler, eğitimi bir süreç olarak görmekte ve bireyde davranış değişikliği oluşturma gayesini taşıdığını düşünmektedirler (Tan , 1971).

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan tanıma göre; “Eğitim, bireyin davranışlarında kendi yaşantıları yoluyla, planlı ve kasıtlı olarak, istendik değişiklikler meydana getirme sürecidir” (Ertürk, 1977). Eğitim sürecinin başarılı olup olmadığı, ne oranda başarılı olduğu, varsa aksaklıkları ve eksikliklerini görmek, bu konuda dönüt alabilmek oldukça önem taşımaktadır.

Eğitim sistemimiz içinde değişik düzeylerde ve değişik alanlarda karşılaşılan problemler mevcuttur. Bu problemlerden biri de fen eğitiminde görülen başarısızlık yüzdesinin yüksek olmasıdır. “ Bu başarısızlığın nedenlerinden biri, fen eğitiminde kullanılan dilin öğrencilerin fen algısına etkisi olabilir mi?” sorusuna cevap bulunmalıdır.

Fen eğitiminde kavramlar verilirken öğrencilerin düşünme yeteneğinin geliştirilmesi çok önemlidir. Ülkemizde fen eğitiminde ezberciliğe dayanan, gereksiz bilgiler verilmektedir. Fen derslerinde öğrenciler konuları kavrayamamanın ve anlayamamanın verdiği güçlükten dolayı ezberleme yolunu seçmektedirler.

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 sağlamakta ancak çoğu zaman sahip olduğumuz bu fikirler bilimsel gerçeklerle uyuşmamaktadır (Sönmez, 2001).

Öğrencilerde kavramsal öğrenmeyi geliştirmek için pek çok araştırmacı, bilimsel kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin hangi kavramlara sahip olduklarını ya da sahip oldukları bu kavramları ne şekilde anladıkları ve anlam yüklediklerini, bu kavramların sınıftaki öğrenmeyi nasıl etkilediği bulmaya çalışmışlardır (Osborne, and Freyberg, 1985).

Yapılan çok sayıdaki araştırma, öğrencilerin büyük çoğunluğunun temel bilim kavramlarını bile, bilimsel anlamlarına uygun olarak anlamada zorlandıklarını, daha çok bu kavramaları bilimsel anlamlarından farklı olarak yorumladıklarını ve her kavram için bilimsel anlamından farklı olan çeşitli alternatif kavramlar geliştirdikleri ortaya çıkmıştır. Yani öğrenciler okul hayatına başlamadan önce çevrelerinden doğru olan bilgilerin yanında, doğru olmayan bilgiler de edinmekte; gördükleri ile duydukları arasında kendilerine ait bir dünya kurmaktadır. (Osborne, and Gilbert, 1980).

Osborne ve Wittrock (1983), çocukların küçük bilim adamları gibi, etrafında olanlara karşı aşırı merakların etkisiyle, kavramlara kendi kişisel anlamlarını verdiklerini belirtmişlerdir. Bu bilim adamlarına göre bilgi, çocuklar tarafından daha küçük yaşlardan itibaren, kendi yaşantı ve tecrübelerini anlamlı hale getirmeye çalıştıkça oluşmaktadır. Bu yüzden çocuklar küçük yaşlarda çevrelerindeki olaylar hakkında birtakım düşünce ve fikirlere sahip bulunmaktadır. Bu bilgiler çocukların sonraki öğrenmelerine temel oluşturur. Sonraları çocuklar okulda temel bilimsel kavramları öğrenirken, öğrendikleri yeni bilgiler bazen önceki bilgileriyle uyum göstermemektedir. Bundan dolayı da öğrencilerin bilimsel kavramlar hakkında oluşturduğu anlamlar, öğretmenlerin bilimsel kavramlar hakkında öğretmeyi amaçladığı anlamlardan farklılıklar gösterir.

Kavramlar bilgilerin yapı taşlarını, kavramlar arası ilişkilerde bilimsel ilkeleri oluşturur. İnsanlar çocukluktan başlayarak düşüncenin birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenirler; kavramları sınıflar, aralarındaki ilişkileri bulurlar ve böylece bilgilerine anlam kazandırır, yeniden düzenlerler, hatta yeni kavram ve yeni bilgiler oluştururlar. İnsan zihnindeki bu öğrenme ve yeniden yapılanma süreci her yaşta sürüp gider.

Kavramlar; eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırıdığımızdan bu gruplara verdiğimiz adlardır. Kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil, onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar gerçek dünyada değil, düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada kavramların ancak örnekleri bulunabilir. Kavramlar soyut düşünce birimleri olup, zihinde yapılandırılmaktadırlar.

Ülkemizde fen bilimleri derslerindeki başarısızlıklara etki eden faktörlerin neler olduğu ayrıntılı ve tam olarak araştırılmamıştır. Gelişmiş ülkelerde fen derslerinin öğretimi artık konu öğretiminden kavram öğretimine doğru yöneldiği bilinmektedir. Kavram öğretiminde kavramsal sistemin nelerden oluştuğuna açıklık getirilmemiş ve kavramların nasıl temsil edildiği irdelenmemiştir. Fen bilimlerinde, özellikle fizikte bazı kavramlar soyut olduğu için, öğrenciler tarafından ancak somut deneyler veya materyaller kullanılmasıyla anlaşılabilir. Bunun için öncelikle fiziksel olaylara güncel açıklamalar getirmek ve fen bilimlerine katkıda bulunmak için temel kavramların irdelenmesi gerekmektedir (Azar, 2001). Temel kavramların zihinde nasıl kodlandığı, fen eğitiminde kullanılan dilin öğrencilerin fen algısına etkisine açıklık getirilmelidir.

1.1. Kavramların Temsilleri ve Metaforlar

“Gezinen bir gölgedir hayat”

William Shakespeare

Kavram öğretiminde klasik yöntemler öğrenciye kavramı ifade eden sözcüğü verebilmek, sözcüğün genel bir tanımı yapabilmek, tanımın anlaşılması için kavramın tanımlayıcı ve ayırt edici niteliklerini belirtebilmek gibi alt basamaklardan oluşmaktadır. Bu yöntemin ne kadar faydalı olduğu tartışmaya açıktır; çünkü birçok kavramın keskin sınırlarla tanımlanmış sözel bir tanımı bulunmamaktadır. Bununla birlikte, kavramların tanımları, dilde bulunan belirsizliklerle sınırlandırılabilir.

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, dil denen sistem içinde, dilbirliği mensuplarında genel olarak ortak sayılabilecek bir takım dūřüncelerin, kavramların sese çevrilmiş temsilcileri, her dilin kaynaşmış bir dūřünce- ses birleşimi olduklarını kabul ettiklerini göstermiştir.

Dil denen sistem içindeki öğelerin, özellikle kelime adı verilen belirtinin çeşitli nitelikleri özölmeye çalışılmış, çeşitli yargılara ulaşılmıştır. Özellikle Alman diltisi J. Trier'in *dil alanı (Sprachfeld)* adıyla uyguladığı, sonradan başkalarının da irdelenen yöntem, kavramların da tıpkı mozaik gibi birbirlerini sınırlandıran çeşitli parçacıkların birleşmesinden oluşmuş bir alan için bulundukları ilkesinden yola çıkıyor, bu alan içinde incelenmeleri gerektiğini kabul ediyordu. Bu kurama göre her kavramın değerı, ancak kapladığı yerle ve öteki kavramlarla bağıntısına göre belli olmaktadır(Akt. Demir, 2007)

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. Belirsizlik, esasında dilin figüratif kullanımından kaynaklanır. Böylece literal anlam ve figüratif anlam arasında çözüm bekleyen bir problem oluşur.

Dilde karşılaşılan bu belirsizlik problemi, sadece sosyal bilimlerde değil, çok uzun zamandır fizik biliminin de problemidir. Dilin belirsizliği, kullanılan kelimenin, cümlenin veya ifadenin anlamının sabit olmamasıdır. Dilin figüratif kullanılması demek, anlamın kelimedenden ayrıılıp kullanıcının hayal ürününe doğru süröklmesi demektir. İşte bu noktada karşımıza, kullanıcının dilde mevcut olan kavram temsillerini nasıl algıladığı, anlaması gerektiğiyle ne kadar uyum gösterdiği problemi çıkacaktır(Demir, 2007).

Dilin figüratif kullanımı ile bir yandan kavramların çıplak anlamları öne sürölürken, bir yandan ise bu figüratif anlam içinde bir gizlilik barındırılır. Bu gizlilik kavramların algılanışında kavram yanılışına dūřürebildiđi gibi kavramın derinliğini en

çıplak şekilde algılanmasına da sebep olabilir. Dilin bu figüratif kullanışı, metaforlar çerçevesinde irdelenebilir.

1.1.1. Metaforlar

Monroe Beardsley (1958). metaforu “ minyatür şiir” olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama metaforların kendi başlarına, kavram temsillerinde bir ikililik taşıdığı görüşünü desteklemektedir. Bir metafor, dünyayı minyatür olarak anlatabiliyorken, bir metafordan da bir başka dünyaya ulaşılabilir. Bu karmaşa metafordaki, lafzi anlam ve figüratif anlamın çatışması olarak karşımıza çıkacaktır.

Metafor, Yunancada değişme anlamına gelmektedir. Ahanov, metaforu ‘Belirtilerinin benzerliğine göre bir nesnenin veya olayın başka bir nesnenin veya olayın başka bir nesnenin veya olayın adıyla adlandırılması esasında kavramın anlamının değişmesidir’ şeklinde tanımlamıştır (Ahanov, 1965).

Türkçe’de “benzetme, eğretileme”, eski Türkçede “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).

Rus literatüründe metaforlar eskiden beri çevreyi anlamamanın, algılamanın, düşünmenin, dünyayı tanımanın yöntemi olarak ele alınmıştır. Metaforu araştıran Rus dilbilimcilerinden biri V.G. Gak, metaforun, dildeki adlar esasında yeni dilsel adlar oluşturmanın evrensel yöntemi olduğunu, insan düşüncesinin derinlik gücüne bağlı olarak ortaya çıktığını, çok ihtiyaç duyulduğu için değil, insan düşüncesine ve diline has bir olay olduğu için, mevcut olduğunu belirtmektedir Aynı zamanda metaforun düşünce ve hareketin, tüm dallarda dünyayı tanımanın çeşitli özelliklere sahip olan silahı olduğunu, dilin metafor sayesinde her zaman değişim gösterdiğini, yeni anlam yapmanın verimli yöntemlerinden biri veya edebi dilin sadece bir özelliği değil, ilk

oluşturulan bilimin, dünya hakkındaki düşüncelerin dilsel yaratıcılığının yöntemi olduğunu söylemektedir (Gak, 1988).

Metaforun sayesinde kavram alanımızın en uzak alanlarına ulaşabildiğimizi belirterek metaforun varlığını derinden tanımadaki önemi gösterip, insan aklının, metaforsuz kavramadığı bir alanın ortaya çıktığını belirtmektedir (Arutyunova, 1990).

Metafor kavramından ilk söz eden Aristo (M.Ö. 386-322 yy). Aristo metafora ilmi tanım veren ve dildeki anlambilimsel değişikliklerin mekanizmasını araştırma gereksiniminden söz eden ilk yunan filozoflarından biridir. Aristo, *Poetika* ve *Retorika* adlı eserlerinde semantik değişiklikleri açıklayarak metaforun tahlilini yapar. Aristo retorik tanımını şu şekilde yapar: “ Retorik, diyalektiğin eşdeşidir. Her ikisi de aşağı yukarı bütün insanların genel bilgi alanı içine giren ve belli bir bilime ait olmayan şeylerle ilgilidir.

Bilindiği gibi konuşmada sözler genellikle bir takım sanatlarla (figüres) süslenirler, bunlar konuşmaya belirli akıcılık, canlılık ve etkileyicilik kazandırır. Dolayısıyla konuşmalarda kullanılan söz ile düşünce figürleri, retorik ya da retoriksel analizin önemli bileşenlerini oluşturmaktadırlar. Zira bunlar konuşmacının mesajının muhatap kitleye arzulandığı şekilde iletilmesine yardımcı olduğu gibi sonradan konuşmacının niyetinin, amacının anlaşılmasında da yardımcı ipuçlarıdır. Aristo da bu hususlar üzerinde epeyce durarak mecazdan istiareye söz figürleri üzerinde durduğu gibi, antitez, benzetme, gibi birçok düşünce figürünü de analiz etmektedir.

Aristo’ya göre en güzel metafor açık olmalıdır. Aristo, metaforik kullanılan kelimenin kabul edilmesi için zor olmayan, güzel, uygun, çoğunluk tarafından anlaşılır olması gerektiğini savunur. Aristo, metafora bilmece özelliğinin olduğunu savunarak, bilmecelerin güzel kurulan metaforlar olduğunu belirterek benzetmeyi, etkilemeyi ve atasözünü metaforun türleri olarak ele alır. Aristo metaforu “gizli metafor” şeklinde tanımlar.

Aristo’dan sonra metaforu araştıran devlet adamı, bilgin, hatip ve yazar Markus Tullius Cicero olmuştur (M.Ö 106- 43 yy). Bilgi kuramı açısından, kesinliğe bağlanmak

yerine olasılıkların yolunu izlemeyi yeğleyen Cicero, metaforu dilbilimsel metafor ve edebi metafor olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Cicero'nun metafora bakış açısı, Aristo'dan farklı olmuştur. Cicero, metaforu tam çözülen problem olarak değil, tam tersine henüz çözülemeyen, her yönüyle araştırılması gereken derin bir mesele olarak ele alması olmuştur.

İngiliz filolog ve oryantalist Friedrich Max Müller (Akt. Ricoeur, 2007), dilbilimsel çalışmalarını kültür çalışmaları ile ilişkilendirmiştir. Dilin, hayvanlar ve evren üzerinde bir engel olduğunu ifade etmiş, insanlar için bunun bir ayrıcalık olduğunu vurgulamıştır. Metaforların kullanılan dili zenginleştirdiğini vurgulayan Müller, metaforu daha çok kültürel zenginlik olarak olarak görmüş ve çalışmalarında böyle ifade etmiştir. Mitlerin ona göre bazı durumlarda dilin hastalığı olduğu, çalışmalarında mevcuttur.

Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844-1900)'in metaforlar hakkındaki görüşlerinde Müller'den yola çıkılarak bazı çıkarımlarda bulunulduğu söylenebilir. Nietzsche'ye göre "hakikat" kavramı bir "yanılsama" dır. Dış dünyaya ilişkin konuştuğumuzda, bildiğimize inandığımız şeyler, örneğin: renk, ağaç, kar, vb. şeylerin kendisi değil, onlara ilişkin metaforlardır-ki bunlar hiçbir şekilde şeylerin özüyle örtüşmezler. 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 arasında çok belirgin, keskin bir ayırım yapmak zor görünmekle birlikte, Nietzsche'de de böyle bir ayırım yoktur yine de bir yaklaşımla varlığı anlama, anlamlandırma yönünde beş çeşit metafor belirtmek mümkün görünmektedir. Bunlar; benzeşimci (analojik) - yorumlayıcı (interpretative) - açıklayıcı (explanatory) -tasarımcı (imagi-native) ve hesaplayıcı (calculative) metaforlardır. Nietzsche bunlardan ikisi üzerinde çok durmaktadır. Bunlar benzeşimci ve açıklayıcı metaforlardır (Coşar , 2002).

Nietzsche bunlardan ikisi üzerinde çok durmaktadır. Bunlar benzeşimci ve açıklayıcı metaforlardır. Önemli bir nokta; Nietzsche metaforları onları üreten dürtü'lerden ayrı kullanmamaktadır. İşte Nietzsche yorumcularından bazılarının ondaki metafor kavramını işlerken eksik bıraktıkları nokta budur (Hartmann, 1955).

Bir başka nokta da; Nietzsche'deki dürtü kavramının tamamen kenarda bırakılmış olduğudur. Benzeşimci metaforlar, basit ve doğrudan anlam verirler, örneğin Thales'in "su"yu. Yorumlayıcı metaforlar; dolaylı, geriye dönüşümlü ve soyuttur. Holistik dünya görüşü, Herakleitos'un "logos"u ve Anaxagoras'ın "nous"u bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

Açıklayıcı metaforlar; sınıflandırıcı ve sınırlayıcı metaforlardır. Bütün tanımlamalar bu gruba girer, örneğin suyun bilimsel açıklaması "H₂O". Tasarımcı metaforlar düzenleyici ve bu nedenle de kural koyucu olanlardır. Örneğin, sanat ve dinin açıklamaları. Hesaplayıcı metaforlar'a ise matematik ve mantığın açıklamaları örnek gösterilebilir. (Coşar, 2002).

Fransız filozof, Ricoeur “sembol düşüncüyü doğurur” derken çok büyük ölçüde rasyonellik öncesi işaret ya da simgelerle içerilen anlamı yorumlamaktan oluşan *hermeneutik* yöntemi geliştirmiştir.

Ricoeur’a (1976/2007) göre metafor, benzerliğin eksik veya mevcut olmayan bir lafzi kelimeyi figüratif bir kelimeyle ikame etmenin nedeni olarak hizmet ettiği retorik figürlerden biridir. Bu, Grek Sosfistleriyle başlayan ve ondokuzuncu yüzyıla kadar Aristoteles, Çiçero ve Quintilian tarafından sürdürülen uzun retorik tarihinin çok şematik bir özetidir. Ancak, bu gelenekte değişmeden kalan şey aşağıdaki gibi önermede şematize edilebilir:

- (1) Metafor bir mecaz (*trope*), adlandırmayı ilgilendiren bir söylem figürüdür.
- (2) O, bir adın anlamının kelimelerin lafzi anlamından saparak genişlemesini takdim eder.
- (3) Bu sapmanın nedeni benzerliktir.
- (4) Benzerliğin fonksiyonu, aynı yerde kullanılmış olabilen lafzi anlamın yerine bir kelimenin figüratif anlamını koymayı temellendirmektedir.
- (5) Bu sebeple, vekalet eden anlam herhangi bir semantik yenilik sunmaz.

(6) Semantik bir yenilik sunmadığından, metafor gerçeklik hakkında herhangi bir yeni malumat sağlamaz. Metaforun, söylemin hissi fonksiyonlarından biri sayılmasının nedeni budur.”

Ricoeur (1976/2007), metaforun basitçe bir adlandırma kazası, kelimelerin anlamlandırılmasındaki bir yer değiştirme olduğunu reddetmiştir. Ona göre metafor, kelime semantiğinden önce, cümle semantiği ile ilgilidir. Dahası, metafor sadece bir ifade içinde anlamlı hale geldiğinden, o bir yüklem fenomenidir, adlandırma değil. Bu yüzden gerçekte bir kelimenin metaforik kullanımından değil, daha ziyade metaforik ifadeden bahsedilmelidir. Metafor metaforik ifadedeki iki terim arasındaki gerilimin ürünüdür.

Metaforlar anlık bir yaratım, kurumlaşmış dilde hiçbir statüsü olmayan ve yalnızca olağandışı veya beklenmedik bir yüklem atfedilmesi dolayısıyla varolabilen semantik bir icattır. Tam olarak metafor olmadıkları söylenen ölü metaforlarla sınırlandığımız müddetçe, bir fenomenin özgünlüğünün farkına varamayız. Ölü metaforla, “sandalyenin ayağı” veya “dağın eteği” gibi ifadeler kastedilir (Ricoeur, 1976/2007).

Lakoff ve Johnson’un *Metaphors We Live By* adlı eserinde metaforların insan düşüncesinde ve hayatında nasıl bir temel bir rolü olduğu irdelenmiş ve metafor çeşitleri açıklanmıştır.

Lakoff ve Johnson (1980/2005)’a göre düşüncemize yön veren kavramların sadece zihne özgü sorunlar olmadığı, onların en sıradan ayrıntılara kadar gündelik hayatımızda faaliyetlerimize yön verdiğini belirtmiştir. Bu yüzden kavram sistemimiz gündelik gerçekliklerimizi tanımlamakta merkezi bir rol oynar.

Gündelik dilde metaforik ifadelerin kullanım tarzı hakkında fikir edinmek, bize gündelik faaliyetlerimizi yapıya kavuşturan kavramların metaforik doğasına dair bir kavrayış sağlayabilir; çağdaş İngilizceye yansıdığı şekilde “zaman paradır” metaforik kavramını gözden geçirecek olursak (Demir, 2007):

“Zamanımı *harcıyorsun*.
 Bu cihaz saatlerini *kurtaracak*.
 Sana *harcayacak* vaktim yok.
 Bugünlerde zamanını nasıl *geçiriyorsun*?
 Bu patlak lastik bir saati *mal* oldu.
 Zamanımın çoğunu ona *harcadım*.
 Bana *harcayacak kadar* zamanım yok.
 Zamanımı *tüketiyorsun*.
 Zamanını *planlaman* gerekiyor.
 Pinpon için biraz *zaman* ayır.
 Seninle zaman *harcamaya* değer mi?
 Çok zamanın *kaldı* mı?
Fazladan yaşıyor.
 Zamanını *verimli* kullanmıyorsun.
 Hastalandığımda *çok zaman* yitirdim.
 Zaman ayırdığınız için *teşekkür ederim*.

Kültürümüzde zaman değerli bir metadır. Amaçlarımızı gerçekleştirmek için kullandığımız sınırlı bir kaynaktır. Zaman paradır, zaman sınırlı bir kaynaktır ve zaman değerli bir metadır bütünüyle metaforik kavramlardır. Metaforik kavramlar metaforiktir, çünkü zamanı kavramsallaştırmak için gündelik tecrübelerimizde parayı sınırlı kaynakları ve değerli malları kullanırız. Bu, insanların zamanı kavramsallaştırmasının zorunlu yolu değildir; kültürümüze has bir şeydir. Zamanın bunların hiçbirisi olmadığı kültürler de vardır.

