

Lise ve Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Uydu Hareketi ile İlgili Görüşlerinin Düşünce Deneylerine Yansıması *

Reflection of High School and Physics Education Students' Views about Satellite Motion into Their Thought Experiments

Hatice ACAR **, Zeynep GÜREL ***

ÖZ: Düşünce deneyleri araç gereç kullanmadan belli bir amaç doğrultusunda zihinde hayali bir senaryo işletilerek bir probleme çözüm üretmek, bir iddiaya delil getirmek, bir kavramı netleştirmek, bir teoriyi güçlendirmek ya da çürütmek gibi amaçlarla yapılan deneylerdir. Düşünce deneyleri bilim tarihinde devrimsel nitelikte sonuçlar ortaya koymuştur ancak eğitimdeki rolü henüz tam olarak açığa çıkarılamamıştır. Bu araştırma lise ve üniversite fizik öğrencilerinin uydu hareketi ile ilgili alternatif görüşlerinin düşünce deneyi yapma süreçlerine etkisini araştırarak öğrencilerin düşünce deneyi yapma süreçleri hakkında aydınlatıcı sonuçlar ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmada 10. sınıfta okuyan 50 lise öğrencisi ile fizik öğretmenliği bölümü 4. sınıfta okuyan 20 üniversite öğrencisine Düşünce Deneyleri Anketi uygulanmıştır. Bu çalışmanın kapsamına Düşünce Deneyleri Anketi'ndeki uydu hareketi ile ilgili tek bir sorudan alınan veriler alınmıştır. Anket çalışmasından alınan verilerden önce cevap kategorileri oluşturulmuş ardından öğrencilerin her bir cevap kategorisinde sergiledikleri düşünce akışlarını gösteren düşünce zincirleri çizilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin uydu hareketi ile ilgili alternatif görüşlerini ortaya koyarak hem lise hem üniversite fizik öğrencilerinde bu alternatif görüşlerin öğrencilerin düşünce deneyi yapma süreçlerine doğru sonuca ulaşmalarında saptırıcı yönde etki ettiğini göstermiştir. Araştırma sonuçları ayrıca öğrencilerin hayali dünya bağlamında problem çözme süreçlerini de aydınlatmaktadır.

Anahtar sözcükler: düşünce deneyleri, uydu hareketi, alternatif görüşler

ABSTRACT: Thought experiments are executed in the mind without using equipment by operating an imaginary scenario with a specific purpose such as finding a solution, bringing an evidence, clarifying a concept, strengthening or refuting a theory. Although thought experiments have revolutionary impacts in the history of science, their role in science education has not been revealed yet. This research aims to present enlightening results about students' thought experimentation processes by investigating the effects of high school and university physics students' alternative views about satellite motion on this process. In this research, Thought Experiments Survey was applied to 50 tenth grade high school students (age 17) and 20 fourth year university students studying physics education. The data taken from a single question about satellite motion were taken within the scope of this study. Response categories were formed, and thought chains that shows the students' thought flows in each categories were drawn. Research results introduce the students' alternative views about satellite motion and show that these alternative views effect students' thought experimentation processes as deflectors in reaching the right conclusion. The results also illuminate the students' problem solving processes in the context of imaginary world.

Keywords: thought experiments, satellite motion, alternative views

1. GİRİŞ

1.1. Düşünce Deneyi Nedir?

Düşünce deneyleri; hayali bir senaryo üzerinden deneyim ve teori arasında zihinsel benzeşim yoluyla uzlaşım kuran özel bir bilimsel araç olarak kullanılmaktadırlar (Galili, 2009). Hayal gücünün bilim adamları tarafından açık ve kasıtlı bir şekilde kullanıldığı yaklaşımlar olarak bilinirler (De Mey, 2006). Düşünce deneyleri için kullanılan en yaygın tanımlardan biri Sorensen (1992)'in "düşünce deneyleri uygulamaya başvurmadan amaçlarına ulaşmayı hedefleyen deneylerdir" tanımıdır. Bilim tarihinde düşünce deneyleriyle önemli bilimsel

* 1. Bu çalışma birinci yazarın ikinci yazarın danışmanlığında hazırladığı doktora tezinden türetilmiştir.