1.1.2. Metaforların Sınıflandırılması

E. McCormack “Metaforun İdrak Teorisi” adlı çalışmasında dahili ele alınan metaforların idrak dilbiliminde yeni tahminler yapmaya yardım eden idraki süreç olarak, harici ele alınan metaforların ise insanın aklı, düşüncesi ve medeniyeti arasında araç olarak hizmet ettiğini söylemektedir. Metaforları birbiriyle alakalı;

1)Basit dilden diafor, epifor ve tekrar basit dile hareket imkanı veren dilbilimsel süreç,

2) Metaforun dilbilimsel terimlerle anlatıldığı anlambilimsel ve sözdizimsel süreç,

3) Geniş türdeki idrakın evrimsel süreç bağlamına giren idarki süreç yani anlambilimsel sürecin dışında ele alındığı idraki süreç gibi üç süreçten geçer (Arutyunova, 1990).

Türkiye’de, çalışmalarında metaforlara da yer veren bilim adamı Doğan Aksan metaforları şu şekilde değerlendirmiştir (Aksan, 1999).

a) İnsandan doğaya Aktarma. Bu bölümde insanın organları ve vücut bölümlerinin yanı sıra, yiyeceklerin kimi bölümlerinin ve doğadaki nesneleri anlatmak üzereye doğaya aktarıldığını belirtmiştir. Bunun yanı sıra metaforların kişileştirme (personification) adı verilen türünde de insandan doğaya aktarmalara başvurulduğu görülmekte, ancak bu türde insanlar için kullanılan sıfatlardan, niteliklerden, doğanın anlatımında yararlanılmaktadır, diye yazmıştır.

b) Doğadan insana aktarma bölümünde ise aşağılama amacıyla hayvan ve nesne adlarının kullanıldığını ve doğrudan doğruya insanların yaratılış ve davranış özelliklerini belirlemede yararlanılan göstergeler şeklinde değerlendirilmiştir.

c) Doğadaki nesneler arasındaki aktarma. Bu bölümde:

1) Hayvandan bitkiye aktarma,

2) Nesnelerden bitkiye aktarma,

3) Hayvandan hayvana aktarma

4) Nesnelerden hayvana şeklinde dört grup altında değerlendirmiştir.

d) Somutlaştırma.

1)Belli bir durumu, davranışı, tutumu insan gözünde çok somut bir biçimde canlandırmak üzere çoğu kez, bir sahnede izlenircesine dile getirmek amacıyla oluşturulan deyimler;

2) Somutlaştırma içeren deyimlerin bir bölümü de insanoğlunun yardımında karşılaştığı çeşitli durumların, güçlüklerin, sorunların anlatımında yine benzetmeye dayanan ve çoğunlukla tamlamalardan oluşmuş ögelerdir.

3) Her dilde görülen ve Türkiye Türkçesinde oldukça önemli yer tutan, soyut kavramları somut devini ve işlemlerle dile getiren bu tür eylemlere yeniden değinmeyi gerekliliğini belirterek üç gruba ayırmıştır.

e) Duyular Arasındaki Aktarma. Duyu alanlarının kavramlarının bir araya getirilmesinden oluşan metaforlar şeklinde metaforları deyim aktarmaları adı altında beş ayrı grupta incelemiştir.

Son zamanlarda metaforlar hakkında yapılan araştırmalar özellikle Lakoff ve Johnson(1980/2005)'ın sınıflamaları üzerinde şekillenmiştir. Bu eserde birbirinden farklı metaforlara değinilmiştir. Bu metaforların bazıları şunlardır:

a) Kanal Metaforu: Bir metaforik kavramın tecrübemizin bir boyutunu gizleyebilme tarzının çok daha incelikli bir durumu Michael Reddy'nin "kanal metafor" diye adlandırdığı şeyde mevcuttur. Konuşan kişi fikirleri (nesneleri) kelimelere (taşıyıcılara) yerleştirir ve onları bir kanal boyunca dinleyiciye gönderir. Reddy verdiği örneklerde İngilizcede bu kullanımın çok sık yer aldığını ifade etmiştir. Çalışmalarında verdiği örenlerinden birkaçı şunlardır:

"Kelimeleri çok az anlam *taşıyor*."

"Bu düşünceyi ona *karşı kullanmak* zordur."

"Nedenleriniz bize *bildirildi*."

"Bu düşünce aşırı şekilde yoğun paragraflarda *kaybolmuş*."

Bu örnekler 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 gözlediğini gösterir. Metaforik yapıyı oluşturmanın burada total değil kısmi olduğunu görmek mümkündür.

b) Yönelim Metaforu: Bu metaforlar bütün bir kavramlar sistemini diğer bir kavramlar sistemine göre organize ederler. Bunların çoğu uzay ve mekan istikameti 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.

c) Ontolojik Metafor: Bunlar Şey (Entity) ve Töz (Substance) metaforları olarak açıklanmıştır. Şeyler açık şekilde somut yahut belirli olmadığında da onları şeyler olarak, yani dağlar, cadde köşeleri, çitler v.s. diye kategorize edilebilir.

İnsani uzay-mekan yönelimlere ilişkin temel tecrübeler nasıl yönelim metaforlarını doğuruyorsa, fiziksel nesnelerle tecrübelerimiz de olağanüstü farklı ontolojik metaforlara, yani olaylara, aktivitelere, hislere, düşüncelere şeyler ve tözler olarak bakma tarzlarına temel sağlar. Ontolojik metaforlar, farklı amaçlara hizmet ederler. Aşağıda Lakoff ve Johnson’ın (1980/2005) ontolojik metaforlara verdiği örneklerle yer verilmiştir.

“ Bu savaşta *ülkemin onuru* tehlikededir.”

“ *Böcek* korkum karımı çıldırtıyor.”

“Güzel bir *hileydi*.”

Rakamlarla ifade etmek:

“ Bu kitabı bitirmek *epey* bir sabır gerektirecek.”

“Dünyada *çok fazla kin* var.”

Boyutları teşhis etmek:

“Vietnam’da asla *zafer heyecanı* duymadık.”

“ *Kişiliğin çirkin tarafı* baskı altında ortaya çıkar.”

Nedenleri teşhis etmek:

“Onu *öfkesinden* yaptı.”

“ Sorumluluklarının *ağırlığı* bunalıma girmesine neden oldu.”

Amaçları belirlemek ve eylemleri motive etmek:

“*Şöhret ve başarı elde etmek için New York’a gitti.*

“*Hayat tarzımı gerçek mutluluğu bulabilecek şekilde değiştiriyorum*”

Lakoff ve Johnson, yönelim metaforları durumunda olduğu gibi bu ifadelerin çoğu metaforik şeyler olarak dikkati çekmediğini ifade etmiştir. Bunun bir nedeninin de, ontolojik metaforlarında yönelim metaforları gibi, çok sınırlı bir amaçlar menziline hizmet etmesidir. Buna ek olarak “*The mind is an entity*” gibi bazı metaforlarda ontolojik metaforların zihinsel bağlamından bahsedilmiştir.

“Asabı bozuldu” (Zihin bir makinedir.)

“Sinir krizi geçirdi” (Zihin kırılğan bir nesnedir.)

Bunlara benzer ontolojik metaforlar, düşüncemizde öyle yaygın öyle doğallardır ki genellikle zihnin ve durumların fenomenlerinin apaçık ve dolaysız tasvirleri olarak görülürler. Metaforik olmaları genellikle fark edilemezler.

Ontolojik metaforları olayları, eylemleri, faaliyetleri kavramak için kullanırız. Olaylar ve eylemler metaforik olarak nesneler; faaliyetler; tözler; durumlar; taşıyıcılar olarak kavramsallaştırılabilir. Bunlar bizimle yaşayan fakat farkında olmadığımız metaforlardır. Kavramlarımız çoğu bu ontolojik metaforlar üzerinde yoğunlaşmıştır.

1.1.3. Fen Eğitiminde Metaforların Kullanımı

Lakoff ve Johnson’ın çalışması sonrasında, dilsel ve bilişsel çalışmalar yapan araştırmacılar çalışmalarını, metaforların özellikli karmaşık kavramlar ile ilgili olarak düşünceyi, şekillendiren zihinsel yapılar oldukları düşüncesi ile yeniden eğitim bilimlerinde araştırılmaya başlanmıştır (Morgan, 2003).

Öğrenciler genellikle soyut kavramları algılamakta problem yaşamaktadırlar. Bunda çocukluktan itibaren getirdikleri ön bilgilerin ve zamanla oluşabilen kavram yanılgılarının da etkisi vardır. Metaforlar soyut kavramları hedef olarak kullanırlar, daha somut ve fiziksel bir kavramı da kaynak olarak kabul ederler.

Metaforların bir öğretim aracı olarak kullanılmaları çok eskiye dayanmaktadır. Öğretmenlerin, soyut kavramları açıklamak için bilinenden yola çıkmaları alışılmamış bir davranış değildir. Metaforik düşünce iki farklı şey arasında, benzerlikleri dikkate alarak bağlantılar kurabilme yeteneğidir. Metaforlar kullanışlı birer öğretim aracı olarak, öğrencilerin tanımları ve bilimsel kavramları daha kolay anlamalarını sağlarlar (Sanchez , Jose ve Victor, 2000).

Metaforları kullanmanın avantajları şu şekilde sıralanabilir (Semerci, 2007)

- 1- Kavramsal değişim ile öğrenme için çok faydalı araçlardır.
- 2- Gerçek dünyadaki benzerliklere işaret ederek soyut şeylerin anlaşılmasını ve görselleştirilmesini sağlarlar.
- 3- Öğrencilerin ilgilerini çekerek motivasyonel bir etki yapabilirler.
- 4- Öğretmenleri, öğrencilerin önceki bilgilerini dikkate almaya zorlarlar ve daha önceki konularla ilgili öğrenmelerdeki muhtemel yanlış anlamaların ortaya çıkmasını sağlarlar.

Metafor, anlaşılması için aktif katılım gerektirdiğinden, dikkati çekmek, hayal gücünü çalıştırmak ve yeni anlayışlar üretmek için son derece güçlü bir araçtır. (Hanson, 1993).

Öğrencilerin, öğrenilecek şeyleri metafor aracılığı ile bir oyun gözü ile görü zihinlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak öğrenmelerinin önemli yararları vardır. Her şeyden önce öğrenciler alışılmış sınıflara korku ve isteksizlik ile yaklaşmaktadırlar. Dersleri metaforlar ile oyunlaştırmak her şeyden önce öğrenme ve öğretmeyi karmaşıktıran ve zorlaştıran negatif düşünceleri ortadan kaldıracaktır .

Ayrıca metaforlar yoluyla öğretmek, öğrencileri, bilgileri ve fikirleri daha derin seviyede anlamaları ve keşfetmeleri için cesaretlendirmektedir. Bu süreç, ayrıca öğrencilere bilmedikleri şeyleri bildikleri şeyleri bağlamalarında ve aradaki ilişkiyi kurmalarında yardımcı olmaktadır (Marzano, 2000).

Öğretmenler ve öğrenciler farkında olmadan metaforlara sıkça başvurmaktadırlar. Metaforların kullanılmadığı disiplin neredeyse bulunmamaktadır. Eğitimde metaforlar, somut kavramlardan soyut kavramlara geçişte kullanıldığı gibi, basit olgulardan karmaşık olgulara geçerken de kullanılmaktadır.

Shuell (Akt.Saban, 2004) yaptığı çalışmada, bir resim bin kelimeye bedelse, bir metaforun bir milyon kelimeye bedel olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda, metaforlar öğretmenlerin kendi uygulamalarını anlama ve açıklama gücünü etkili bir şekilde ortaya koymaktadır.

Metaforu kullanmanın olumlu yanları şunlardır (Fretzin, 2001):

1. İki nesne ya da kavramı birbirine bağlar.
2. Karşılaştırma özelliği vardır.
3. Öğrenme için faydalı araçlar olup motivasyonu arttırır.
4. Bilginin akılda kalmasını sağlar (Arslan ve Bayrakçı, 2006).
5. Sezgileri geliştirebilir ve duygusal gelişimi iyileştirebilir.
6. Sınıf korkusunu ve isteksizliğini ortadan kaldırır.
7. Yaratıcı ve keşfedici öğrenme sağlar.
8. Hayal gücünü geliştirir (Hanson, 1993)

Metafor kullanmanın olumsuz yanları da vardır:

1. Olgunun veya yaşantının sadece bir kısmını yansıtabilir (Perry , 2001)
2. Anlamlar üst üste gelebilir var karıştırılabilir (Fretzin, 2001)
3. Önyargıların olumsuz etkisi olabilir (Fretzin, 2001)

Yapılan tüm araştırmalar, metaforların olumlu ve olumsuz özellikleri üzerinde odaklanmıştır. Özellikle dış kaynaklı çalışmalarda, öğrencilerin çocukluktan itibaren zihinlerinde bulunan (*preconceptions*) ön kavramlar ile öğretmenlerin kavram yanılgıları birleştiğinde, metafor kullanmanın, son derece tehlikeli bir kullanıma sahip olduğunu da vurgulamışlardır.

Görülüyor ki, metaforik düşünmenin dolayısıyla metafor kullanmanın yapılandırmacı yaklaşımla yakından bir ilgisi vardır.

Bilim adamlarınca önerilen projelerin desteklenmesi sonucunda, kısa zamanda çok sayıda yeni fen bilimleri müfredatı geliştirildi. Bunun yanında son zamanlarda bu öğrenme psikologları bütünleştirici öğrenme modeli (*konstruktivist or generative learning model*) olarak bilinen fen bilimleri müfredat geliştirme ve öğretimi yaklaşımı ortaya atılmışlardır.

Bu model öğrencilerin daha önceki deneyimlerinden ve ön bilgilerinden yararlanarak yeni karşılaştıkları durumlara anlam verebileceklerini savunmaktadır. Bütünleştirici öğrenme modelinin savunucularından ve Fen Eğitimindeki uygulayıcılarından öğrencinin veya bireyin herhangi bir anda sahip olduğu bilgi birikiminin yeni bilgiye veya uyarılara cevap vermede çok önemli olduğunu vurgularken bu temele dayanmaktadırlar. Öğrenci kendine özgü olarak bilgiyi yapılandırır. Bu süreç öğrenciyi aktif kılan bir süreçtir. Başka bir deyişle öğrencilerin okuldaki eğitim-öğretim ortamında kazandıkları bilgiler onların eğitim-öğretim ortamına gelmeden sahip oldukları ön bilgilere ve eğitim-öğretim ortamının onlara sağladıklarına bağlıdır.

Fen bilimlerinde metaforların kullanımına, yeni bilgi oluşumunda başvurulur. Metafor kullanımı, soyut bilimsel bilgileri somutlaştırma ve bu bilgilerin matematiksel veya görsel kodunu zihinde oluşturmak amacına hizmet eder. Bu aynı zamanda bilimsel düşünme yeteneği için ilk adımdır (Rundgren , Hirsch ve Tibel, 2009).

Metaforlar fen bilimlerinde farklı roller üstlenirler. Eğitim açısından fen bilimlerinde önceden planlanan standart metaforlar kullanılır (Rundgen vd., 2009). Son zamanlarda bu standart metaforlar gelişen teknoloji ve yeni öğretim programları ile hızla artmaktadır.

Öğretmenlerin metaforları öğrenmeyi kolaylaştırmak için kullanması dışında, öğrenciler tarafından geliştirilen ve keşfedilen metaforlar da vardır.

Levin ve Wagner (Akt.Rundgen vd., 2009) planlı ve spontan oluşturulan metaforları birbirinden ayırmıştır. Planlı oluşturulan metaforlar sıklıkla programlı bir

süreç ürünüdür. Metaforlar ister öğrencilerin keşif ve yorumlarıyla doğal olarak oluşsun, ister planlı programlı oluşsun, bunlar *kendiliğinden metafor* olarak adlandırılmıştır.

Günlük hayatımızda kullandığımız birçok metafor aynı zamanda fen bilimlerine girmiştir (Cameron, 1983).

Kelimelerden (dilden) kaynaklanan yanlış kavramalar fen bilimleri öğrenimindeki en büyük problemlerden birisidir. Öğrenciler tanımlamaları kitaplardan öğrenme ve sorulan sorulara aslında yeterli bilgiye sahip olmamalarına rağmen, yeterli ve doğru bir teknik bilgiye sahipmiş gibi gösteren bir dil kullanarak cevap vermede ustadırlar.

Fen bilimleri öğretiminde bir konu işlerken, yabancı dil öğretiminde işlenen bir konuya göre daha fazla yeni kelime verildiğini vurgulamaktadır. Ayrıca öğrenciler yeni bir dil öğrenirken sadece önceden bildikleri bazı kavramların karşılığı olan kelimeleri öğrenmektedirler. Oysa fen bilimlerinde öğrenci hem o kavramın ne olduğunu hem de kavramın ismini öğrenmektedir.

Fen bilimlerinde benzetme ve mecazların kullanılması oldukça iyi bir öğrenme aracı olabilir, fakat bu aynı zamanda yanlış kavramaların da oluşmasına neden olabilir. Analoji iki farklı nesne ya da olgu arasında bir karşılaştırma yapılmasıdır. Bu karşılaştırma sırasında olaylar ya da olgular arasındaki farklılıklar göz ardı edilerek bunların ortak noktaları üzerine odaklanılır. Belli bir analogi sadece çok özel bir alana özgüdür, çünkü yapılacak olan benzetme öğretilecek kavrama çok yakın olmalıdır. Bazı durumlarda kullanılan benzetmeler açıklanmak istenen olgulardan çok daha karmaşık olabilmektedirler. Bu nedenle de analogilerin kullanılmasının bazen olumsuz sonuçlara neden olması hiç de şaşırtıcı değildir.

Benzetme ve mecazların kavram oluşumunu arttırdığı yollar birbirinden farklıdır. Mecaz öncelikle yaratıcı düşünceyi harekete geçiren bir araçtır. Birbirinden çok farklı olan iki olguyu karşılaştırırken zihin yeni ilişkileri düşünmeye zorlanır. Mecazlar, öğrencilerin teorileri çok iyi bir şekilde anlamalarına ve daha önceden bildikleri bir olguyu çok daha farklı bir bakış açısıyla görmelerini sağlar. Ayrıca öğrencileri ilgisini çekerek ve onları yaratıcı düşünmeye zorlayarak bilişsel olan ve duyuşsal olan arasında önemli bir bağ kurulmasını sağlar (Akt.Rundgen vd., 2009).

Metaforlar teorisi, sembollerin en spesifik özellikleri istikametinde üçüncü bir yolla genişletilebilir. Çok sayıda yazar, metaforlar ile modeller arasındaki benzerlikten söz etmiştir. Bu benzerlik, Max Black'ın “ *Models and Metaphors* ” olan eserinde belirleyici bir rol oynar.

Bilim dilinde, model esasen yetersiz yorum yıkmaya ve yeni daha uygun olanına yol açmaya hizmet eden yaratıcı bir prosedürdür. Marry Hesse' nin terimleriyle, o yeniden bir tasfir enstrümanıdır (Hesse, 1966).

Metaforlar ile modeller arasındaki ilişkiyle ilgili iki zıt önerme söz konusudur. Bu karşıt kutuplardan birinde, metafor da sembolden daha fazlası olduğu, diğeri ise modellerde metafordan daha fazlası olduğu düşüncesidir.

Modellerde metaforlardan daha fazlası olduğu düşüncesi, fen bilimlerine daha yakındır. Metafor, sembolik gücün depolandığı linguistik prosedür yüklem tuhaf formudur. Sembol, metaforun sınırlı olmadığı şekilde sınırlıdır. Sembollerin kökleri vardır. Semboller bizi gücün belirsiz tecrübesine sokar. Metaforlar tam da sembollerin linguistik yüzeyidir ve semantik yüzeyi, insani tecrübenin derinliklerindeki presemantik yüzeyle ilişkilendirme güçlerini, iki boyutlu sembol yapısına borçludur.

Lemke' ye göre (2007) 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 düşünebilme adına ilk geliştirmesi gereken yeteneği, fiziksel süreç ve fikirlerin farklı şekillerde temsilini ve bu temsillerin birbiri arasında geçişini yapabilme yeteneğidir. İşte bu bağlamda, metaforların kullanımı kaçınılmazdır.

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, 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 edilışinde devreye girerler (Brookes, 2006).

Metaforların yeniden kodladığı 3 farklı analogik modeller mevcuttur (Brookes, 2006).

1. **Güncel Analogik Modeller** : Schrödinger’in dalga optiğinde, dalga eşitliği bir analogi üzerine kuruldu. Buna uygun metaforik sistem ise “*elektron dalgadır*” metaforudur. Modern fizikçiler, elektronun girişimi, elektronun kırınımı ve dalga eşitliği analogilerini sıklıkla bu metaforlar ile kodlamaktadırlar.
2. **Yürürlükten Kalkmış Analogik Modeller** : Sıklıkla fizikte sınırlılıkları ve yetersizlikleri deneysel olarak ortaya konmuş ve daha iyi modellerin yerini aldığı, eski modellerdir. Örneğin “*ısı akışkandır*” metaforu.
3. **Tanımlayıcı Metaforlar** : Potansiyel enerji grafikleri, fizik alanında bir analogidir. Burada metafor ise, “*potansiyel enerji grafikleri su kuyusudur.*” Bu alanda yer alan diğer metafor örneklerine, “*potansiyel kuyu*”, “*potansiyel basamak*”, “*enerji seviyesi*”, “*temel durum*” v.b gösterilebilir.

Fizikte kullanılan metaforlar, analogilerden yola çıkılarak belirlenmiştir. Kavramsal metaforlar sistem, analogilerin temelinden terimler alarak, hedef kavramlar için bu kelimeleri kullanırlar. Örneğin, Kuantum Mekaniğinde yer alan “*madde*

dalgaları” analojisi. Su dalgası veya elektronik dalganın tek tip örneği olarak analojiye hizmet ettiği düşünülebilir.

Fizik derslerinde, metaforlar bilinçsizce konuşulur ve yazılır çünkü metaforların özellikleri, dolayısıyla işlevleri, öğrenenlere ve öğretenlere avantaj sağlar. Etkina ve Brookes’ a (2007) göre bu özellik ve işlevler şu şekilde ifade edilmiştir.

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

İşlev. 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.

İşlev. Fizik derslerinde sorulan soruların şekillerine göre cevaplar bilinçsizce bir modelden diğerine doğru kaymaktadır. Yapılan araştırmalarda, elektronun Young’ ın çift yarı deney düzeneğinden geçişini anlatırken, 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.

İşlev. Fizik bilminde 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.

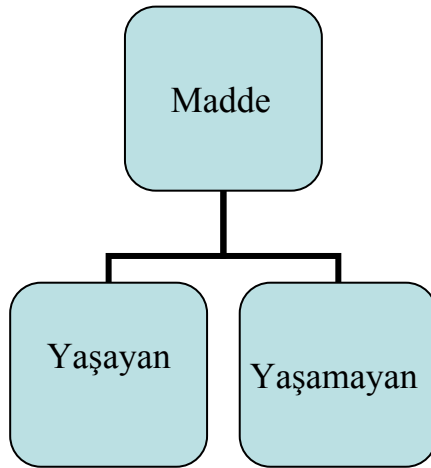
İşlev. Metafor olarak kodlanan analojiler, fiziksel sistemleri betimlerler. Metaforlar ise bu analojileri sınırlandırarak, analojilerin belirli bir şekil almasını sağlarlar. Özellikle yürürlükten kalkmış analojilerin metaforik sistemlerinde,

fiziksel deneylerin ve fiziksel gerçeklerin temeli ve kavramların özeti belirtilir. Modern fizikçilerin enerjiye bakış açılarını düşünecek olursak enerji “*madde*” olarak ifade edilir ve sistem enerjiyi kapsayan bir “*kaptır*.”

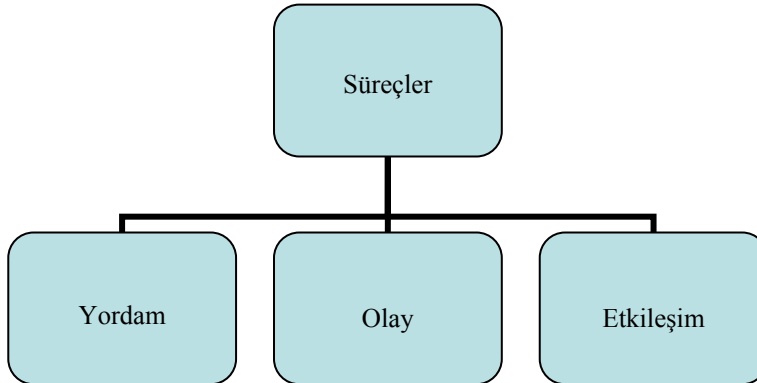
İnsanlar dünyayı, *madde*, *süreç* ve *zihinsel durumlar* olarak ontolojik kategorilere ayırmışlardır. Fizikte yer alan bazı modellerin elemanları, madde, süreç ve zihinsel durumlar olarak ontolojik kategorilerde haritalandırılabilir. Lakoff ve Johnson (1980), kavramların ontolojik metaforlara dayandığını göstermişlerdir. Bu ontolojik metaforlar sıklıkla nesnelerin 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(Akt. Etkina and Brookes, 2007).

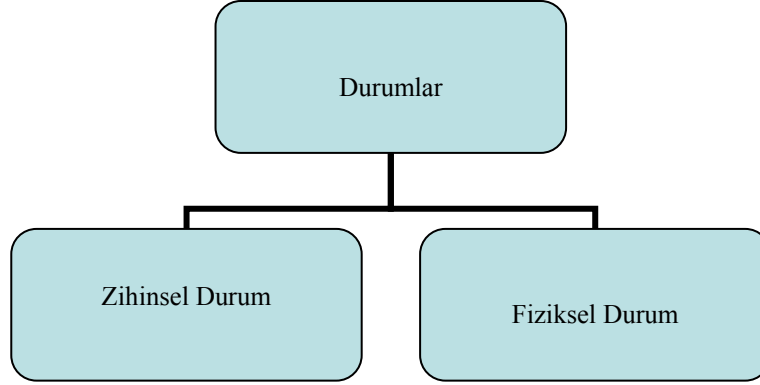
1.



2.



3.



Şekil 1.1. Chi'nin ontolojik ağacı

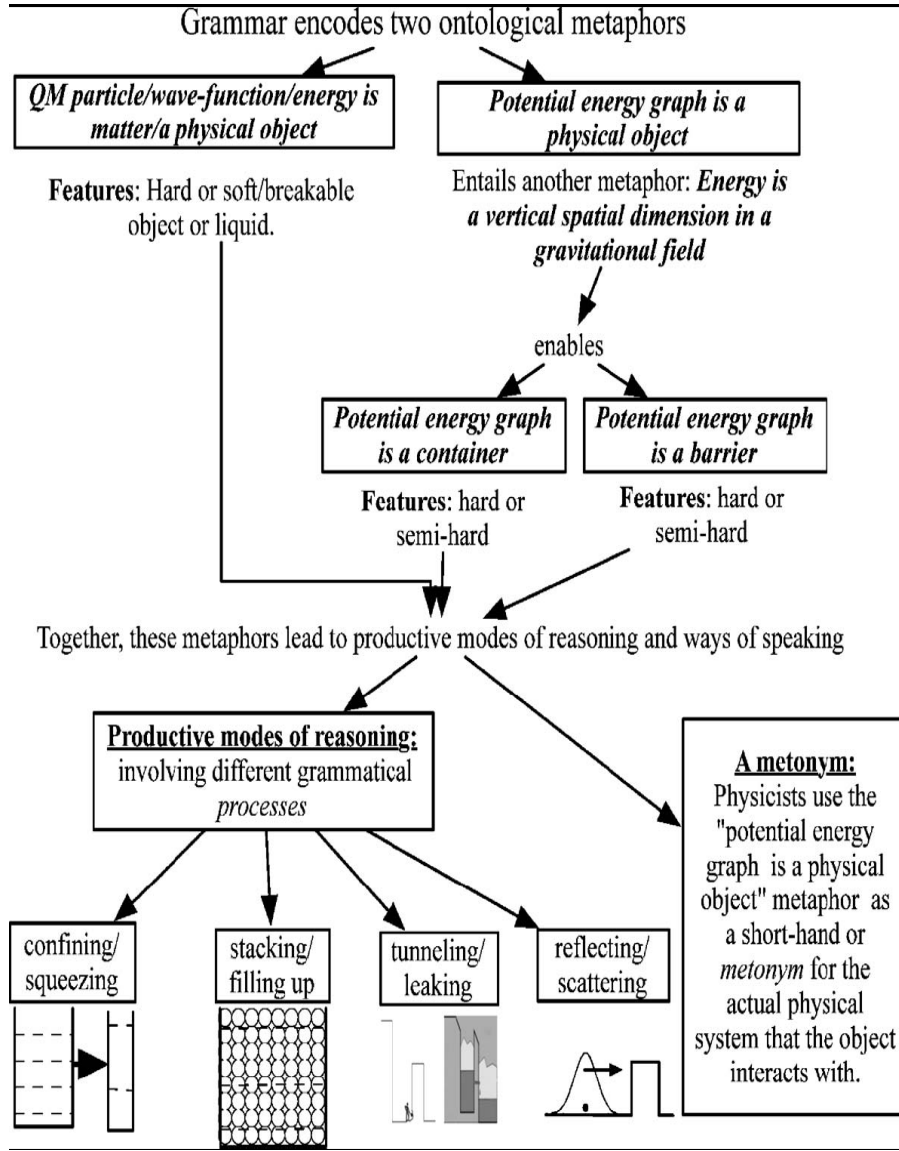
Etkina, fiziksel durumların sınıflamasını yapmıştır. Bu sınıflama şu şekildedir, (Etkina, 2003).

1. Nesnelerin modellerli
2. Nesnelerin arasındaki etkileşim modelleri
3. Nesnelerin sistem modelleri
4. Nesnenin veya sistemlerin aşamadan geçtiği süreç modelleri
5. Nesnelerin fiziksel araçları
6. Sistemin yapılandırılmasını açıklayan (durum, momentum) veya yapılandırılmasının üstünde (enerji, entropi) durum fonksiyonlarını açıklayan durum değişkenleri.

Fizikte yer alan kavramların bu ontolojik ağaçta yerlerini alması sözcüksel ontoloji terimini alacaktır.

Tablo 1.1. Bazı QM sistemlerinin etkileşimlerinin fiziksel veya coğrafik özellikler ile ilişkisini gösteren metaforik harita.

Kaynak Alan	Hedef Alan
Fiziksel veya coğrafik özellikler	QM 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 QM parçacığı veya sistemin veya parçacığın enerjisi
Duvarдан topun zıplaması	QM parçacığının yansıması
Bilardo Topu	Bazı durumlarda QM parçacığı
Sızma	QM parçacığının QM durumundan kurtuluşu



Şekil 1.2. Etkina'nın, metaforik sistemlerin fizikte kullanımının özetini gösteren şekil.

Chi'ye göre ontolojik ağaçta yerini alamayan kavramlar, kavram yanlışlığına, Etkina'ya göre ise, sözcüksel ontolojinin dilbilgisi kuralları ile çatışması metaforlara dönüşmektedir (Akt. Etkina and Brookes, 2007).

1.2. Problem Durumu

Metaforlar, yaratıcı düşünme öğelerini barındırdığından fen eğitiminde önemli bir role sahiptir. Metaforların kavramların algılanışında temel bir role sahip olduğunu göz önünde bulunduracak olursak, fen bilimlerinde kavramların nasıl algılandığını ve kavramsal haritaların zihinde nasıl oluştuğunu ortaya koymak, fen eğitiminin öğrenci bakışından yola çıkılarak değerlendirilmesi açısından oldukça yararlı olacaktır.

Bu çalışmada, öğrencilerin fizikte kullanılan dilin fizik kavramlarını nasıl algıladıkları ve kavramsal sistemleri nasıl oluşturdukları dolayısıyla metaforların fen eğitimindeki etkililiği araştırılmak istenmiştir.

1.3. Problem Cümlesi

“ Kuantum fiziğinde kullanılan metaforların, kuantum fiziğindeki kavramların algılanışına üzerine etkisi nedir?” sorusu, bu araştırmanın temel problem cümlesidir.

1.4. Alt Problemler

1. Kuantum fiziği dersinde kullanılan dilin öğrencilerin fizik algısındaki rolü nedir?
2. Kuantum fiziği dersinde kullanılan dilin teorik çerçevesi nedir?
3. Kuantum fiziği dersinde karşılaşılan temsiller nelerdir?
4. Kuantum fiziğinde yer alan metaforların özellikleri nelerdir?

1.5. Sayıtlar

1. Ölçme aracının soruları, araştırmanın amacına uygundur.
2. Ölçme aracı hazırlanırken ve uygulanırken uzman görüşleri yeterlidir.
3. Öğrenciler, araştırmanın evrenini temsil eder niteliktedirler.

4. Öğrencilerin homojen bir grup olduğu varsayılmıştır.
5. Öğrenciler ölçme araçlarını uygun şekilde, samimi ve tam motivasyonla cevaplandırmışlardır.
6. Ölçme aracının uygulanması esnasında öğrencilerin hazır bulunuşlukları ve vermiş oldukları cevaplar mevcut durumu yansıtmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

1. Araştırma kuantum fiziğinin uygulama yapılan konusuyla sınırlıdır. Bu nedenle diğer konuları kapsamamaktadır.
2. Bu araştırma, bir büyük şehirde köklü bir üniversitenin Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda kuantum fiziği dersi almış olan öğrenciler ile sınırdır.

1.7. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı fizikteki konuşma ve yazma dilinin teorik çerçevesini araştırmak, kuantum fiziğinde yer alan temsillerin öğrencilerin fizik algısındaki etkisini irdelemektir.

1.8. Araştırmanın Önemi

Sayısal dersleri özellikle de fizik derslerini anlamak ve yorumlamak kısaca öğrenmekte öğrenciler zorluk yaşamaktadırlar. Öğrenmenin tam olmaması öğrencinin derse olan ilgisinin azalmasına ve derste bazı kavramları yanlış anlamasına neden olabilmektedir. Bireysel farklılıklar artık kabul edilen bir gerçektir. Birçok araştırmacı ve psikolog genellemeler yaparken bireysel farklılıkları da parantez içinde belirtmektedirler. Öğrencilerin yeni bilgiyi alırken, onu işlerken ve kendi kavram haritalarına yerleştirirken birbirinden farklı yollar izlediği düşünülmektedir.

Öğrencilerin fizik derslerinde yaşadıkları öğrenme zorluklarından biri de fizik derslerinin konuşma ve yazma dilinde kullanılan bazı temsiller ve bu temsillerin kavramların ve yeni bilgilerin oluşumunda dil zorluğu olarak ortaya çıkmasıdır.

Konu ile yapılan geniş literatür taraması sonucunda bu konuda yapılan araştırmalar ve uygulamalar oldukça sınırlı olup, ülkemizde buna benzer bir çalışma henüz yapılmamıştır.

Lakoff ve Johnson'un öngördüğü gibi, metaforlar dildeki en büyük temsillerden biridir. Metaforlar hayatımızda kullandığımız dil ile birlikte yaşarlar. Yeni konuların aktarımında metaforlara sıklıkla başvurulur, ancak metafor kullanımının sonuçları üzerine henüz yeterli çalışmalar yapılmamıştır.

Bu çalışma ile kuantum fiziği dersinde yer alan bazı temsillerin nasıl algılandığı üzerine bir açıklık getirilmiştir. Öğrenciler kelimelerin gizemli koordinasyonuna bırakılmış, yaygın olarak kullanılan bu metaforik söylemlerin öğrenci algılayışında, asıl fizik kavramları ile ne derece uyum gösterdiği ortaya çıkarılmıştır. Bu bağlamda, bu çalışma önemli bir bakış açısı yakalamıştır.

1.9. Konu ile İlgili Literatür

Yapılan literatür taraması sonucunda ülkemizde kuantum fiziği derslerinde metafor kullanımının öğrencilerin fizik kavramlarını algılayışı üzerine etkisini araştıran yeterli sayıda çalışmaya rastlanmamıştır.

Nicolai Hartmann “ *Die Erkenntnis im Lichte der Ontologie* ” adlı eserinde, günümüzde yaygın olarak yapıldığı gibi, bilgiye yalnızca bir bilinç fenomeni olarak bakmanın, bilgi ile varlık arasındaki bağlantıyı göz ardı etmenin sakıncalarına dikkati çekmiştir. Bilmenin aşkın bir edim, her bilginin de bir varolana, bir nesneye ilişkin olduğunu anımsatarak, bilgiye ontolojinin ışığında bakmanın, başta bilginin doğruluğu-

kesinliği sorunu olmak üzere, birçok bilgi sorununu aydınlatmada ne kadar yol açıcı olabileceğini göstermiştir.

Etkina ve Brookes (2007)'un, “ *Using Conceptual Metaphor and Functional Grammar to Explore how Language Used in Physics Affects Student Learning*” adlı nitel araştırmalarında, öğrencilerin fizik derslerinde karşılaştıkları temsillerin teorik çerçevesini araştırmışlar ve nasıl öğrenme zorluğu olarak öğrencilerin karşılarına çıktıklarını açıklamışlardır.

Arslan ve Bayrakçı (2006) , metaforik düşünme ve öğrenme yaklaşımının eğitim-öğretim açısından inceledikleri çalışmalarında, metaforların genel olarak bir fenomenin veya bir kavramın daha tanıdık ve bilinen terimlerle nitelendirilmesi olarak tanımlamışlar, metaforların ve onların eğitimsel amaçlı kullanmalarını kuramsal olarak incelemişlerdir. İlk önce metaforlar ile ilgili temel kavramları tanımlamışlar, daha sonra ise metaforların eğitim öğretim alanında kullanımına yönelik açıklamalar yapmışlardır.

J. L. Lemke “ *Talking Science*” adlı çalışmasında fen bilimlerinde karşılaşılan temsiller ve bu temsillerin bilimsel basamaklarında yerlerini açıklamıştır.

Lakoff ve Johnson (1980), düşüncemize yön veren kavramların sadece zihne özgü sorunlar olmadığını, onların en sıradan detaylara kadar bizim gündelik faaliyetlerimize yön verdiklerini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, kavram sistemimizin büyük ölçüde metaforik olduğunu öne sürmüşlerdir.

BÖLÜM II

2. YÖNTEM

Araştırma, kuantum fiziği ile ilgili metaforların, öğrencilerin fizik algısı üzerine etkisini araştıran nitel bir çalışmadır.

2.1. Araştırma Yöntemi

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 seçimine gidildi. Birinci aşamada, kavramsal ağırlıklı 10 açık uçlu soruyla oluşturulan test, 3. sınıf öğrencilerine uygulandı. Teste verilen cevaplara önceden belirlenmiş kodlamalarla 4, 3, 2, 1, 0 puanlamaları yapılarak öğrenci başarıları belirlendi. Bu uygulama sonucunda, en yüksek puanı alan 5 öğrenci seçildi. Seçilen öğrencilere, 10 açık uçlu soruyla ilgili gözlem ve mülakattan oluşan ikinci aşama gerçekleştirildi.

2.2. Katılımcılar

Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim görmekte olan 21 üçüncü sınıf öğrencisi ile ilk aşama gerçekleştirildi. İkinci aşamada ise, birinci aşama sonucunda belirlenen 5 öğrenci ile uygulama yapıldı.

2.3. Veri Toplama Teknikleri

Araştırma için detaylı bir literatür taraması yapılmış ve metaforlar, kuantum fiziği ve nitel araştırma yöntemleri ile ilgili yerli ve yabancı makale, bildiri, araştırma ve tezlerle yayımlanmış kitaplar, dergiler ve internet tabanlı kaynaklar incelenmiştir.

Etkina ve Brookes (2007)'un hazırlayıp araştırmasında kullandığı metaforlar incelenmiştir. Bu inceleme, araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Etkina ve Brookes (2007)'un çalışmasına ek olarak, fizik kitaplarında yaygın olarak kullanılan metaforlar geniş bir literatür taraması sonucunda belirlenmiş, öğrencilerin gördükleri müfredat 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 çağırılmıştır. 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. Geliştirilmiş ikinci test ile öğrencilerle görüşme yöntemi yapılmış ve veriler kaydedilmiştir.

Veri toplama esnasında aynı verinin tekrar tekrar elde edilmesine, yani gerçekte veri toplama açısından bir “doyum noktası” na ulaşılmaya dikkat edilmiştir. Bu noktada Hartley (1995)’in fikir ve önerileri doğrultusunda veri toplama işlemi durdurulmuştur. (Akt. Bademci, 2008). Alt problemlerden yola çıkılarak öğrencilerde kavram haritaları ortaya çıkarılmış, bu örüntü yalın bir şekilde araştırmada belirtilmiştir.

İkinci aşamada gözlem yaklaşık 20 dakika, mülakat ise yaklaşık olarak 100 dakika sürmüştür. Uygulama boyunca veriler ses kayıt cihazında kaydedilmiştir. Katılımcılara, istedikleri takdirde isimlerinin belirtilmeyeceğini ve ses kayıt cihazının 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.

2.4. Verilerin Analizi

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

2.4.1. Madde Güçlük Düzeyi ve Güvenirlik Hesaplamaları

Birinci aşamada, tasarlanan metafor testi, 3.sınıf fizik öğretmeni adaylarına sorulmuş, yine aynı grup içerisinde seçilen 5 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Bu görüşmede metafor testi, alt problemlerle derinleştirilmiş ve zenginleştirilmiş, böylece güvenilirliği sağlamak için; aynı sorular, metafor testinin uygulandığı aynı öğrenci grubundan seçilmiş öğrencilerle tekrar tekrar görüşülmüştür. Ayrıca bu konuda, danışman ve uzman görüşü alınarak, maddelerin güçlük düzeyi öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine uygun olacak şekilde belirlenmiş ve uygulanmıştır. Böylece geçerlilik ve güvenilirlik sağlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

2.4.2. Gözlem ve Mülakat Verilerinin Analizi

2.4.2.1. Çalışma Grubunun ve Kullanılacak Soruların Belirlenmesi

Pek çok nicel ve nitel araştırma için şu beş soru alanı önemlidir, kim, ne, nerede, nasıl, ne, niçin. Bunlar arasında durum çalışmaları için en uygun olanları, “nasıl” ve “niçin” sorularıdır. Soruların açık uçlu olması, araştırmanın problemini çözmek adına keşfedici bir alan yaratmaktadır.

Birinci aşamada, üçüncü sınıf öğrencilerinin yazılı olarak vermiş oldukları cevaplar incelenmiştir. Öğrencilere kuantum fiziğinde yaygın olarak kullanılan bazı metaforlar verilmiş, bu metaforların lafzi anlamı ile figüratif anlamı arasındaki gerilim, öğrencilerin fizik algıları üzerinde incelenmiştir.

İkinci aşamada kullanılacak test için alt problemler belirlenmiş ve ikinci aşamada mülakat ve gözlem ile öğrencilerin kavramsal haritalarını ortaya koyacak sorular öğrencilerin gördükleri müfredat dahilinde geliştirilerek uygulanmıştır. Öğrencilerin kuantum fiziğinde karşılaştıkları bu metaforların derinlemesine incelemesi bu alt problemlerle sağlanmıştır. İkinci aşamada bu test 5 öğrenciye uygulanmış ve mülakat yapılmıştır.

2.4.2.2. Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanması

Nitel araştırmalarda “ geçerlik” yani “ inandırıcılık” kaygıları ön planda gelir. Araştırmacının önyargılarından ve varsayımlarından arındırılmış verilere ulaşma ve bu verilerin doğasına uygun bir analiz yaklaşımı benimseyerek anlamlı sonuçlara ulaşmak önemlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu araştırma ile anlamlı sonuçlara bu bağlamda ulaşılmıştır.

Araştırmacının veri kaynağına yakın olması, alanda oluşan gerçeklikleri yaşaması ve verinin doğasına uygun yöntem ve süreçlerle veri toplaması nitel araştırmanın sonuçlarının geçerliliğini arttıran özelliklerdir. Veri toplama yöntemi olarak görüşmenin ya da gözlemin kullanıldığı durumda araştırmacı ve veri kaynakları karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilirler. Bu etkileşim nitel araştırmada kabul edilebilir bir durumdur ve bunun araştırma verileri ve sonuçları üzerinde etkisi göz ardı edilemez. Bu araştırmada, öğrencilerin birbirleriyle etkileşimleri birbirlerini destekleyen ya da karşıt görüş oluşturdıkları diyaloglar derinlemesine incelenmiş ve bu araştırmada açıklanmıştır.

Yapılan bir ölçmede, üç farklı güvenilirlik ölçütü vardır. İlki *zamana göre değişmezlik ölçütü* olup herhangi bir şeyin aynı koşullar altında ve belli bir zaman aralığı ile ölçümleri sonucu elde edilen veri grupları arasındaki ilişkidir. İkincisi, *bağımsız gözlemciler arası uyum* yani birden çok gözlemcinin, birbirinden bağımsız olarak aynı şeyleri ölçmeye çalıştıkları durumlarda uygulanan güvenilirlik ölçütüdür. Üçüncüsü ise her ölçme aracının belli bir amacı gerçekleştirmek üzere birbirinden deneysel olarak bağımsız ve bütün içerisinde birbiriyle eşit ağırlıklara sahip ünitelerden oluştuğu varsayımına dayanan iç tutarlıktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Uzman ve danışman görüşü ile iç tutarlık sağlanmış, diyaloglardan alıntılar verilerek araştırmanın tutarlılığı ortaya konulmuştur. Araştırmada, araştırmacı katılımcı gruba yakın olmuş ve etkileşim içinde kayıtsız kalmamıştır. Böylece, geçerlilik sağlanmış, etkileşimden kaynaklanabilecek tehditler araştırmacı tarafından engellenmiştir

Lincoln ve Guba (1985), bu çerçevede iç geçerlilik yerine *inandırıcılık* kavramını kullanmışlar ve bunun sağlanabilmesi için birtakım stratejiler önermişlerdir. İlk olarak, araştırmacı veri kaynakları ile uzun süreli etkileşim içinde olmalıdır. Böylece veri kaynakları üzerinde kendi varlığından ve öznel algılardan kaynaklanabilecek etkiyi anlayabilir. İkinci, derinlik odaklı veri toplama ve teyit mekanizmaları geliştirilmelidir. Elde edilen veriler birbiriyle sürekli olarak karşılaştırılarak, yorumlanarak ve kavramsallaştırarak, araştırmaya katılanların bile açık bir biçimde farkında olmadıkları bazı örüntüler ortaya çıkarılmalıdır. Üçüncü olarak veri kaynaklarını çeşitleme (triangulation) yöntemi, farklı yöntemlerle (gözlem, görüşme, doküman vb.) elde edilen verilerin birbirini teyit etmesi amacıyla kullanılması ve sonuçların geçerliğini ve güvenilirliğini arttırması açısından önemlidir. Bu şekilde farklı algılar ve yaşantılar

ortaya konularak çoklu gerçekliklere ulaşılır (Akt.Yıldırım ve Şimşek, 2005). Son olarak uzman incelemesiyle geçerliğin değerlendirilmesi ve katılımcı teyidi ile ulaşılan sonuçların gerçeği temsil etmedeki etkiliği, sonuçları tanımlamada etkili olmuştur.

Tanımlanan bu stratejiler bir araştırmacının inandırıcılığının değerlendirilmesinde kullanılabilecek ölçütler olarak kabul edilmektedir. Bu bilgilerin ışığında, veri çeşitlemesini sağlamak amacıyla ikinci oturumda gözlem ve takiben görüşme yöntemlerine başvurulmuştur. Katılımcılara yeteri süre verilerek, etkileşim içerisinde verilerin teyidi sağlanmıştır. İkinci aşama boyunca veriler ses kayıt cihazına alınmış ve katılımcıların isteği üzerine bu kayıt ve katılımcı isimleri gizli tutulmuştur. İkinci aşamadaki diyaloglar metin olarak ekte verilmiştir. Gözlemden elde edilen veriler, detaylı bilgi amacıyla mülakatlarla ve alt problemlerle, derinleştirilmiştir(Akt. Yıldırım ve Şimşek, 2005).

2.4.2.3. Betimsel Analiz

Betimsel Analizde, elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Veriler araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenebileceği gibi, görüşme ve gözlem süreçlerinde kullanılan sorular ya da boyutlar dikkate alınarak da sunulabilir. İkinci aşamada belirlenen alt problemler, görüşme esnasında görüşmenin boyutuna göre derinlik kazanmış ve anlamlandırılma yoluna gidilmiştir.

Betimsel analizde, görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir biçimde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Bu tür analizde amaç, elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde okuyucuya sunmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu araştırmada, alıntılara sık sık yer verilmiştir.

Betimsel analiz dört aşamadan oluşmaktadır:

- 1.Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma,
- 2.Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi,

3.Bulguların tanımlanması,

4.Bulguların yorumlanması.

İlk olarak görüşme verileri okuyucu için belirli temalar altında düzenlenir ve tanımlanır. Görüşülen bireylerden doğrudan alıntılara yer verilerek yapılan betimlemeler zenginleştirilir. Böyle bir yaklaşımda, okuyucunun elde edilen bilgilerle betimsel bir yaklaşımla tanıştırılması ve ortaya çıkan temalar altında bulguların düzenlenmesi söz konusudur. Bu betimlemelerden yola çıkılarak, bazı çıkarımlarda bulunulmuş ve yorumlar yapılmıştır.

2.4.2.4. İçerik Analizi

Strauss ve Corbin (1990), bir kavrama ad verildiğinde; o kavramlar ile sorular sorulabildiğini, o kavramın incelenemediğini ve başka kavramlarla ilişkilendirilebileceğini savunmuşlardır (Akt. Bademci, 2008). Bu çerçevede, içerik analizi yoluyla veriler tanımlanmış, verilerin içinde gizli olan kavramlar ön plana çıkarılmaya çalışılmıştır.

Strauss ve Corbin'e göre incelenen olguya temel oluşturabilecek bir kuramın olmaması durumunda tümevarımcı analiz, yani kodlamaya dayalı içerik analizi gereklidir. Ortaya çıkan kodlar ve bu kodlar arasındaki ilişkiler, verilerin altında yatan olguyu ya da kuramı açıklamada kullanılan temel taşlar olarak görev yapmaktadır(Akt. Bademci, 2008).

Bu araştırmada, veriler içerik analize tutulmuş, kodlamalar oluşturulmuştur. Bu kodlama sürecinde, elde edilen verilerin bölümlere ayırması, yapılan bu kodlama, incelemeyi, karşılaştırmayı, kavramlaştırmayı ve ilişkilendirmeyi içermiştir.

Araştırma kuantum fiziğinde yer alan metaforlar üzerine yoğunlaştığı için, veriler arasındaki yer alan bölümler kavramlar birimini oluşturmuştur. Oluşan bu kavramlar, ilişkilendirilmiş, temalar oluşturulmuş, daha soyut ve genel bilgilere ulaşılmıştır.

BÖLÜM III

3. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu aşamada, ayrıntılı bir şekilde tanımlanan ve sunulan bulgular araştırmacı tarafından yorumlanmıştır. Bu araştırmada, araştırmacı bilgi toplama sürecinin doğal bir parçasıdır.

Birinci aşama sonunda üçüncü sınıf öğrencilerinin verdikleri cevaplar kodlanmış ve puanlandırılmıştır. İkinci aşamada en yüksek puan alan öğrenciler ile derinlemesine gözlem ve görüşme yapılmıştır.

3.1. Birinci Aşama

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.

Tablo 2.1. Puanlandırma Ölçeği

4: Çok iyi
3: İyi
2: Orta
1: Kabul Edilebilir
0: Kabul Edilemez

Tab2.2. Birinci Aşama Sonunda Elde Edilen Puanlama

Adı	PUANLAMA										
	1. soru	2. Soru	3. Soru	4. Soru	5. soru	6. soru	7. soru	8. soru	9. soru	10. soru	Top.
A	3	4	3	4	0	2	2	1	3	4	26
B	3	3	4	4	3	2	1	0	3	4	27
C	3	4	4	2	4	0	1	3	2	4	27
D	3	1	4	4	0	2	3	3	2	3	25
E	4	2	3	3	0	4	1	1	2	4	24
F	4	2	1	3	3	4	2	1	2	3	25
G	0	3	4	4	2	3	4	4	3	4	31
H	4	4	3	2	2	4	2	4	2	2	29
J	2	2	2	3	3	4	1	1	3	2	23
K	4	3	0	4	3	4	3	0	4	4	29
L	3	3	0	1	1	2	1	3	1	1	16
M	4	3	4	4	3	4	2	2	2	2	30
N	1	1	4	4	4	4	1	1	4	4	28
P	3	3	4	1	3	3	3	4	3	4	31
R	4	4	4	1	4	2	0	2	3	3	27
S	0	2	4	1	4	4	1	3	1	2	22
T	4	3	4	4	4	3	4	4	3	2	35
U	4	4	4	4	4	3	2	4	2	3	34
V	3	3	4	4	0	1	2	4	3	3	27
Y	4	3	4	1	4	3	3	3	1	4	30
Z	4	3	4	4	3	1	2	1	4	4	30

3.2. İkinci Aşama

Belirlenen bu kodlama ve puanlama sonunda en yüksek puan 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, mülakata davet edilmiştir. En yüksek puan alan 5 öğrenci arasından iki öğrencinin görüşmeye gönüllü katılımı sağlanamadığından, puanlamaya göre belirlenen 2 yedek aday ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Böylece görüşme en yüksek puan alan 5 asıl aday arasından 3 asıl öğrenci ve belirlenen yedek listeden en yüksek puan alan 2 öğrenci olmak üzere toplam 5 öğrenci ile sürdürülmüştür.

3.2.1. Birinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

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 seçenek buldular. İlk olasılığı, “dünyalar içinde dünyalar” olarak isimlendirebiliriz.

Bu anlatımda “dünyalar içinde dünyalar” ifadesiyle vurgulanan ne olabilir?

Testteki birinci soruya (EK-1) verilen cevaplara göre görüşmeden alınan şu diyaloglar dikkat çekicidir:

Alıntı 1(1.soru: 1 nolu satırlar)

“Z: Önce maddenin parçalanamayan yapı taşı atom olarak biliniyordu. Zaten atom Yunanca’ da parçalanamayan demektir. Daha sonra atomların da parçalanmasıyla elektron ve proton keşfedildi, daha sonra ise kuarklar ve leptonlar... Gitgide böyle daha küçük parçacıklara doğru keşifler başladı. Bu dünyalar içinde dünyalarda ise aslında keşfettikçe daha fazla şeyin keşfedilebileceğini, yani içeriye doğru genişleyen bir dünya bulundu. Örnekte de verdiğim gibi, Feynman’ın makalesinde vardı; aşağıda keşfedilmesi gereken çok şey var. Benim aklıma direk bu geliyor.”

Alıntı 2 (1.soru: 18-20 nolu satırlar)

“T: Ben dünyalar içinde dünyalar derken, asıl dünyanın atom olduğunu düşünüyorum. Çünkü bu bir yolculuk ve biz yolculuğa atomdan başladık. O yüzden ilk gördüğümüz dünya atom oluyor. Diğerleri gibi düşünüyorum. Sadece söylemek istediğim keşfetme olayı bitmeyecek gibi... Bunlar benzer olmak zorunda diye düşünüyorum ama benzer oldukları için birbiriyle bağlantı olmak zorunda olduğunu düşünüyorum. Yeni bir dünya keşfettikçe teknolojinin de ona bağlı değiştiğini görüyoruz. Yani pek çok şey değişebilir, yani keşfettiğimiz şeyler yeni bir dünya oluşturabilir”

Alıntı 3 (1.soru: 36 nolu satırlar)

“Y: Hani insan doğar, insan bebeklik çağında sadece evini bilir. Daha sonra büyüyünce çevresini tanır, caddeleri sokakları öğrenir, büyüyünce keşif duygusu da varsa tüm dünyayı öğrenebilir. Bu bana böyle geldi. İlk önce bebeklik çağındaydık, atomu bildik. Biraz daha büyüdük ve proton elektronu öğrendik, büyüdük derken de bu keşfettiğimiz şeyler, dünyayı en yüksek enerjili parçacık olarak düşünebiliriz. Ama ben elementer bir parçacığa ulaşmak dışında, bir parçacık olur mu, bu enerji de olabilir, enerjinin o enerjinin nasıl hapsedildiğiyle ilgili bu enerjiye neyin neden olduğu ile ilgili, bir sonuca varılır mı bilmiyorum ama bunu bir parçacık olarak düşünmüyorum.”

Alıntı 4 (1.soru: 9 nolu satırlar)

“M: Genelde benim görüşüm diğerlerine benziyor ama... Maddenin ilk bölünmez yapı taşının atom olduğu biliniyordu. Daha sonra elektron, proton ve sonradan nötron keşfedildi. Hatta protonların içinde de kuarklar olduğu biliniyordu. Ben de bunu algılamıştım hani, önce bölünemez deniliyordu ama ilerledikçe, gittikçe maddenin daha küçük parçalardan oluştuğu görüldü. Daha ileriye gittikçe daha büyük dünya, yeni bir parçacık oluşması için gerekli, yani o kadar enerji gerekiyor ki farklı bir yapıya dönüşülsün.”

Alıntı 5 (1.soru: 20 nolu satırlar)

“P: Arkadaşlarımın söyledikleri dışında eklemek istiyorum ben. Atom parçalanıyor. Kuarklara kadar geldik. Hatta Cern’de yapılan deneylerle bunu kesinleştirmeye çalışıyorlar. Bu yolculuğu, karanlık okyanustaki bir yolculuğa benzetecek olursak, karanlık dedik ama elimizde bir fener olsa, biraz önümüzü görebiliyoruz, hangi yola gideceğimizi biliyoruz, aşağıya mı gideyim yukarıya mı gideyim, biliyoruz bunu... Nereye gideceğimizi biliyoruz, ışığın şiddeti arttıkça gideceğimiz yolu daha net göreceğiz, o yüzden karaya çıkabileceğimizi daha iyi göreceğiz. Elimizdeki teknolojiyle şimdilik anca bu kadar... Ama görmüyorsak bile önümüzü denemelerin yapılmış olması, problem değil...”

Birinci soruya verilen cevaplar, “dünyalar içinde dünyalar” metaforunu açıklama da yeterli olsa da, birinci sorunun alt problemleri (EK-3) görüşme esnasında sorulduğunda, grup içinde farklılaşmalar söz konusu olmuştur. Kuantum fiziği kitaplarında yer alan bu metafor, alt problemlerle farklı kavramları çağrıştırmıştır.

Diyalogun tamamı (EK-2) incelendiğinde, bu metafor, atom, madde ve enerji arasında açıklanılmaya çalışılmış ve birbirinden farklı kavramlara ulaşılmıştır. “Dünyalar içinde dünyalar” metaforundan, yeni bir dünyaya ulaşıldığı veya elementer parçacığa ulaşılabilceği gibi farklı fikirler ortaya çıkmıştır.

Katılımcılar, bu yolculuğu, madde içinde mi yoksa zaman içinde mi bir yolculuk olduğunu algılamakta zorluk çekmişlerdir. “Dünyalar içinde dünyalar” metaforundan, atomdan kuarklara kadar uzanan bir keşif sürecinin varlığından bahsetmişler, ancak bu yolculuğun özelliğini açıklarken, madde, enerji, atom ve zaman arasında kavramsal karmaşalara düşmüşlerdir.

Alıntı 6 (1. Soru: 15 nolu satırlar)

Y: Alakalı... Alakalı ama, en büyük dünya atom değil bence. Atomlar içinde protonlar, protonların içinde kuarklar var ama bunların içinde enerjisi en fazla olan kuarklar. Yani bence tam tersten bir gidiş var. Bence dünya olarak baktığımızda kuarklar en büyük dünya, atom değil.

Katılımcılara, maddenin içinde yolculuğun diğer iki olasılık seçenekleri sorulduğunda, birinci soruda ifade edilen metafora başka metaforlar ekleyememişlerdir (EK-2). Böylece, kullanılan metaforun kavramları nasıl kuvvetlice ifade ettiği ve başka tasvirlerle yer bırakmadığı görülmüştür. Birinci soruda verilen metafor başka bir metaforla desteklenip alt problem oluşturulduğunda ise, öğrenciler, uzun bir düşünceye dalmışlar, maddenin içine yolculuğu, karanlık bir okyanustaki yolculuğa benzetmekte zorluluk çekmemişler ancak bunu açıklarken de, bu yolculuğu zaman içinde bir yolculuk mu yoksa madde içinde bir yolculuk mu olduğu konusunda fikir karmaşasına düşmüşlerdir.

Diyalogun tamamı incelendiğinde, (EK-2), öğrencilerin konu ile ilgili önbilgilerinin olduğu, bunu çok güzel ifade edebildiklerini ancak soru alt problemlerle desteklendiğinde ve verdikleri cevaplar irdelendiğinde, bu cevaplar, önbilgileri doğrultusunda karmaşıklaşmış, ne demek istedikleri konusunda, yanılgılara düşmüşlerdir. Bağlantılar birbirinden kopuk ve karmaşıklaşmıştır. Bu yolculuğun geri dönüşünün olup olmadığı konusunda P ve M arasında geçen diyalog dikkat çekici olmuştur.

Alıntı 7 (1. Soru: 24 nolu satırlar)

***P:**Bizim bildiğimiz dünyada diyoruz. Kuarkların geri dönüşü var diye düşünüyoruz. Bundan geri dönüşü var diye düşünüyoruz. Geri dönüşü olamaz diyoruz. Daha da derin olduğunu düşünürsek bu imkansız.*

Alıntı 8 (1. Soru: 25 nolu satırlar)

***M:** Eğer iki yıl da alsa daha uzun süre de alsa bu enerji elde edebilir. İlerde teknolojinin ne olduğunu bilmediğimizi için, daha kısa sürede de elde edebiliriz bence, bu imkansız değil.*

Y kodlu öğrenci, görüşme esnasında, metaforların dünyasına odaklanmış, verilen cevaplar ile tatmin olamamış, metaforları nesnelleştirme ihtiyacı içine girmiştir. Görüşmede Y'nin aşağıdaki konuşması oldukça ilgi çekicidir.

Alıntı 9 (1. Soru: 26 nolu satırlar)

Y: O enerjiye ulaştık, parçacığı açığa ulaştırdık, ama açığa çıkan enerji çok büyük olacak, biz o enerjiyle tekrar eV mertebesinde parçacığın içine hapsetmeyi düşünüyoruz. Bana işte o kısmı imkansız geliyor. Fili fındık kabuğunun içine yerleştirmek gibi bir şey. Açığa çıkan enerjiye ne olacak peki?

Birinci soru tamamlandığında, soruda yer alan metafor, somut kavramlarla açıklanmak istenirken, başka metaforlara başvurulmuştur. Bir metafor, başka metaforla açıklanılmak istenirken, arada geçen diyaloglar, katılımcı öğrenciler arasında yeni bir düş dünyasının kapılarını zorlamıştır. Öğrencilerde bulunan önbilgilerin, kavramsal haritalarda farklı yapıda olduğu, bir metafor açıklanırken ilk etapta hemen hemen aynı cevaplara başvurulduğu, ancak derine inildikçe önbilgilerin, metaforu açıklarken direnç gösterdikleri ve bu etapta öğrencilerin algılamaları ön bilgileri doğrultusunda birbirinden farklılık arz ettiği görülmüştür.

3.2.2. İkinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

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” olarak bahsedilen ne olabilir?

İkinci soruda “pionlar nükleer yapıştırıcıdır” ontolojik metaforu irdelenmiştir. Öğrenciler, günlük hayatta kullandığımız yapıştırıcı ile pion arasında ilişkiler kurarken, kurdukları ilişkileri tanımlamada ise farklılıklar göstermişlerdir.

Alıntı 10 (2.Soru: 1nolu satırlar)

Z:Proton ve nötron atomun çekirdeğinin içerisinde olduğu için, çekirdek içinde bir arada tutmak için çok büyük güçlü kuvvete ihtiyaç var, bence nükleer yapıştırıcı çekirdek içerisindeki maddeleri bir arada tutan kuvvettir.

Z öğrencisi, nükleer yapıştırıcı metaforunda bulunan yapıştırıcı kelimesini, günlük hayattaki yapıştırıcı ile ilişkilendirmiş ve “yapıştırıcı kuvvettir.” ontolojik metaforuna ulaşmıştır.

Alıntı 11 (2.Soru: 2 nolu satırlar)

Y: Bu demiştim ya kuarkların enerjisi daha büyük, protonun içine nasıl hapsediliyor? Ben işte bunu kastettim... Nükleer yapıştırıcılar onların bu şekilde hapsolmasını sağlar. Ben onları parçacık olarak nitelendirmişim kurakların enerjisi daha büyük, ben onu kastettim, nükleer yapıştırıcılar bunu sağlar. İlk aşamada parçacık demiştim ama tam da parçacık değil aslında, enerji, hapsolmasını sağlayan kuvvet ya da enerji şeklinde düşünüyorum. Parçacık mı, enerji mi, kuvvet mi bir karmaşam başladı gerçekten... Nükleer yapıştırıcı dendiğinde normal yapıştırıcıyı, parçacık olarak kullanıyoruz, burada da parçacık olarak düşündüm. Aklımda enerji kuvvet parçacık üçlemi var... Yani nükleer enerji normal yapıştırıcı gibi parçacık olabileceğini düşündüm ilk etapta.

Y öğrencisi, pionun nükleer yapıştırıcı olması konusunda açıklamasını yaparken, somutlaştırma yoluna gitmiş, günlük hayattan önbilgilerini kontrol ettiğinde “nükleer yapıştırıcı taneciktir.” metaforuna ulaşmış ancak düşüncelerinde bir karmaşa söz konusu olmuş ve bunu “Parçacık mı, enerji mi, kuvvet mi bir karmaşam başladı gerçekten...” ifadesiyle açıklamıştır. “Pion nükleer yapıştırıcıdır.” Metaforu Y öğrencisini yeni bir metafora sürüklemiş ve öğrenciyi, nükleer yapıştırıcının ne olduğu konusunda üçlemde bırakmıştır.

Alıntı 12 (2.Soru: 3 nolu satırlar)

M: Parçacık olduğunu düşünüyorum piyonların. Bunu da açıklayayım, mesela iki artı yüklü parçacığın birbirini ittiğini biliyoruz, ortaya farklı bir artı parçacık koyduğumuzda, eşit uzaklıklar verdiğimizde ve eşit kuvvetler sağlandığında orası dengede kalır. Çekirdek protonlardan oluşuyorsa, normalde birbirlerini itmesi gerekirdi, demek ki piyonlar protonları bir arada tutan parçacıklar olarak düşünebiliriz.

M öğrencisi Y öğrencisi ile aynı metafora sürüklenmiştir. M öğrencisi de Y öğrencisi gibi, “nükleer yapıştırıcı taneciktir” arkçı metaforunu desteklemiştir.

Alıntı 13 (2. Soru: 4 nolu satırlar)

T: İlk aşamada kuvvetten bahsetmiştim, çünkü ben nükleer yapıştırıcıyı kuvvet olarak düşünüyorum. Çekirdeği bir araya tutmaya yarayan kuvvet bence. Etkileşim olabilir mi? Öyle bir şey de çağırırdı bende... Bir arada tutmak için meydana gelen etkileşim. Evet öyle bir şey de çağırırdı bende...

T öğrencisi Y ve M öğrencisinden ayrılmış, “nükleer yapıştırıcı etkileşimdir” metaforuna ulaşmıştır. İlk aşama Z öğrencisine katılırken, ikinci görüşmede detaylı olarak düşündüğünde, kendi görüşünden sapmaya uğramıştır.

Alıntı 14 (2.soru 5 nolu satırlar)

P: Yapıştırıcının özelliği nedir, bir maddedir sonuçta... Kendi özelliğinden dolayı yapıştırır. Kendi özelliğinden dolayı o kuvveti oluşturabiliyor ve diğer parçacıkları bir arada tutabiliyor. Ben parçacık olduğunu düşünüyorum, öyle bir kuvvet oluşturuyor ki, parçacıkların dengesini oluşturabiliyor.

P öğrencisi, ikinci soruda tamamen günlük hayattaki yapıştırıcıyı fizikteki pionun özelliği ile ilişkilendirme içine girmiştir. Pionların yapıştırma özelliğinden bahsetmiş ve görüşmeye yeni bir pencere açmıştır.

İkinci soruda, Z öğrencisi, nükleer enerjinin bir kuvvet olduğunu ifade etmiş, T öğrencisi etkileşimden bahsetmiş, M, Y ve P öğrencisi ise nükleer yapıştırıcının parçacık olduğu görüşüne ulaşmıştır.

Öğrencilerin testin ilk aşamasında yazarak verdikleri cevaplar, görüşme esnasında irdelendiğinde, yeterli zaman ve imkan sağlandığında, öğrencilerin kavramsal haritaları ilk aşamada vurguladıkları noktadan farklı noktalara ulaşmıştır. Alt problemler görüşmeye sunulduğunda, genelden özele inilmek istenmiş ancak çoğunlukla öğrenciler kendi söylediklerinde bile kararsızlık yaşamışlardır.

3.2.3.Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

“**Pauli’nin Dışarlama İlkesine**” göre evrendeki tüm temel parçacıklar iki sınıfa ayrılıyorlar: Bozonlar ve fermiyonlar. Bozonların spinleri, yani özaçısai momentumları, $h/2\pi$ ’nin 0, 1, 2,. gibi tamsayı katları değeri taşıyor ve herhangi bir kuantum mekaniksel 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 yarım tek tamsayı katları olan parçacıklardan oluşuyor ve bunlardan biri bir kuantum durumuna yerleşmişse, bir başkası o durumu paylaşamıyor ve kendine başka “**yer**” aramak zorunda kalıyor.

Bu durumu günlük hayattan örnekler vererek modelleyebilir misiz?

Üçüncü soruda öğrencilerden bir metafordan bir genellemeye gidilmesi istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri modellemeler aşağıda verilmiştir.

Alıntı 15 (3.Soru:1 nolu satırlar)

Y: Hep bize çocukken kaplumbağa ile tavşandan bahsedilirdi. Bir yol düşünün, 100 m’lik bir yol düşünün, başlıyorsunuz bir ucundan öteki ucu da finish. Tavşanla kaplumbağa aynı anda başlayacak, tavşan hep yolun yarısını gidecek, kaplumbağa da direk gidecek, yolun yarısını değil yolu tamamen gidecek, hangisi daha önce finishe ulaşır diye sorarlardı. Hep bize tavşan yolun yarısını gidecek bize daha çabuk finishe ulaşacak gibi gelirdi. Ama oysa tavşan hep yolun yarısını gidecek, kalan yolun yarısını gidecek ve bu hep böyle devam edip gidecek... Tavşan tek bir yoldan gideceğini düşünerek daha çabuk gideceğini düşünürdük. Burada da fermiyonların orda sonsuza kadar gitmesini sonsuza kadar boş olan yer arıyorlar. Ama kaplumbağa direk gittiği için o yol üzerinde istediği yerde durabiliyor, onları da bozonlar olarak düşünmüştüm.

Alıntı 16 (3.Soru: 2 nolu satırlar)

Z: Bir banka iki kişi oturamaz. Masa iki kişilik olsa bile oturamaz. Ya da şöyle düşünecek olursak, Bir yere iş başvurusunda bulunur ama bir kişi alınır. Seçilir bir kişi alınır, diğerleri başka bir yere başvuru, bir kişi alınır.

Alıntı 17 (3.Soru: 3 nolu satırlar)

P: Şimdi bozonlar istenildiği kadar aynı cinsten konulabiliyordu bir seviyeye, bense bir atomu burada bir iş yerine benzettim. Kalifiye elemanlar fermiyonlar vasıfsız elemanlar ise bozonlardı. Bu iş yeri istediği kadar işçi alabilir ancak kalifiye elemana daha az ihtiyaç vardır, o iş yerinde kalifiye elemanlar başvurduğunda en iyisi seçilir, diğeri de başka departmanlarda yer arar eğer yer bulabilirse yerleşir, bulamazsa yerleşemez demiştim.

Alıntı 18 (3.Soru: 4 nolu satırlar)

T: Ben güvercinlerden bahsetmiştim devam etmek istiyorum. Bu güvercinler iç güdüsel olarak çarpılmamak için belli aralıklarla yerleşmek zorundalar. Bir güvercin bir yere konduysa, diğeri, üstüne, yanına konamaz. İki farklı kuantum durumunu ağaç ve tel olarak düşündüm. Ağaçta istediği yere konabilir. Böylece, bunu bozonlar olarak düşünmüştüm. Fermiyonları ise tele konan güvercinler olarak düşünmüştüm. Güvercinler içgüdüsel olarak yerleşiyorlar, kimse kimsenin yerine müdahale edemiyor. Orda olacaklarını biliyorlar ona göre davranıyorlar.

Alıntı 19 (3.Soru: 5 nolu satırlar)

M: Elektronun kuantum durumundan bahsetmiştim. Günlük hayattan örnek veremedim ilk aşamada. Ama şuanda aklıma şu geldi. Bir dizide çok kişi oynayabilir ama bir rolde sadece bir kişi oynayabilir.

Öğrenciler, bir metafordan bir modele kolaylıkla geçebilmişlerdir. Modeller somut olup, tamamen günlük hayatta kullandığımız kavramları içermiştir. Daha sonra öğrencilerle birlikte “dışarlama” metaforu alt problemlerle irdelenmiş ve dışarlama ne anladıkları konusunda fikir ayrılıkları hakim olmaya başlamıştır. Diyalog metninin (EK-2) tamamı incelendiğinde, şu açıklamalar ilgi çekicidir.

Alıntı 19 (3.Soru: 9 nolu satırlar)

Z: Pauli dışarlama ilkesini güneş gezegen sistemine uyarlayabiliriz. Dışarlama derken, diğerlerini dışarlama değil bence, sadece belli bir yere, belli özellikte bir maddenin yerleşmesi. Yani o tanecik geldi diye diğerleri dışlanmıyor.

Alıntı 20 (3.Soru: 10 nolu satırlar)

***M:** Mesela bir tane daha dünya olduğunu düşünürsek, aynı özellikte iki dünya var diyelim. Aynı özellikte ikinci dünyanın oraya gelememesi bence dışarlama ilkesi. Bence Pauli Dışarlama İlkesi bu. Aynı kütleli iki madde bir yere gelse bile ikincisi dışlanır. Yani onu oraya alamıyorsun.*

Alıntı 21 (3.Soru: 11 nolu satırlar)

***T:** Ben öyle düşünmüyorum. Başka bir dünyanın oraya gelmesi diye bir şey düşünmüyorum çünkü o dünya olması gerektiği yerde. Her şeyin sistemli olması gereken yerde, başka bir dünyaya yer yok o dünyaya var ve orda...*

Pauli Dışarlama İlkesi açıklanırken, öğrencilerin, alt problemlerle (EK-3), “dışarlama” metaforundan ne algıladıkları incelenmiştir. M, T ve Z alt problemlere uygun cevaplar ararken, P öğrencisi bu modellerin yeterince somut olmadığı fikrine varmış, bir eksiklik sezinlemiş ve şunları eklemiştir:

Alıntı 22 (3.Soru: 12 nolu satırlar)

***P:** Aynı özellikte parçacıklardan bahsettik, biz burada fermiyon ilkesini açıklıyoruz, bozonları açıklayamıyoruz. Küçük bir parçacık da giremez mi oraya? Küçük bir parça gelip, onun orda uydusu olabilir bence.*

Diyalogların tamamı incelendiğinde, P,T ve M bir metafordan bir modele kolaylıkla geçiş yapabiliyorken, Z ve Y öğrencileri, daha çok “dışarlama” nın ne anlama geldiği konusuna takılmışlardır. Üçüncü soru, araştırmanın gidişatı açısından oldukça önemli bir konumdadır. “**Pauli Dışarlama İlkesi**” metaforu tüm fizik kitaplarında kullanılan yaygın bir söylemdir. Metaforun figüratif ve lafzi anlamı burada bir gerilim oluşturmuş, öğrenciler bu gerilimi kendi iç dünyalarında yaşasalar da, bunu farkında olmadan kullanmayı öğrenmişlerdir. Yaşadıkları bu gerilim alt problemlerle ortaya çıkmış, öğrencilerin metafordan somut bir modele geçmelerini engellemiştir.

3.2.4. Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

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

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

Bu soruda, öğrencilerin fizik derslerinde sıklıkla karşılaştıkları bir modelden metafora geçişler incelenmiştir. Bir modelde metafordan fazlası mı olduğu, yoksa bir metafora modelden daha mı fazlasının 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 doluyor, 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. İlişkisz. 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 ihtimalliğin 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, mesela 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 (EK-3) 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.

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 metaforunda, 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. Öğrenciler, kendi hayal dünyalarında yaşattığı metaforlar en fazla 3 alt problemlerle kendileri göstermiş (EK-2), kavram yanlışlarının arasından yarı bulanık sızmaya başlamıştır.

3.2.5.Beşinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Kuantum Mekanikine 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 kullanılabileceği 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, ısınlama*

Alıntı 32 (5.Soru: 3 nolu satırlar)

P: *Ben ilk aşamada ne demek istediğimi ifade edememiştim ama enerjiyi aşıp geçmekten bahsediyoruz bence... Mesela bir cüce olsun, o cücenin sırıkla atlama olasılığıdır bence tünelleme... O cücenin onu yapabilme olasılığı yok bizim gözümüzde ama, hem cücenin 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 zorlanmıyorlar, 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 yapıyormuşuz gibi, alttan geçiyor, aynısı 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 direk 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 yapabiliyor, 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 hayatla alakalandırılmasında, 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.

3.2.6.Altıncı Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

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

Bu soruda öğrencilerin karşılaştıkları bir metaforun hangi kavramları çağrıştırdığı irdelenmiş ve “ *kendiliğinden yayınım*” metaforu incelenmiştir. Diyalog metninden alınan öğrencilerin cevapları dikkat çekicidir.

Alıntı 38 (6.Soru: 1 nolu satırlar)

T: Ben tamamen akademik bilgilerle söyledim bunu, kendisinde olan enerjiye ihtiyaç duymaması olarak düşündüm, yani bir yerde bulunması için daha az enerji yeterlidir ama arada bir enerji farkı oluşuyor, kendisinde farklı olan enerji yayınım yapılıyor, dışarıdan bir etki yok bence.

Alıntı 39 (6.Soru: 2 nolu satırlar)

Z: Bu uyarılınca yörüngeler arasından atlarken, arta kalan bu fazla enerjiyi kendisi foton olarak yayınlıyordu, sonuçta orda enerji maddeye dönüşüyor, o enerjiyi foton olarak yayınlıyor bunu. Elektron yapmıyor aslında ben bunu elektrona yüklemiyorum ama sanki...

Alıntı 40 (6.soru: 3 nolu satırlar)

Y: Bir elektronun bir yörüngeden başka bir yörüngeye geçmesi için, enerjiye ihtiyacı var bunun da dışarıdan bir enerji desteği ile karşılaşmadığında kendiliğinden geçen bir yayınım olarak düşünüyorum, elektrona yüklüyorum ben, sistemin enerji bakımından yalıtılmış olduğunu düşünüyorum ve bu enerji elektronun kendisinde varmış gibi düşünüyorum.

Alıntı 41 (6.soru: 4 nolu satırlar)

M: Atom belli bir yapıda bir enerjiye sahip, bir elektron farklı bir enerjiye geçince, elektron daha uzağa gittiğinde, atom bulunduğu konumu korumaya çalışacak, atom bence kararlı yapısını korumak için kendiliğinden yayınım yapıyor.

Alıntı 42 (6.soru:5 nolu satırlar)

P: Şimdi yanlış hatırlamıyorsam, belli bir süre zarfında geri dönmek zorunda yapıyorduk buna da kendiliğinden yayınım diyorduk. Atomun sağladığı koşullardan dolayı, ışıını yapan atom, ama elektronun da mesela bağlanma enerjisi var. Bence elektronun atoma bağlayan enerjisinden harcanıp yayınım yapılıyor.

Öğrenciler “kendiliğinden yayınım” ontolojik metaforunu, akademik bilgiler çerçevesinde açıkladıklarından emin olmuşlardır. Diyalogun (EK-2), tamamı incelendiğinde; bu önbilgilerin, öğrencilerin “kendiliğinden” ifadesini açıklarken, kavramların çeşitli açılardan birbirinden sapmasına neden olduğu görülmüştür. Öğrenciler “kendiliğinden” kelimesi üzerinde yoğunlaştığında, Y ve T öğrencisi, bu yayınının elektrondan kaynaklandığını ileri sürmüş, Z öğrencisi, yayınının elektronun mu atomun mu kendi özelliği olduğu konusunda kararsız kalmış ve genel cevaplar vermeye çalışmış, M ve P öğrencisi ise, kendiliğinden ifadesini atoma yüklemiştir. M ve P öğrencisine göre yayınıyı yapan atomlar, Y ve T öğrencisine göre ise yayınıyı yapan elektronlardır. Z öğrencisi her iki gruba da yakın konumdadır.

Bu soru, kullanılan bir metaforun, öğrencilerin karşısına nasıl bir dil zorluğu olarak çıktığını, çarpıcı bir şekilde ortaya koymuştur. Akademik bilgiler, açıkça ifade edilirken, öğrencilerin bilgileri bütünlük arz etmiş ancak bu metaforun derinlerine inildikçe, öğrencilerin nasıl kavram yanılgılarına düştükleri, gün yüzüne çıkmıştır.

3.2.7. Yedinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Işığın tanecikli 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?

Bu soruda öğrencilerin fizikte çok yaygın olarak kullandığı metafor incelenmiştir. Diyalog metinlerinden alınan(EK-2), kayıtlar ilgi çekicidir.

Alıntı 43 (7.soru:1 nolu satırlar)

Z: Işık enerjisi paketi derken Planck'ın kuantumlu durumundan bahsedilir. Paket derken orda kesiklidir, kuantumludur, orda bu kastediliyor bence, bizim normalde paketle olduğu gibi ilişkilendirilememiş bence. Foton elektromanyetik dalgadır, oradaki enerji paketi derken de fotonun kuantumlu değerler alabileceğinden bahsediliyor.

Alıntı 44 (7.soru:2 nolu satırlar)

P: Enerji paketi var demiş, içinde enerji var, bunlar yan yana dizildiğinde, sürekli olabilirler, kesikliliği var ama yan yana dizildiğinde dalga özelliğini de kapsıyor bence. Bir tek foton var diyemeyiz. Işığı sürekli foton olarak söylüyoruz, bir foton tek paketi oluşturuyor, paketler yan yana gelince ışığı oluşturuyorlar, bazı ışık ile ilgili olaylar kimi dalga kimi tanecik... Tek tek fotonlar paketlerdir, bu paketler ışığı oluşturuyor, foton bir paket bence... Işık enerjisinden bahsedince tek tek fotonlar bir paketi oluşturuyor, ama işte foton diyince burada paketlenmiş ve içlerinde enerji olan bir şey var gibi... Mesela top olsa, balon olsa, balonun içinde ip olsun, yansımayı gösterirdi, kırınımı gösterdiğini düşünelim, ucundan da ipi çekildiğinde dalga oluşumunu gösterebilir, yani yeri geldiğinde tanecik yeri geldiğinde dalga özelliğini taşıyor bence bu benzetmeler.

Alıntı 45 (7.soru:5 nolu satırlar)

T: Kendisine eşlik eden bir elektromanyetik halinde bir paket halinde ilerler diye düşündüm. Foton ve fotona eşlik eden elektromanyetik dalgayı bir paket olarak düşündüm.

Alıntı 46 (7.soru:6 nolu satırlar)

Y: Işık bir dalga gibi düşünüyoruz, bu paketlerin içinde de tanecikler var, paketlerin içinde de enerji, ben fotonları bu paketler olarak düşünmüştüm. Dalganın da bu paketleri taşıdığını düşündüm.

Alıntı 47 (7.soru:7 nolu satırlar)

M: Işık dalgaydı, foton da, sonuçta dalgayı kapsayan bir paket, paketler de ışığı oluşturuyor.

Öğrenciler bu soruda, fizikte yaygın olarak kullanılan foton metaforuna farklı tanımlamalar getirmişlerdir. Z öğrencisi, fotonun ışık enerjisi paketi olduğunu söylerken, kendi algılayışında, ışık enerjisi paketinden kesiklilik anladığını ifade etmiştir. P öğrencisi paketlerin tek tek foton olduğunu ve bu fotonların ışığı oluşturduğunu söylemiş, ayrıca bu paketlerin, içinde enerji olan bir sistem olduğunu algıladığını öne sürmüştür. T öğrencisi, fotonun ışık enerjisi paketi olduğunu söylerken, paketi günlük hayatta kullanılan paket ile ilişkilendirerek, bu paketin içinde bir şeyler olduğu düşüncesine dalmış ve bununla birlikte paketin içinde bir de elektromanyetik dalga var olduğunu düşündüğünü öne sürmüştür. Y bu metafordan dalga metaforuna ulaşmış, dalganın paketlerden oluştuğunu ileriye sürmüş ve bu paketlerin içinde enerji olduğunu düşünerek, P öğrencisini desteklemiştir. M öğrencisinin verdiği cevap, diğerlerinden keskin sınırlarla ayrılmıştır. M öğrencisi bir paketin içinde dalga olduğunu ifade etmiştir.

Diyalog metninin tamamı incelendiğinde, öğrenciler bu metaforu tanımlarken zorlanmamışlar, akademik olarak ifade etmekte başarı sergilemişler ancak derinlere inildiğinde, fotonun gerçekten ne olduğu konusunda çelişkilere düşmüşlerdir. Öğrenciler, günlük hayatta kullanılan somut paket kelimesine odaklandıklarında, bildikleri önbilgileri buna uyarlamaya çalışmışlar, böylece bir metaforun etkisi altına girmişlerdir.

Paket nedir, bu paketin içinde ne var gibi sorular, diyalogta tartışılmış, tekrar tekrar öğrencilerin fikirleri irdelendiğinde bir doyum noktasına ulaşılmış, bu doyum noktasına ulaştıklarında ise bu metaforun tamamen öğrencilerin algılayışlarında dalgalanmalara sebep olduğu görülmüştür.

Genel anlamda öğrenciler, paketten kesiklilik, yumaktan ise süreklilik algılamışlardır. “*Foton yumaktır*” ontolojik metaforuna açıklık getirememişler ve bunu tanecik modeli olarak değil, dalga modeli olarak algıladıklarını ifade etmişlerdir.

Bu soru ile fizikte kullanılan en yaygın metaforlardan biri incelenmiştir. Ortaya çıkan tablo, öğrencilerin metaforları algılayışları ve bu algılayışların bilimsel gerçeklerle tutarlılığı üzerinde önemli bir sonuç oluşturmaktadır. Öğrenciler, bu yaygın

olarak kullandıkları, bilinçsiz metaforların etkisi altına girmiş, önbilgileri ile çatışmış, metaforların lafzi ve figüratif anlamları arasındaki gerilimden etkilenecek, kavram yanılgılarına kadar uzanabilen bir süreç içinde bocalamışlardır.

3.2.8.Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Muon da, Dirac denklemiyle tanımlanır, eksi elektrik yüklüdür ve etkileşimleri kuantum elektrodinamiği tarafından büyük bir hassaslıkla belirlenir. Muon “**şişman bir elektrondur**”

Şişman elektron metaforundan anlatılmak istenen ne olabilir?

Öğrenciler, araştırmanın ikinci aşamasında bu soruya sözel anlatım tekniğiyle cevap vermişler ve kendi aralarında tartışmaya başlamışlardır. Aşağıda, öğrencilerin verdikleri cevaplardan alıntılar bulunmaktadır.

Alıntı 48 (8.soru:1 nolu satırlar)

Z: Özellikleri aynı, bir şeyi farklı ki şişman deniliyor, kütlesi belki büyük, ama o zaman elektronla aynı özelliğe sahip olmazdı. Bence, kütlesi aynı ama hacmi farklı... Daha fazla yer kaplıyor bence.

Alıntı 49 (8.soru:2 nolu satırlar)

P: Şişman elektrondan kasıt tüm özellikleri aynı ama kütleleri farklı olması hepsinin farklı olup, demek ki kütlesi farklı, demek ki onu oluşturan parçacıklar farklı yapıda.

Alıntı 50 (8.soru:3 nolu satırlar)

T: Günlük hayattan düşündüğümde, benden şişman birinin kütlesi benden daha fazladır. Şişman olması dışındaki tüm özellikler aynı, o yüzden müon oluyor, tüm özellikleri aynı kütlesi fazla bence.

Elektron ifade ediliyor, o zaman yükleri aynı, sadece kütlesi fazla.

Alıntı 51(8.soru:4 nolu satırlar)

M: Ben bu yüklerinin aynı olduğuna inanmıyorum. Bence kütlelerinin farklı olduğu gibi yükleri de farklı. Sadece elektron gibi hitap edilmesinin sebebi bence negatif yüklü olması ve Dirac denklemiyle açıklanabiliyor olması bence.

Alıntı 52(8.soru:6nolu satır)

Y: Bence yükleri de var.

Diyalogun bu kısmında, öğrenciler arasında bir gerilim meydana gelmiştir. Şişman elektron metaforu, öğrencileri nasıl da kavram yanılgısına düşürdüğü gözler önüne serilmiştir. Şişman kelimesinin cazibesi altında, öğrenciler, şişman diyince, hacmi mi daha fazla, yükü mü daha fazla, yoksa kütlesi mi daha fazla olduğu konusunda fikir birliğine varamamışlar, bu anlamda birbirinden ayrılmışlardır. P, T ve Z öğrencisi, şişman sıfatından, kütlenin aynı buna rağmen yükün farklı olabileceğini savunurken, Y ve M öğrencisi kütlenin aynı yükün farklı olduğu konusunda karar kılarak görüşmeyi sonlandırmışlardır.

Bu soruda, öğrenciler şişman sıfatını muona nitelerken, farklı boyutlara ulaşmışlardır. Uzun tartışmaların sonucunda, şişman kelimesinin muonda nasıl bir niteliğe sahip olduğu merak konusu olmuştur. Muon ve elektron arasındaki ilişki, bir metaforun aracılığıyla gizemli bir konuma gelerek karmaşıklaşmıştır. Araştırmanın bu sorusu ve öğrencilerin verdikleri cevaplar, bir metaforun, bir analogiyi kodlarken, nasıl da gizemli bir konumda keşfedilmeyi beklediğini ispatlamıştır.

3.2.9. Dokuzuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

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 zamktır*”.

Yukarıdaki açıklamada yer alan “*dünyayı bir arada tutan zamktan*” algılanan nedir?

Öğrenciler bu soruda, fizik biliminin yazma ve konuşma diline aynen yerleşmiş, İngilizcede yapıştırıcı demek olan gluonun özelliklerini irdeleyerek, soruda yer alan metaforu açıklamaya çalışmışlardır.

Alıntı 53 (9.soru: 1nolu satırlar)

Z: *Kuarklar ve leptonları bir arada tutan demiştik, tüm atomlar içinde oldukları için, daha fazla enerji gerektiğini düşünmüştüm, çok büyük bir kuvvet olması gerekiyor, dünyayı oluşturuyor ve genellemeye gidilmiş bence.*

Alıntı 54 (9.soru: 2 nolu satırlar)

Y: *Burada da sanki dünyalar içindeki dünyaları bir arada tutan parçacıkmiş gibi geldi bana...*

Alıntı 55 (9.soru: 3 nolu satır)

M: *Bu en küçük dünyayı bir arada tutan parçacık olarak düşünmüştüm.*

Alıntı 56(9.soru: 4 nolu satırlar)

T: *Ben de, etkileşimden bahsetmiştim, eşit kuvvetle, etkileşim yapmıyor gibi ifade ediyorum ama bence etkileşim de var bence. Stabil değil.*

Etkileşimini ortadan kaldırıyor.

Alıntı 57(9.soru: 5 nolu satırlar)

P: *Ortada bilyeler olsa, onları parçacıklara benzetirsem, aklıma direk o onların arasında etkileşim değil de, onun sayesinde orada kalıyorlar, etkileşim yok bence arada.*

Öğrencilerin bu metafora verdikleri cevaplar çeşitlilik arz etmemiş ve öğrenciler fikir bildirmekte istekli davranmamışlardır. Görüşmede daha önce yer alan pion kelimesi ile bağlantı kurmuşlar bu konuda fikirleri neyse onu savunmuşlardır. Z öğrencisinin, genelleme yoluna gitmesi, P öğrencisinin etkileşimden bahsetmesi ilgi çekicidir. Soru, alt problemlerle desteklenip öğrencilere sunulduğunda ise farklı bir cevap arayışına gidilememiştir.

3.2.10.Onuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

1897 yılında, İngiliz bilim adamı J. J. Thomson bir atomun daha küçük parçalardan oluştuğunun ipuçlarını verdi. Thomson üzerinde çalıştığı deneyler ve gözlemler sonucunda, atomların eksi yüklü elektronları ve bunları dengeleyecek artı yüklü tanecikleri içerdiği sonucuna vardı. Thomson'un buna uygun olarak geliştirdiği atom modeli **üzümlü keke** benzer. Eksik olan bu model, daha sonra Rutherford, Bohr ve diğerlerince değiştirilmiş; kuantum mekaniğinin gelişimiyle de bugünkü hâlini almıştır.

Yukarıda verilen atom modeline göre, üzümlü kek modeli ile atom nasıl bağdaştırılmıştır?

Bu soruda, öğrencilerin metafor ile model arasındaki etkileşimleri incelemeleri istenmiş, bu bağlamda “ atom üzümlü kektir” ontolojik metaforunun öğrencilerin fizik algısı üzerindeki etkisi araştırılmak istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri bazı cevaplar ve yorumlar aşağıda yer alan alıntılardaki gibidir.

Alıntı 58 (10.soru: 1 nolu satır)

Z: *Bu üzümlü kek, çekirdek yok, direkt benziyor günlük hayattakine bence.*

Alıntı 59 (10.soru: 2 nolu satırlar)

Y: *Ben ilk okuduğumda da sanki negatif yükler daha planlı bir yapı sergiliyormuş gibi buna rağmen pozitif yükler buna bağlı olarak dağılıyormuş gibi geliyor üzümlü kek modelinde. Keki üzümlü olması şart değildir, burada da pozitif yüklere ihtiyaç yok gibi, sanki atomun özü negatif yüklü gibi.*

Alıntı 60 (10.soru: 3 nolu satırlar)

M: *Negatif yükleri dengeleyecek homojen bir şekilde dağılmış değil aslında ama yine de dağılmış gibi... Üzümler homojen dağılmamış bence, burada söz konusu olan dengede olması.*

Alıntı 61 (10.soru: 4 nolu satırlar)

P: *Dengelemek nerden geliyor? Parçacıklardan etkileşim olmadığını görüyordu, yük olarak tanımlamamış onu da bir sıvı olarak görüyor, elektronlar sıvı gibi anlatılmış. Bu yüzden bilinmediği için normal, homojen bir şekilde dağılmıyorlar, elektronları parçacığa benzetilmemiş bence... Yuvarlak bir şekilde göstermiş...*

Hücre modeli gibi... Üzümleri attığımız zaman homojen bir yapı sergilemiyor bence.

Alıntı 62 (10.soru: 5nolu satırlar)

T: Henüz çekirdek kavramı olmadığı için Thomson'un, altın plaka ile bir deney yapılmıştı, bazıları geri dönüyordu, Thomson'un bundan haberi yoktu, protonları üzümlü kek içerisine yaydı, elektronu da nerde olduğunu bilemediği için bu hamur kısmına yaydı. Negatif yükün neden böyle bir egemenliği var bu modelde onu anlayabilmiş değilim ama. Pozitif yükleri tanecik olarak göstermiş.

Öğrenciler Thomson'un bu üzümlü kek modeli ile atom arasında ilişkiler kurmakta zorluk çekmemişlerdir. Thomson'un üzümlü kek modelini, günlük hayatta kullanılan üzümlü kek modeline benzetmişler ve bu bağlamda, figüratif bir anlamın varlığından bahsetmemişlerdir. Somut bir modelden, soyut bir kavramı tanımlama yoluna giderken, bu örnekte kullanılan metaforu bir kanal olarak kullanmışlar ve verdikleri kavram tanımlamalarında farklı metaforlara sıklıkla başvurmuşlardır. Bu soru alt problemlerle incelendiğinde, üzümlü kek modeli ile atom bağdaştırılabiliyorken, çekirdek kavramının bağdaştırılamadığı görülmüştür.

Öğrencilerin önbilgileri okulda edindikleri akademik bilgilerle, sınırlı ve paralel kabul edilmiş, bu çerçevede görüşme esnasında yeni fikirlerin oluştuğu ortaya çıkmıştır. Bu çarpıcı örneklerden biri, negatif yüklerin Thomson'un atom modeline hakimiyeti gibi düşünsel bir söylem oluşmuştur. Bunu T öğrencisi, yaptığı açıklamalarda açıkça göstermiş ve Y öğrencisi ise bu fikri destekleyen ifadelerde bulunmuştur. Z öğrencisi zihnindeki kavramlarla bu soruda yer alan modeli birbirine uyumlu olduğunu söylemiş, M ve P öğrencisi ise daha çok denge kavramına yoğunlaşmış, bu konuda görüşmeyi tartışmalarla sürdürmüşlerdir.

BÖLÜM IV

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın sonuçları, öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar açısından farklılık göstermektedir. 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. Öğrencilerin kavram haritaları, sorular ve soruların alt problemleriyle ortaya çıkarıldığında, öğrencilerin önbilgilerinin paralel olmasına rağmen farklı özellikte kavramsal haritalara ulaşıldığı gözlenmiştir.

4.1. Metafor Kullanımının Öğrencilerin Fizik Algısına Üzerine Etkisi Açısından Sonuçları

Araştırmada, metaforların dilbilgisel olarak betimleyici bir süreç olduğu örneklerle ortaya çıkmıştır. Metaforlar fizikte yer alan kavramların belirsizliğini ortadan kaldıracı olduğu gibi, öğrencileri kavram yanlışlarına doğru sürükleyen bir süreçte öğrencileri olumsuz etkilediği de gözlemlerle ve görüşmelerle ortaya çıkmıştır.

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.

Metaforlarda mevcut bulunan lafzi (asıl) anlam ve figüratif (mecazi) anlam arasındaki gerilim, öğrencileri etkisi altına almış ve öğrencilerin yaratıcılık özelliklerini geliştirerek onların hayal dünyalarının kapılarını zorladıkları görülmüştür. Metafor olarak kodlanan analogilerin, fiziksel sistemleri betimlediği, metaforların ise bu

analojileri sınırlandırarak, analogilerin belirli bir şekil almasını sağladığı tespit edilmiştir.

Bir metafora bir modelden daha fazlasının mı bulunduğu, yahut bir metafora bir modelden 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 öğrenciye farklılık arz ettiği gözlenmiştir.

Araştırmada ontolojik metaforlara, Chi'nin geliştirdiği ontolojik ağaç çerçevesinde değinilmiş ve fizikte kullanılan birçok kavramın ontolojik metaforlar olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada en dikkat çekici noktalardan biri, öğrencilerin zihinsel kavramları ve fizikte kullanılan metaforlar arasındaki ilişki olmuştur. 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 yanılgılarına doğru sürüklenildiği görülmüştür.

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.

Metafor kullanımının olumlu ve olumsuz özellikleri bu araştırmada gözler önüne serilmiştir. Öğrencilerin doğal olarak kullandıkları ve kullanırken farkında olmadıkları bazı metaforların, kavramların somutlaştırılmasında ne kadar kullanışlı bir konuma sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Kuantum fiziğinde yer alan bazı metaforların, öğrencilerin fizik algısında can alıcı bir yere sahip olduğu bu araştırma ile tespit edilmiştir. Kuantum fiziği konusunda, öğrencilerin önbilgilerinin paralel ve sınırlı olduğu kabul edilmesine rağmen, öğrencilerde metaforların algılanışı ve bu algıların,

bilimsel gerçeklerle tutarlılığı öğrenciler arasında farklılık göstermiştir. Bu anlamda, metafor kullanımı son derece kritik ve tehlikeli bir özelliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. Öneriler

4.2.1. Öğretmenler İçin Öneriler

Metafor kullanımı fizik eğitiminin doğasına uygun olmasından ötürü planlı programlı veya doğa olarak sıklıkla başvurulmuş bir yöntemdir. Metaforların kendi yapılarından dolayı, metafor kullanımı, öğrencilerin hayal dünyalarının kapılarını zorlayarak, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmektedir. Metafor kullanımının, soyut kavramların aktarılmasında, öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı, son zamanlarda yapılan araştırmalarla gün yüzüne çıkmıştır. Bu uygulama çerçevesinde metaforlar, fizik eğitiminde son derece pratik bir kullanıma sahiptir.

Bununla birlikte, fizikte kullanılan metaforların, ön bilgilerin olumsuz etkisiyle kavram yanlışlarına dönüşmesi, öğrencilerin karşısına kullanılan dilin zorluğundan kaynaklanarak, bir öğrenme zorluğu olarak öğrencileri etkilediği dikkat edilmesi gereken başka bir unsurdur.

4.2.2. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Bu araştırma, başka üniversitelerin fizik öğretmenleri adayları arasından tekrar araştırılabilir. 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 çalışmada, 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.

KAYNAKLAR

Ahanov, A. (1965). *Til Bilimine Krispe*. Almatı: Mektep.

Aksan, D. (1999). *Anlambilim, Anlambilim Konuları ve Türkçenin Anlambilimi*. Ankara: Engin Yayınevi.

Aristoteles. (2000). *Retorik*. (çev. Mehmet H. Doğan). İstanbul: YKY.

Arslan, M.M. ve Bayrakçı, M. (2006). *Metaforik Düşünme ve Öğrenme Yaklaşımının Eğitim-Öğretim Açısından İncelenmesi*. Milli Eğitim Dergisi. (171). 100-108.

Arutyunova, A. (1990). *Teoriya Matafori*. Progress: Moskva.

Aydın, İ. (2006). *Bir Felsefi Metafor “ Yolda Olmak”*. Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi. VI. S: 2-14.

Azar, A. (2001), *Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi*, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri. Maltepe Üniversitesi. İstanbul: S. 345-350.

Bademci,S. (2008). *Fizik Problemleri Çözmede Düşünce Deneylerinin Yeri*. Yayınlamamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Beardsey, M. (1958) *Aesthetics*. New York: Hourcourt, Brace and World. S. 134

Black, M. (1962). *Models and Metaphors*. (Cornell University Press, Ithaca, NY, 1962) Chap.III, pp. 25-47.

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.

Cameron, K. S. and D. Whetten. (1983). “ *Models of the organizational life cycle: Applications to higher education* ” . Rewiw of Higher Education.

Coşar, M. (2002). *Nietzsche Kavramada Yeni Bir Yol*. Ankara: Odtü Geliştirme Vakfı Yayıncılık.

Demir, G.Y. (2007). *Sosyal Bir Fenomen Olarak Dilin Belirsizliği*. Doktora Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ertürk, S. (1977). *Eğitimde Yeni Kavramlar ve İlkeler*. Ankara.

Etkina and Brookes, (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, Pages 010105

Etkina, E., Warren, A.A. and Gentile, M. (2003). *The Role of Models in Physics Instruction*. Physc. Teach. 44. 34.

Fretzin, L. (2001). *Metaphors in Teaching*, <<http://lrs. Ed. Uiuc.edu/ students/ fretzin/ EPL11q5Metaphors htm> >

Gak, V. G. (1988). “ *Metafora Universale İ Spetsifiçeskoye Metafora.* ” Yazıke i Tekste. Moskva.

Hanson, L. (1993). Affective Response to Learning via Visual Metaphor, Annual Conference of the International Visual Literacy Assosation, October 1-17. New York.

Hartmann, N. (1955/ 1998). *Ontolojinin Işığında Bilgi*. (çev.Tepe,H.). Ankara: Türkiye Felsefe Kurumu.

Hesse, M.B. (1966). *Models and Anologies in Science* (University of Notre Dame Pres, Notre Dame, IN).

Kaptan, S. (1998). *Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri*. Ankara: Bilim Yayıncılık.

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.

Marzano, R. (2000). *What Works in Classroom Instruction*. ERIC Document. No: ED 468434.

Merdivan, E. (2007). *Farklı Metafor Kullanımlarının Hipermetin Öğrenimine Etkileri*. İstanbul:Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Morgan, J.T., Witmann M.C and Thompson. in Proceedings of the 2003 Physics Education Research Conference. edited by Franklin S, Cummings and Marx J (AIP, Melville, NY).

Osborne, R. J. and Gilbert, J. (1980). *A Method fort he Investigation of Concept Undersatnding in Science*, European Journal of Science Education, V.2 (3): 311-321)

Osborne, R. J. and Wittrock, 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.

Otyzbayeva, Z. (2006). *Kazak Yazar Dükenbay Dosjanov'un İpek Yolu Romanında Metaforlar*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

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 Srüdüldükleri Metaforlar*” . *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 135-155.

Saçlıoğlu, C. (2000). *Felsefenin Kuantum Mekaniksel Temelleri*. Bilim ve Teknik Dergisi. Ankara. 56-63.

Sanchez, A., M. B. Jose and M. Victor. (2000). “ *Designing of Virtual Reality Systems for Education: A Cognitive Approach.*” *Educational Information Technologies*. 5(4), 358.

Semerci, Ç. (2007). *C. Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*. Cilt: 31. No: 2. 125-140

Sönmez, V. (2001). *Program Geliştirmede Öğretmen El Kitabı*. Geliştirilmiş 9. Baskı. Ankara.:Anı Yayıncılık.

Tan, H. (1971). *Öğrenci İhtiyaçları Tarama Listesi ve Kullanılışı- El Kitabı*. İstanbul: MEB Eğitim Birimi Müdürlüğü.

Tekin, H. (1977). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (1999). *Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EKLER

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

EK-2: 3.SINIF GÖRÜŞME KAYITLARINDAKİ DİYALOG METNİ

EK-3: 2.AŞAMA İÇİN GÖRÜŞME EK SORULARI

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; çekirdekde **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 özaçısıl momentumları, $h/2\pi$ ’nin 0, 1, 2,. gibi tamsayı katları değerler taşıyor ve herhangi bir kuantum mekaniksel 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 mekaniğinde “**elektron bulutu**” benzetmesi yapılır.

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

5. 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?

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 zımkı**”.*

Yukarıdaki tanımda yer alan “**dünyayı bir arada tutan zımkı**” 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?

EK-2: 3.SINIF GÖRÜŞME KAYITLARINDAKİ DİYALOG METNİ

1.SORU

1. **Z:** Önce maddenin parçalanamayan yapı taşı atom olarak biliniyordu. Zaten atom Yunancada parçalanamayan demektir. Daha sonra atomlar parçalanınca elektron ve proton keşfedildi, daha sonra ise kuarklar ve leptonlar. Gitgide böyle daha küçük parçacıklara doğru keşifler başladı. Bu dünyalar içinde dünyalarda ise aslında keşfettikçe daha fazla şeyin keşfedilebileceği, yani aslında içeriğinin başta atom bölünemezdi daha sonra protonun elektron, daha sonra ise proton içinde de kuarklar falan git gide içeriye doğru genişleyen bir dünya bulundu. Orda da örnekte verdiğim gibi, Feynman'ın makalesinde vardı; aşağıda daha keşfedilmesi gereken çok şey vardır. Benim aklıma direkt bu geliyor.
2. *Peki madde içinde yolculuk için sanki karanlık içinde kaybolmuş büyük bir okyanusta yüzdüğümüzü düşünebilir miyiz?*

Z devam ediyor, evet düşünebiliriz. Çünkü daha keşfedilmemiş mesela önce elektronlar keşfedildi ve elektronlar yörüngelerde doluyor denilmişti. Daha sonra biz biliyoruz ki yörüngelerde dolanmıyor ve yerini tam olarak belirleyemiyoruz yani aslında bildiğimiz şeyler de aslında tam net değil o yüzden diyebiliriz.

3. **Y:** Ben orda da yazmıştım ilk önce maddenin yapı taşının atom olduğu söyleniyordu, daha sonra maddenin yapı taşlarının kuarklar olduğu söyleniyordu, git gide atom altı parçacıklara inildikçe maddenin yapı taşlarının da farklı olduğu düşüncesi hakim olmaya başladı. Daha sonra aklıma gelen bir şey vardı, mesela protonun enerjisi ile kuarkların enerjisi farklı ama düşündüğümüz zaman, toplamda baktığımızda protonların enerjisi daha düşük ama kuarklara indiğimizde daha büyük bir enerji var. Bence dünyalar içinde dünyalar olduğu fikri de buradan gelmiş olabilir.
4. *Z katıldığını söylüyor ve şunu ekliyor,*
5. *Yani daha derine inildikçe enerjisi daha büyük parçacıklar elde ediliyor.*
6. *Yani sence derinlere inildikçe oluşan dünya daha büyük bir dünya mı?*

7. Y cevap veriyor, enerjisi daha büyük bir dünya.
8. **M:** Genelde benim görüşüm diğerlerine benziyor ama... Maddenin ilk bölünmez yapı taşının atom olduğu biliniyordu. Daha sonra elektron, proton ve sonradan nötron keşfedildi. Hatta protonların içinde de kuarklar olduğu biliniyordu. Ben de bunu algılamıştım hani, önce bölünemez deniliyordu ama ilerledikçe, gittikçe maddenin daha küçük parçalardan oluştuğu görüldü. Daha ileriye gittikçe daha büyük dünya, yeni bir parçacık oluşması için gerekli, yani o kadar enerji gerekiyor ki farklı bir yapıya dönüşsün.
9. *Yani şunu mu demek istiyorsun, dünyalar içinde dünyalar derken yeni bir dünya mı var?*
10. Yani yeni bir enerji, yeni bir dünya oluşuyor zihnimde. Evet. Bence farklı bir dünya gittikçe değişen...
11. *Burada Z yeniden söz alarak konuşmaya devam ediyor.*
12. **Z:** Başta proton bulunduğunda, o da atomun altındaydı bölünemiyordu, daha sonra kuarklar bulundu, protonlar yeni bir dünya olarak görüldü. Daha sonra kuarklar yeni bir dünya... Belki daha sonra kuarklar bölünecek... Bir şeyler bulunacak... Yani apayrı dünyalar olacak... Aslında birbirini kapsıyor ama içinde küçük küçük ayrı dünyalar... Yani dünyalar içinde dünyalar var derken en küçük dünya ile en büyük dünya ile birbiriyle alakalı.
13. *Burada Y fikrini söylemeye başlıyor.*
14. **Y:** Alakalı... Alakalı ama, en büyük dünya atom değil bence. Atomlar içinde protonlar, protonların içinde kuarklar var ama bunların içinde enerjisi en fazla olan kuarklar. Yani bence tam tersten bir gidiş var. Bence dünya olarak baktığımızda kuarklar en büyük dünya, atom değil.
15. *Maddenin içine yolculuğu karanlık okyanusta bir yolculuğa benzetebilir miyiz sence de yani? Y devam ediyor...*
16. **Y:** Bilinmeyen olarak evet. Çünkü çok bilinmeyen var. Kuarkın bir alt parçacığı keşfedilir ama maddenin özünün bulunması çok zor bir süreç gerektiriyor bence.
17. **T:** Ben dünyalar içinde dünyalar derken, asıl dünyanın atom olduğunu düşünüyorum. Çünkü bu bir yolculuk ve biz yolculuğa atomdan başladık. O yüzden ilk gördüğümüz dünya atom oluyor. Diğerleri gibi düşünüyorum.

Sadece söylemek istediğim keşfetme olayı bitmeyecek gibi... Bunlar benzer olmak zorunda diye düşünüyorum ama benzer oldukları için birbiriyle bağlantı olmak zorunda olduğunu düşünüyorum. Yeni bir dünya keşfettikçe teknolojinin de ona bağlı değiştiğini görüyoruz. Yani pek çok şey değişebilir, yani keşfettiğimiz şeyler yeni bir dünya oluşturabilir.

18. Şimdilik karanlık bir yolculuğa benzetilebilir. Okyanustaki yolculuğa benzetilebilir. Çünkü henüz bilgilerimiz içindeki dünyaya ulaşılacak kadar yeterli değil. Çoğu şey belirsiz... Ama ilerde inanıyorum ki daha aydınlık bir okyanus olacak.

19. **P:** Arkadaşlarımın söyledikleri dışında eklemek istiyorum ben. Atom parçalanıyor. Kuarklara kadar geldik. Hatta Cern'de yapılan deneylerle bunu kesinleştirmeye çalışıyorlar. Okyanus benzetmesine gelirsek, karanlık dedik ama elimizde bir fener olsa, biraz önümüzü görebiliyoruz, hangi yola gideceğimizi biliyoruz, aşağıya mı gideyim yukarıya mı gideyim, biliyoruz bunu... Nereye gideceğimizi biliyoruz, ışığın şiddeti arttıkça gideceğimiz yolu daha net göreceğiz, o yüzden karaya çıkabileceğimizi daha iyi göreceğiz. Elimizdeki teknolojiyle şimdilik bu kadar. Ama görmüyorsak bile önümüzü denemelerin yapılmış olması, problem değil...

20. *Yolculuğun geri dönüşü var mı?*

21. **Z:** Geri dönüşü olduğunu sanmıyorum. Sürekli bir şeyler ispat ediliyor ama mutlaka bir açıklık var. Tamam. Bulduk. Atom bu dediğimizi sanmıyorum. Zeeman etkisi vardı, şunun için kesin denilen bir şeyde bile açıklanamayacak bir açık var. Bu yolculuğun geri dönüşü yok bence.

22. **Y:** Geri dönüş var derken tekrar mesela protunu böldük kuarklar oluştu, kuarkları böldük başka parçacıklar oluştu, bu yolculuğun geri dönüşünün olabilmesi için çok çok büyük enerjiler gerektiğini düşünüyorum. O yüzden bu enerjiyi elde edip tekrar atoma kadar inebileceğimizi düşünemiyorum.

23. **P:** Bizim bildiğimiz dünyada diyoruz. Kuarkların geri dönüşü var diye düşünüyüz. Bundan geri dönüşü var diye düşünüyüz. Geri dönüşü olamaz diyoruz. Daha da derin olduğunu düşünürsek bu imkansız.

24. **M:** Eğer iki yıl da olsa daha uzun süre de olsa bu enerji elde edebilir. İlerde teknolojinin ne olduğunu bilmediğimizi için, daha kısa sürede de elde edebiliriz, bence bu imkansız değil.
25. **Y:** O enerjiye ulaştık, parçacığı açığa ulaştırdık, ama açığa çıkan enerji çok çok büyük olacak, biz o enerjiyle tekrar eV mertebesinde parçacığın içine hapsetmeyi düşünüyoruz. Bana işte o kısmı imkansız geliyor. Fili fındık kabuğunun içine yerleştirmek gibi bir şey. Açığa çıkan enerjiye ne olacak peki?
26. **T:** Keşfetme sürecinin henüz bittiğini düşünmüyorum ki üzerinden çok zaman geçmedi. Ama henüz o ulaşmanın bittiğini düşünmüyorum. Çok zaman geçmesi gerektiğini düşünüyorum, geri dönüşüm olabilmesi için bir noktaya varılması önemlidir. Bilim insanları kendilerini sürekli keşfetmeye yoracaklar. Bu yüzden de geri dönüşün pek bu süreç içinde olabileceğini düşünmüyorum. En azından kuarkları biliyoruz.
27. **P:** Enerjiden maddeye geçişini düşünebiliyorum, ama bu şekilde belirsiz. Denerler yani...
28. **M:** Mesela kuarkları biliyoruz, kuarkların birleşmesi konusunda geri dönüşü konusunda bunu kabul edeceğiz, geri dönüşü denenebilir, buradan geri dönüş olabilir gibi düşünülüyor.
29. *Sizce diğer iki olasılık ne olabilir?*
30. **T:** Dünyalar içinde dünyalar sınırsız evrende olabilir. Sınırsız evren olabilir. İlki maddenin içinde dünyalar içinde dünyalarsa, ikinci ve üçüncü olasılık ne olabilir?
31. *Yeni bir dünya keşfediyoruz, artık parçacıkların altına indikçe yeni bir evren elde edebiliyoruz. Sabit bir şeyde takılabilir mi?*
32. **Z:** Ne olabilir, yani dediğim gibi sürekli keşfedilecek ama kuarklar için şu kadar enerji gerekli dedik ama bir tane kuark elde edemedik... Ama ne kadar beklessek de ben bir sonu olduğuna inanmıyorum.
33. **P:** Üç temel olasılıktan bahsedilmiş bunlardan ilki dünyalar içinde dünyalar denilmiş. Bunun içinde ilk dünyaya bağlı olarak yeni dünyalar keşfedildiğini söyledik. Diğer olasılık bir yerde sonlanacak olabilir,.. Belli bir yerde sonlanması maddeler, biz nasıl oluştuk, hep enerjiden oluştu diyoruz, her şey bir enerjiyse, biz sonuna kadar enerji elde etmek için uğraşmalıyız. Farklı bir dünya oluşturulmuş olması demek, sistemlerin

birbirleriyle daha farklı enerjiler ortaya çıkarması demek, bizim bahsettiğimiz dünyada bağlar daha farklı daha zayıf ve parçacıklar da tahminlerimizden daha farklı bunun içinde kuarklar da enerjilerden daha farklı, sistemler bizim bahsettiğimiz dünyadan daha farklı temellerde kurulmuş.

34. **Z:** Sürekli keşfedilecek bir şeyden bahsettik ama bir yerden sonra hep aynı, en sonunda sabit bir parçacık da olabilir, bir elementer parçacık da olabilir. Her şeyin nedeni olan tek bir parçacık olabilir.
35. **Y:** Hani insan doğar insan bebeklik çağında sadece evini bilir. Daha sonra büyüyünce işte çevresini tanır, caddeleri sokakları öğrenir, çok büyünce keşif duygusu da varsa tüm dünyayı öğrenebilir. Bu bana böyle geldi. İlk önce bebeklik çağındaydık, atomu bildik. Biraz daha büyüdük ve proton elektronu öğrendik, büyüdük derken de bu keşfettiğimiz şeyler, dünyayı en yüksek enerjili parçacık olarak düşünebiliriz. Ama ben elementer bir parçacığa ulaşmak dışında, bir parçacık olur mu, bu enerji de olabilir, enerjinin o enerjinin nasıl hapsedildiğiyle ilgili bu enerjiye neyin neden olduğu ile ilgili, bir sonuca varılır mı bilmiyorum ama bunu bir parçacık olarak düşünmüyorum.
36. **T:** Şuanda hala birçok konuda bebeklik çağındayız. Şuanda sadece dünyayı biliyoruz. Ve dünya madde ikisi bir bütün oluyor belki başka bir gezegende yaşamaya başlayacağız orda da yine keşfetmeye başlayacağız. Bence tek bir parçacığa doğru keşif olmayacak. Sürekli tekrar keşfetmemiz gerekecek. Elementer değil, bu keşfin sürekli süreceğini düşünüyorum. Demek ki biz o aşamaya gelmemişiz.

2.SORU

1. **Z:** Nükleer yapıştırıcı, proton ve nötron atomun çekirdeğinin içerisinde olduğu için çekirdek içinde bir arada tutmak için çok büyük güçlü kuvvete ihtiyaç var, bence nükleer yapıştırıcı çekirdek içerisindeki maddeleri bir arada tutan kuvvettir.
2. **Y:** Bu demiştin ya kuarkların enerjisi daha büyük, protonun içine nasıl hapsediliyor? Ben işte bunu kastettim... Nükleer yapıştırıcılar onların bu şekilde hapsolmasını sağlar. Ben onları parçacık olarak nitelendirmişim

kurakların enerjisi daha büyük, ben onu kastettim, nükleer yapıştırıcılar bunu sağlar. İlk aşamada parçacık demiştim ama tam da parçacık değil aslında, enerji, hapsolmasını sağlayan kuvvet ya da enerji şeklinde düşünüyorum. Parçacık *mi, enerji mi, kuvvet mi bir karmaşam başladı gerçekten...* Nükleer yapıştırıcı dendiğinde normal yapıştırıcıyı, parçacık olarak kullanıyoruz, burada da parçacık olarak düşündüm. Aklımda enerji kuvvet parçacık üçlemi var... Yani nükleer enerji normal yapıştırıcı gibi parçacık olabileceğini düşündüm ilk etapta.

3. **M:** Parçacık olduğunu düşünüyorum pilyonların. Bunu da açıklayayım, mesela iki artı yüklü parçacığın birbirini ittiğini biliyoruz, ortaya farklı bir artık parçacık koyduğumuzda, eşit uzaklıklar verdiğimizde ve eşit kuvvetler sağlandığında orası dengede kalır. Çekirdek protonlardan oluşuyorsa, normalde protonların birbirini itmesi gerekirdi, demek ki pilyonlar protonları bir arada tutan parçacıklar olarak düşünebiliriz.
4. **T:** İlk aşamada kuvvetten bahsetmiştim, çünkü ben nükleer yapıştırıcıyı kuvvet olarak düşünüyorum. Çekirdeği bir araya tutmaya yarayan kuvvet bence. *Etkileşim olabilir mi?* Öyle bir şey de çağrıştı bende... Bir arada tutmak için meydana gelen etkileşim Evet öyle bir şey de çağrıştırdı bende.
5. **P:** Yapıştırıcının özelliği nedir, bir maddedir sonuçta... Kendi özelliğinden dolayı yapıştırır. Kendi özelliğinden dolayı o kuvveti oluşturabiliyor ve diğer parçacıkları bir arada tutabiliyor. Ben parçacık olduğunu düşünüyorum, öyle bir kuvvet oluşturuyor ki, parçacıkların dengesini oluşturabiliyor.
6. **T:** Bu etkileşim ayrıca çok kuvvetli olması gerekiyor çünkü çekirdeği bir arada tutmak için çok büyük kuvvet gerekiyor. Kuvvetinin çok fazla olması lazım... Zaten nükleer kuvvet diyoruz.

3.SORU

1. **Y:** Hep bize çocukken kaplumbağa ile tavşandan bahsedilirdi. Bir yol düşünün, 100 m'lik bir yol düşünün, başlıyorsunuz bir ucundan öteki ucu da finish. Tavşanla kaplumbağa aynı anda başlayacak, tavşan hep yolun yarısını gidecek, kaplumbağa da direk gidecek, yolun yarısını değil yolu tamamen gidecek, hangisi daha önce finişe ulaşır diye sorarlardı. Hep

bize tavşan yolun yarısını gidecek bize daha çabuk finişe ulaşacak gibi gelirdi. Ama oysa tavşan hep yolun yarısını gidecek, kalan yolun yarısını gidecek ve bu hep böyle devam edip gidecek... Tavşan tek bir yoldan gideceğini düşünerek daha çabuk gideceğini düşünürdük. Burada da fermiyonların orda sonsuza kadar gitmesini sonsuza kadar boş olan yer arıyorlar. Ama kaplumbağa direk gittiği için o yol üzerinde istediği yerde durabiliyor, onları da bozonlar olarak düşünmüştüm.

2. **Z:** Bir banka iki kişi oturamaz. Masa iki kişilik olsa bile oturamaz. Ya da şöyle düşünecek olursak, Bir yere iş başvurusunda bulunur ama bir kişi alınır. Seçilir bir kişi alınır, diğerleri başka bir yere başvuru, bir kişi alınır.
3. **P:** Şimdi bozonlar istenildiği kadar aynı cinsten konulabiliyordu bir seviyeye, bense bir atomu burada bir iş yerine benzettim. Kalifiye elemanlar fermiyonlar vasıfsız elemanlar ise bozonlardı, bu iş yeri istediği kadar işçi alabilir ancak kalifiye elemana daha az ihtiyaç vardır, o iş yerinde kalifiye elemanlar başvurduğunda en iyisi seçilir, diğeri de başka departmanlarda yer arar eğer yer bulabilirse yerleşir, bulamazsa yerleşemez demiştim.
4. **T:** Ben güvercinlerden bahsetmişim devam etmek istiyorum. Bu güvercinler iç güdüselle olarak çarpılmamak için belli aralıklarla yerleşmek zorundalar. Bir güvercin bir yere konduysa, diğeri üstüne yanına konamaz. İki farklı kuantum durumunu ağaç ve tel olarak düşündüm. Ağaçta istediği yere konabilir. Böylece, bunu bozonlar olarak düşünmüştüm. Fermiyonları ise tele konan güvercinler olarak düşünmüştüm. Güvercinler içgüdüsel olarak yerleşiyorlar, kimse kimsenin yerine müdahale edemiyor. Orda olacaklarını biliyorlar ona göre davranıyorlar.
5. **M:** Elektronun kuantum durumundan bahsetmişim. Günlük hayattan örnek veremedim ilk aşamada. Ama şuanda aklıma şu geldi. Bir dizide çok kişi oynayabilir ama bir rolde sadece bir kişi oynayabilir.
6. *Güneş gezegen sistemini “Pauli Dışarlama” ilkesi ile anlatmamız mümkün mü?*
7. **P:** Kütle çekimi düşündüğümüzde çok özel bir dengede duruyor güneş sistemi, eğer dünyanın büyüklüğü daha farklı olsaydı sistem ya da güneş bu sistem bozulacaktı. Herhangi biri, oraya uygun özelliğe sahip olan gezegenler var orda eğer öyle olmasaydı, sistem tamamen farklı olacaktı.

Dünyanın manyetik kalkanı var diyorduk hani onun üzerine eğer manyetik özellikte o ışınım geldiğinde, manyetik alan yüzünden onu dışlayabiliyordu, dünyaya atmosferine gelmesini engelleyebiliyordu. Eğer, öyle bir özelliği varsa istediğini dışarıya çıkarabiliyor. Başka ışınları ise atmosferden içeriye alabiliyor.

8. **T:** Pauli dışlama ilkesine göre güneş gezegen sistemi açıklanabilir. Çünkü hepsi belli bir düzene göre yerleşmiş, herkes olması gerektiği yerde. Tüm gezegenler... Çekim kuvvetine uygun olacak şekilde hareket ediyorlar. Benzetilebilir bence.
9. **Z:** Pauli dışarlama ilkesini güneş gezegen sistemine uyarlayabiliriz. Dışarlama derken, diğerlerini dışarlama değil bence, sadece belli bir yere, belli özellikte bir maddenin yerleşmesi. Yani o tanecik geldi diye diğerleri dışlanmıyor.
10. **M:** Mesela bir tane daha dünya olduğunu düşünürsek, aynı özellikte iki dünya var diyelim. Aynı özellikte ikinci dünyanın oraya gelememesi bence dışarlama ilkesi. Bence Pauli Dışarlama İlkesi bu. Aynı kütleli iki madde bir yere gelse bile ikincisi dışlanır. Yani onu oraya alamıyorsun.
11. **T:** Ben öyle düşünmüyorum. Başka bir dünyanın oraya gelmesi diye bir şey ... Düşünmüyorum çünkü o dünya olması gerektiği yerde. Her şeyin sistemli olması gereken yerde, başka bir dünyaya yer yok o dünyaya var ve orda.
12. **P:** Aynı özellikte parçacıklardan bahsettik, biz burada fermiyon ilkesini açıklıyoruz, bozonları açıklayamıyoruz. Küçük bir parçacık da giremez mi oraya? Küçük bir parça gelip, onun orda uydusu olabilir bence.
13. **Y:** Açıklanabilir bence. Bana şey gibi geliyor, dünya yerine başka bir şey geliyor, bazı gezegenlerin etrafında bir uydu daha olabiliyor. O gezegenler fermiyonlar etrafındaki uyduları da bozonlar olarak düşünebiliriz. Dünyanın yerine dünyanın yerine mars gelip, yerleşemiyor gibi düşünüyor aslında ...
14. *Mesela bir bardağı düşünelim, üstüne su koyduğumuzda taşar bu Pauli İlkesi ile açıklanamaz mı?*
15. **P:** Dolu olduğunda su taşıyor, belli kısmı doluyor ama, kapasitesi doldu alınmaz artık, bence açıklayabiliriz.

16. **Y:** Açıklanamaz bence, çünkü koyduğumuz aynı su, homojen bir şekilde dağılıyor. su koyuyorsun, üstüne zeytinyağı koyuyorsun karışmıyor yani farklı öyle maddeler, açıklamada bence yetersiz.
17. **P:** Yağ koyduğumda farklı olacak, yağ taşı ama farklı maddelerin özellikleri farklı oldu ama olay aynı oldu. Bu Pauli'yi tam olarak açıklamamış oluyor. Tek bir özelliği, fermiyonları ya da bozonları anlatacak olursak açıklıyor bence.
18. **Z:** Yalnız bu olay çok genel bir şeydir, mesela bu oda doludur, bir başkası gelir almaz, bardak doludur taşar, sırf genel doğruları karşılıyor diye Pauli ile açıklanabilir diyemeyiz bence. Açıklanamaz bence...
19. **T:** Ben de açıklayamıyoruz diye düşünüyorum. Pauli ilkesini dışarlama ilkesi olarak düşünürsek, evet suyu döktüğümüz zaman, üstüne dökülen su taşar, dışarlanır, bu da çok derine inemezsek bu böyle diye düşünürüz. Ama suyu döküyoruz, alttaki su yükseliyor falan diye düşünürsek işimiz zor bence... Ama suyu döküyoruz dışarıda bırakıyor evet. Sanki bu su örneğinde, sonradan gelen dışarıda kalır benzetmesine yakın bulmadım.
20. **Y:** Düşünüyorum, tek tek de açıklanamaz, bir bütün olarak da açıklanamaz. Önceki elektron sonraki elektronu dışarıyor.
21. **M:** Bir bardağın kapasitesi vardır, düşünürsek tek fermiyon düşer, çünkü sadece bardağın kapasitesinden bahsediliyor
22. **Z:** Mesela bazı elementler atmosferden geçemiyor. İşte bence bu dışarlama, Pauli Dışarlama ilkesi bence bu dışarlama değil... O dışarlama, bu dışarlama değil.
23. **P:** UV ışınları için kalkan var diyoruz, ama güneş ışınlarının çoğu geçiş yapabiliyor, onlara bozon diyebiliriz, güneş ışınlarının geçişlerine ise fermiyon diyebiliriz.

4.SORU

1. **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. Benim aklıma 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.

2. **P:** Elektron bulutunu bildiğimiz için böyle diyebiliyoruz, elektron bulutu denildiğinde akıllarına normal bulut geliyor, bulut nedir işte, bulutun içerisinde damlacıklar oluşuyor, hepsi elektron bunların, çocuklar damlacık damlacık elektron var diye öğreniyorlar, 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.
3. **T:** Elektron bulutu denilince aklıma hiç normal bulut gelmedi. Nerde olduğunu bilemediğimiz için elektron bulutu diyoruz, yani elektron bulutu ihtimalliğin 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.
4. **M:** Arkadaşlarla aynı şeyi düşündüm. Sadece bulutla alakalandıracak olursam, mesela yağmur yağma olasılığı yüksek olan yerler mesela Karadeniz çok bulutludur, elektron da böyle, yani bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yer, bulut olarak adlandırılmış.
5. **Y:** Şekil olarak gökyüzünde dağınık şekilde bazı noktaları daha yoğunmuş gibi yarısı aydınlık yarısı karanlık gibi.
6. *Bulutta katmanlar vardır, elektron bulutunda da katmanlar olabilir mi?*
7. **P:** Orta bölgede daha net bir bulut vardır, kenar bölgeler daha net olmayan, yani orta bölge yoğunluğun fazla olduğu yer, belli noktalarda daha fazla bir olasılık olduğunu karşılaştırabiliriz.
8. **T:** Katmanlar dediğimiz kat kat mı, bulutun katmanları yoktur bence, evet belli bir yoğunluğu olan bölge olabilir renginin koyu olduğu ve biraz daha açık olduğu yerler olabilir ama katman katman olduğunu düşünmüyorum. Bulunma ihtimalinin yoğun olduğu ve yoğun olmadığı yerler diye düşünüyorum, ama katmanlı bir yapı düşünmüyorum.

9. **Y:** Bulutun yoğun olduğu yerler ortadadır, kenarlar daha aydınlık dedi ya arkadaşım, orta kısmı çekirdek gibi daha bulunma olasılığı daha yüksek, çünkü çekirdeğe daha yakın oldukları için enerjisi daha yüksek. Bulunma olasılıkları daha yüksekmiş gibi, katman katman dediğimizde o seviyedeki elektronların enerjisi daha küçük oluyor, hani o şekilde de bulutlara benzetilebilir, yani elektronlar farklı yörüngelerde bulunabilir, bulutta da farklı katmanlarda, bazı yörüngelerde bulunma olasılığı diğer yörüngelerde olma olasılığına göre değişebilir, böylece yoğunluk da değişebilir.
10. **M:** Katmanlı bir yapı olabilir, belli bir alandan bahsediyoruz. 1m uzaklıkta da bulunabilir elektron 5m uzaklıkta da bulunabilir. Yani sonuç olarak, belli bir alandan bahsediyoruz, elektron bulutunda da bir alandan bahsediyoruz, ben yeni iş yerimden çıkmışım, 1m uzaklıkta da olabilirim, 5m uzaklıkta da olabilirim, katmanlı bir yapıdan kastımız bu olabilir. Bana kısaca elektron bulutu bana belli bir alanmış gibi geliyor.
11. **Z:** Y' ye katılıyorum, çekirdeğe daha yakın olduğunda bulunma olasılığı artıyor, uzaklaştıkça azalıyor, eğer katmanlı yapı olarak düşünecek olursak, ortada daha yoğun, dışarıda daha seyrek olduğunu düşünürsek evet katmanlar olabilir.
12. **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...
13. **P:** Bence elektron bulutu benzetmesi tek bir elektron için bahsediliyor, yani bence atomun etrafı bulutlar içinde, bir sürü elektron oluştuğu için, o buluttan kastı bu, bence her elektronun kendine ait bir bulutu var ve bu bulutlar atomu çevreleyen bulutu oluşturuyor.
14. *Yani çekirdeğe ait bulut yok, her elektronun kendine ait bulutu mu var bu şekilde mi anladınız?*
15. **T:** Ben öyle düşünmüyorum bence çekirdek etrafında bir alanda elektron bulunması gerek. O alanda herhangi bir yerde bulunabilir. Çekirdeğin böyle bir bulutu var bence, her elektronun böyle bir bulutu yok... Çekirdek etrafında belirli bir alanda elektronların yerleşmesi gerekiyor, o alanı ifade eden tek bir çekirdeğin olması gereken yerde, o olasılığa göre dağılacaklar diye düşünüyorum ben.

16. **Z:** Bence çekirdeğe göre tek bir bulut var, çekirdeğe yakın olup olmamasını enerji belli ediyor.
17. **M, T ve P** elektronun kendine ait bulutu olduğunda karar kılarken, bu bulutun atomun çevresindeki bulutu oluşturduğundan bahsediyorlar.
18. **P:** Her elektronun kendine ait bulutu var bu çerçevede... Aslını düşününce atomun cinsi belirler bence bulutu, bu noktada tamamen karmaşıklaştığını ifade ediyor, hangi elektron bulunsun, oraya da elektron gelir. Gelen elektronun oraya gelme olasılığı vardır o zaman. Bu halde atomun bulutu olması gerekiyor.
19. *Atomun çağından bahsedersek, mesela bu bulut, çapa dahil midir, değil midir sizce?*
20. **Y:** Sistemi değiştirmiş oluyoruz, bence hiç alakası yok ...
21. **P:** Atomun çapını ölçecek olursak, bu bulutu kabul ediyor muyuz kabul etmiyor muyuz. Bu bulutu çaptan alakasız bence.
22. **Y:** Bence belli eder, bu bulutu çizmişiz, biz orda elektron var mı yok mu bilemediğimizden bu bulutu da eklemeliyiz. Ordan yaptığımız hesapla olmaz bence. Bence bulutu almak zorundayız, biz olasılığı bilmiyoruz belki en uçta olacak, bence etmek zorundayız... Ben çapı hesaplarken bunu düşündüm, olma olasılığı da çok düşük.

5.SORU

1. **Z:** Olasılık, ihtimaliyet, varsayım.
2. **Y:** Sızıntı, delme, ışınlama
3. **P:** Ben ilk aşamada ne demek istediğimi ifade edememiştim ama enerjiyi aşır geçmekten bahsediyoruz bence... Mesela bir cüce olsun, o cücenin sıırıyla atlama olasılığıdır bence tünelleme... O cücenin onu yapabilme olasılığı yok bizim gözümüzde ama, hem cücenin 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.
4. **T:** Delme derken, duvarı delip geçmesi gibi mi geliyor.
5. **Z:** Tünelleme diyince aklıma geçmek geliyor sadece.

6. **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 yapıyormuşuz gibi, alttan geçiyor, aynısı bence.
7. **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 direk geçiyor diye düşünüyorum ben.
8. **T:** Açıkçası, ben tünelleme için bir isim bulmadım ama enerji eşiği dedim, eşikten geçmek gibi düşündüm ayrıca bir model düşünemedim, kavram gelmedi aklıma.
9. **P:** Hapishanede çıkma olasılığı olmayan bir mahkumun tünel kazarak kendi hayatına geri dönebilmesi olarak da yorumlayabiliriz. Gitme enerjisi yok, ihtimali yok, ancak bunu yapabiliyor, belki zaman çok alacak ama yine de bir olasılık.

6.SORU

1. **T:** Ben tamamen akademik bilgilerle söyledim bunu, kendisinde olan enerjiye ihtiyaç duymaması olarak düşündüm, yani bir yerde bulunması için daha az enerji yeterlidir ama arada bir enerji farkı oluşuyor, kendisinde farklı olan enerji yayılımı yapılıyor, dışarıdan bir etki yok bence.
2. **Z:** Bu uyarılınca yörüngeler arasından atlarken, arta kalan bu fazla enerjiyi kendisi foton olarak yayınlıyordu, sonuçta orda enerji maddeye dönüşüyor, o enerjiyi foton olarak yayınlıyor bunu. Elektron yapmıyor aslında ben bunu elektrona yüklemiyorum ama sanki...
3. **Y:** Bir elektronun bir yörüngeden başka bir yörüngeye geçmesi için, enerjiye ihtiyacı var bunun da dışarıdan bir enerji desteği ile karşılaşmadığında kendiliğinden geçen bir yayılım olarak düşünüyorum, elektrona yüklüyorum ben, sistemin enerji bakımından yalıtılmış olduğunu düşünüyorum ve bu enerji elektronun kendisinde varmış gibi düşünüyorum.

4. **M:** Atom belli bir yapıda bir enerjiye sahip, bir elektron farklı bir enerjiye geçince, elektron daha uzağa gittiğinde, atom bulunduğu konumu korumaya çalışacak, atom bence kararlı yapısını korumak için kendiliğinden yayınım yapıyor.
5. **P:** Şimdi yanlış hatırlamıyorsam, belli bir süre zarfında geri dönmek zorunda yapıyordu buna da kendiliğinden yayınım diyorduk. Atomun sağladığı koşullardan dolayı, ışıınımı yapan atom, ama elektronun da mesela bağlanma enerjisi var. Bence elektronun atoma bağlayan enerjisinden harcanıp yayınım yapılıyor.

7.SORU

1. **Z:** Işık enerjisi paketi derken Planck'ın kuantumlu durumundan bahsedilir. Paket derken orda kesiklidir, kuantumludur, orda bu kastediliyor bence, bizim normalde paketle olduğu gibi ilişkilendirilememiş bence. Foton elektromanyetik dalgadır, oradaki enerji paketi derken de fotonun kuantumlu değerler alabileceğinden bahsediliyor.
2. **P:** Enerji paketi var demiş, içinde enerji var, bunlar yan yana dizildiğinde, sürekli olabilirler, kesikliliği var ama yan yana dizildiğinde dalga özelliğini de kapsıyor bence. Bir tek foton var diyemeyiz. Işığı sürekli foton olarak söylüyoruz, bir foton tek paketi oluşturuyor, paketler yan yana gelince ışığı oluşturuyorlar, bazı ışık ile ilgili olaylar kimi dalga kimi tanecik...
3. *Bu anlattıklarından anladığım kadarıyla foton bu paketin içinde mi?*
4. Tek tek fotonlar paketlerdir, bu paketler ışığı oluşturuyor, foton bir paket bence... Işık enerjisinden bahsedince tek tek fotonlar bir paketi oluşturuyor, ama işte foton diyince burada paketlenmiş ve içlerinde enerji olan bir şey var gibi... Mesela top olsa, balon olsa, balonun içinde ip olsun, yansımayı gösterirdi, kırınımı gösterdiğini düşünelim, ucundan da ipi çekildiğinde dalga oluşumunu gösterebilir, yani yeri geldiğinde tanecik yeri geldiğinde dalga özelliğini taşıyor bence bu benzetmeler.
5. **T:** Kendisine eşlik eden bir elektromanyetik halinde bir paket halinde ilerler diye düşündüm. Foton ve fotona eşlik eden elektromanyetik dalgayı bir paket olarak düşündüm.

6. **Y:** Işık bir dalga gibi düşünüyoruz, bu paketlerin içinde de tanecikler var, paketlerin içinde de enerji, ben fotonları bu paketler olarak düşünmüştüm. Dalganın da bu paketleri taşıdığını düşündüm.
7. **M:** Işık dalgaydı, foton da, sonuçta dalgayı kapsayan bir paket, paketler de ışığı oluşturuyor.
8. **Z:** Foton bir paketi temsil eder bence. Foton kesikli değerler alacak bir paket bir foton bence. Bir tanecik bir dalga olarak özelliği var ya, dalga özelliği de yumağı temsil ediyor. Çektiğimiz zaman yumağı dalga oluyor.
9. **P:** Yumağı dediğimiz zaman, tanecik ama yumağı da çektiğimiz zaman dalga oluyor bence. Dalgaların birleşimi. Bir araya getirirsek, tanecik oldu.
10. **T:** Yumak daha karışık bir yapıda olduğunu anlatmak için kullanılmış bence. Yumak karışık bir düzen bence... Paket ya da yumak bence çoğul anlamda kullanılmış.
11. **P:** Paket daha net bence... Çoğunluluk değil de süreklilik kesiklilik var bence.
12. **Y:** Bana paket kesikliliği, yumak ise sürekliliği anlatıyor nedense, çoğulluk anlamı bulamıyorum ben burada.
13. **T:** Paket tek bir şey olamaz bence, tek bir şey paket olarak tanımlanamaz, bence paketin içerisinde başka bir şeyler varmış gibi... Sanki içinde bir şeyler varmış gibi ama yumak olarak düşündüğümüz zaman, tek bir şey çağırıyor ama yumak denilince, yumağa sarılmış iplikler gibi... Tek bir özelliği taşıyormuş gibi o yüzden foton için bence paket kavramı bence daha mantıklı. Yumak düşününce tek bir özellik varsa, ışık enerjisini foton oluşturuyor.

8.SORU

1. **Z:** Özellikleri aynı, bir şeyi farklı ki şişman deniliyor, kütlesi belki büyük, ama o zaman elektronla aynı özelliğe sahip olmazdı. Bence kütlesi aynı ama hacmi farklı. Daha fazla yer kaplıyor bence.
2. **P:** Şişman elektrondan kasıt tüm özellikleri aynı ama kütleleri farklı olması hepsinin farklı olup, demek ki kütlesi farklı, demek ki onu oluşturan parçacıklar farklı yapıda.

3. **T:** Günlük hayattan düşündüğümde, benden şişman birinin kütlesi benden daha fazladır. Şişman olması dışındaki tüm özellikler aynı, o yüzden müon oluyor, tüm özellikleri aynı kütlesi fazla bence.
Yükün farklı olduğunu düşünebilir misiniz?
Elektron ifade ediliyor, o zaman yükleri aynı, sadece kütlesi fazla.
4. **M:** Ben bu yüklerinin aynı olduğuna inanmıyorum. Bence kütlelerinin farklı olduğu gibi yükleri de farklı. Sadece elektron gibi hitap edilmesinin sebebi bence negatif yüklü olması ve Dirac denklemiyle açıklanabiliyor olması bence.
5. **P:** Benim şişmanı deseler, sadece kütlesi farklı olurdu bence...
6. **Y:** Bence yükleri de var.
7. **T:** Elektron deniliyorsa tek fark bence kütle farklı...
8. **Z:** Bir sistemin yük miktarı için azdır çoktur diyoruz, yük miktarı diyince bence kavram yanılgısına düştük.
9. *Burada diğer öğrenciler M'nin görüşüne karşı çıkıyor ve neden böyle düşündüklerini irdelemeye başladılar. P şiddetle bu görüşe karşı çıkıyor ve arkadaşına nasıl şişman elektrondan, bu kaniye varabiliyoruz diye soruyor.*
10. **Z:** Bence yükü aynıdır ama kütlesi farklıdır,
11. Elektronun yükü negatiftir, bir sistemin negatiftir demek ya da pozitif demek lazımdır.
12. P T ve Z kütlelerin aynı, yükün farklı olmadığını düşünüyorlar,
13. Y ve M kütle aynı yük farklıdır dediler.
14. **Y:** Bence şişmanın içinde yük kavramı da var. O zaman hiçbir fark yok aralarında. Çapı farklı olsa, hacmi de değişir.

9.SORU

1. **Z:** Kuarklar ve leptonları bir arada tutan demiştik, tüm atomlar içinde oldukları için, daha fazla enerji gerektiğini düşünmüştüm, çok büyük bir kuvvet olması gerekiyor, dünyayı oluşturuyor ve genellemeye gidilmiş bence.
2. **Y:** Burada da sanki dünyalar içindeki dünyaları bir arada tutan parçacıkmiş gibi geldi bana...
3. **M:** Bu en küçük dünyayı bir arada tutan parçacık olarak düşünmüştüm.

4. **T:** Ben de, etkileşimden bahsetmiştim, eşit kuvvetle, etkileşim yapmıyor gibi ifade ediyorum ama bence etkileşim de var bence. Stabil değil. Etkileşimini ortadan kaldırıyor.
5. **P:** Ortada bilyeler olsa, onları parçacıklara benzetirsem, aklıma direk o onların arasında etkileşim değil de, onun sayesinde orada kalıyorlar, etkileşim yok bence arada.
6. **T:** En temel parçacıkları bir arada tutuyor, dünyayı da bir arada tutuyor bence.

10.SORU

1. **Z:** Bu üzümlü kek, çekirdek yok, direk benziyor günlük hayattakine bence.
2. **Y:** Ben ilk okuduğumda da sanki negatif yükler daha planlı bir yapı sergiliyormuş gibi buna rağmen pozitif yükler buna bağlı olarak dağılıyormuş gibi geliyor üzümlü kek modelinde. Kekin üzümlü olması şart değildir, burada da pozitif yüklere ihtiyaç yok gibi, sanki atomun özü negatif yüklü gibi.
3. **M:** Negatif yükleri dengeleyecek homojen bir şekilde dağılmış değil aslında ama yine de dağılmış gibi... Üzümler homojen dağılmamış bence, burada söz konusu olan dengede olması.
4. **P:** Dengelemek nerden geliyor? Parçacıklardan etkileşim olmadığını görüyordu, yük olarak tanımlamamış onu da bir sıvı olarak görüyor, elektronlar sıvı gibi anlatılmış. Bu yüzden bilinmediği için normal, homojen bir şekilde dağılmıyorlar, elektronları parçacığa benzetilmemiş bence... Yuvarlak bir şekilde göstermiş... Hücre modeli gibi... Üzümleri attığımız zaman homojen bir yapı sergilemiyor bence.
5. **T:** Henüz çekirdek kavramı olmadığı için Thomson'un, altın plaka ile bir deney yapılmıştı, bazıları geri dönüyordu, Thomson'un bundan haberi yoktu, protonları üzümlü kek içerisine yaydı, elektronu da nerde olduğunu bilemediği için bu hamur kısmına yaydı. Negatif yükün neden böyle bir egemenliği var bu modelde onu anlayabilmiş değilim ama. Pozitif yükleri tanecik olarak göstermiş. Sanki pozitif yükler de doğada tek başına bulunabilirmiş gibi.

6. **M:** Biz bu modelleri çok irdeliyoruz, elektronu o şekilde göstermiş olması, bulut falan yok, ama elektronun da nerde olduğu bilinmiyor... Yanlış bir model olduğunu düşündüler, Thomson'un yerine koyarsak o zaman dilimi içinde doğru, çok bir benzerlik kuramadım, bana göre eksik bir model değil yanlış bir model...
7. **P:** Günümüze göre yanlış ama o zaman içinde doğru. Atom olarak düşündüğümüzde haklılık payı var, ama çekirdek olarak düşündüğümüzde eksik...
8. **Z:** Üzümlü kek denilince taam aklıma atom geliyor ama çok eksiklikleri var, pozitif yük ile negatif yük olması bu modelde, dengelenmiş olması anlamına geliyor, ama derinine indiğimizde bence yanlış.
9. **T:** Çok yanlış, bence günlük hayattaki ile doğruluk payı var ama çok eksik, günlük hayattaki keke benzetilmiş.
10. **P:** Üzümleri tanecik olarak gösterebilmiş ama elektronları sıvı olarak gösterilmiş, o da zamk gibi göstermiş.

EK-3: 2.AŞAMA İÇİN GÖRÜŞME EK SORULARI

1.Sorunun Alt Problemleri

- Madde içinde yolculuk için sanki karanlık içinde kaybolmuş büyük bir okyanusta yüzdüğümüzü düşünebilir miyiz?
- Madde içine yolculuğun diğer iki olasılığı ne olabilir?
- Yolculuğun geri dönüşü olabilir mi?

2.Sorunun Alt Problemleri

- Etkileşimden bahsedilmiş olabilir mi?
- Günlük hayatta kullanılan yapıştırıcı ile ilişkilendirebilir misiniz?

3.Sorunun Alt Problemleri

- Güneş gezegen sistemini Pauli Dışarlama İlkesi ile açıklamamız mümkün mü?
- Mesela, bir bardağı düşünelim, üstüne su konulduğunda taşar, bu Pauli Dışarlama İlkesine örnek teşkil edebilir mi?

4.Sorunun Alt Problemleri

- Bulutta katmanlar vardır, bahsi geçen bu elektron bulutunda katmanlar olabilir mi?
- Atomun çapından bahsedecek olursak, bu bulutun atomun çapına herhangi bir etkisi olabilir mi?

5.Sorunun Alt Problemleri

- Bu tünellemenin günlük hayattaki tünelleme ile ilgisi olabilir mi?
- Tünelleme diyince aklınıza hangi kavramlar geliyor?

6.Sorunun Alt Problemleri

- Kendiliğinden kavramı burada neyi ifade ediyor?
- Yayınımını yapan ne olabilir?

7.Sorunun Alt Problemleri

- Foton bu durumda nedir?
- Günlük hayatta kullandığımız paket ve yumak kavramının bu soru ile ilgisi var mı?

8.Sorunun Alt Problemleri

- Şişman diyince aklımıza hangi özellikler gelir?
- Yükün farklı olup olmadığı konusunda ne düşünüyorsunuz?

9.Sorunun Alt Problemleri

- Bu duruda dünyayı bir arada tutan ne olabilir?
- Bir etkileşim söz konusu olabilir mi?

10.Sorunun Alt Problemleri

- Üzümlü kek ile ilişkilendirilmesi sizce doğru mudur?
- Modelin doğruluğu ya da yanlışlığı konusunda ne düşünüyorsunuz?

ÖZGEÇMİŞ

14.03.1981 yılında Erdemli’de doğdu. İlk öğrenimini Yahyalı Atatürk İlkokulu ve Ceyhan Yaltır Kardeşler Ortaokulu’nda tamamladı. Orta öğrenimini, Adana Anadolu Öğretmen Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi, Almanca Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı’ndan mezun oldu. Aynı yıl, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Tezli Yüksek Lisans programını kazandı. Bu süreç içerisinde, İngilizce ve Almanca kaynaklı araştırmalar yaptı ve Fizik Eğitimi çalışmalarında aktif olarak yer aldı. Fizik Eğitimi merakının yanında, spor, psikoloji ve edebiyatla da ilgilendi. Mezuniyet yılını takip eden tarihten itibaren öğretmenlik mesleğini idame ettirmiş ve halen Çankaya Milli Eğitim Müdürlüğü’ne bağlı olarak öğretmenlik yapmaktadır.