2. Bu çalışma 1. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresinde (2013) sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

** Dr., Marmara Ün., Atatürk Eğitim Fak., İstanbul-Türkiye, e-posta: haticar@gmail.com

*** Doç. Dr., Marmara Ün., Atatürk Eğitim Fak., İstanbul-Türkiye, e-posta: zgurel@gmail.com

gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Örneğin; Arşimet'in kaldıraç yasası, Philoponus'un atış hareketi yapan cisimlerin kendi kendilerini ittiklerine dair Aristocu görüşü çürütmesi (Galili, 2009), Galileo'nun serbest düşen cisimlerin düşüş hızlarının ağırlıklarıyla orantılı olduğuna dair Aristocu görüşü yıkması, Einstein'ın özel görelilik ve genel görelilik teorilerini kurması (Brown, 2006). Düşünce deneyleri; iddia ve teorilere delil oluşturma, önceki deneyimlere ve teorilere dayanma, sorgulama ve hayal gücünden yararlanma özellikleri taşırlar. Arslanoğlu (1999); düşünce deneylerini; özünde, hayal gücünün doğayı keşfetmek için kullanıldığı araçlar olarak tanımlamıştır ve düşünce deneyleriyle “denemeden düşünme (armchair thinking)” yoluyla doğanın araştırıldığına dikkat çekmiştir. Reiner (1998)'a göre düşünce deneyleri beş bileşenden oluşurlar: 1. Hayali dünya, 2. Problem, 3. Deney, 4. Sonuç, 5. Yorum.

1.2. Eğitimde Düşünce Deneyleri

Düşünce deneyleri tarih boyunca bilimsel tartışmada önemli bir rol oynamış olmalarına rağmen pedagojik etkileri genellikle ihmal edilmiştir (Lattery, 2001). Düşünce deneylerinin eğitimde kullanımından ilk söz eden kişi Ernst Mach olmuştur (Galili, 2009). Mach'ın; düşünce deneylerinin eğitimde kullanımından bahsetmesinin üzerinden oldukça zaman geçmiş olmasına rağmen düşünce deneylerinin pedagojik temelleri ve metodolojisi henüz kurulmamıştır (Klassen, 2006). Reiner ve Gilbert (2000)'e göre düşünce deneylerinin öğrenmeye katkıda bulunmalarını sağlayan özelliği kavramsal netliği sağlama yetenekleridir. Reiner ve Gilbert (2000); ayrıca, bilim insanlarının düşünce deneylerinde imgelemin merkezi rolde olmasına bakarak düşünce deneylerini öğrenmede güçlü bir araç haline getiren şeyin deneysel durum oluşturulurken sezgisel imgelemin kullanılması olduğunu ileri sürmüşlerdir. Reiner ve Burko (2003) de düşünce deneylerinin öğrenen kişiyi kendi gizli sezgilerini, açık ve gizli bilgilerini ve mantıksal çıkarım stratejilerini harekete geçirmeye ve bunları tek bir düşünce süreci içerisinde birleştirmeye zorladığı için güçlü olduğunu belirtmişlerdir.

Bunzl (1996)'a göre düşünce deneyi yaparken önce zihnimizde deneysel durumlar tasarlarız daha sonra zihnimizde sonuçları gözlemleyerek deneyi işletiriz. Düşünce deneylerinin sınıfta kullanımı bilim insanlarının yaptığı klasik düşünce deneylerini kullanarak olabileceği gibi öğrenciye düşünce deneyi yaptırarak da gerçekleştirilebilir (Stinner, 2006). Wieman (2007)'a göre başarılı bir fen eğitimi öğrencilerin düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeli ve öğrencileri bilim insanı gibi düşünmeye yöneltmelidir. Geleneksel fen öğretiminde uzman gibi düşünmenin bedavadan geldiği ya da zaten var olduğu varsayımıyla sadece içerik bilgisi öğretilmektedir. Biliş bilime göre; öğrencilere, kapsamlı ve odaklı zihinsel çaba harcatırılması yoluyla düşünme yollarının öğretilmesi gerekir. Ayrıca; yeni düşünme yolları, öğrencinin zaten var olan düşünme şekilleri üzerine inşa edilir. Bu yüzden öğrencinin önceden nasıl düşünüyor olduğunun da dikkate alınması gerekir (Wieman, 2007). Düşünce deneyleri teorik ve soyut problemlere cevap aramak için düzenlenmiş olmalarına rağmen yapıları genellikle bağlama bağlıdır ve kişinin geçmişteki yaşantıları boyunca oluşturduğu duyusal anılara dayanırlar. Bu duyusal anılar bağlamla aktifleştirilirler (Reiner, 2006). Tanıdık bağlam düşünce deneyindeki ilgili sahnenin zihinde canlandırılmasını kolaylaştırır (Winchester, 1990).

1.3. Fen Eğitiminde Düşünce Deneyleri Üzerine Yapılan Araştırmalar

Öğrencilerin fen öğrenirken düşünce deneyi yaptıklarını gösteren bazı çalışmalar vardır (Reiner, 1997, 1998; Reiner ve Burko, 2003; Reiner ve Gilbert, 2000). Öğrencilerin düşünce deneyleri bilim insanlarının düşünce deneylerindeki gibi belli bir içerik, yüksek derecede kavramsal tutarlılık ya da mantıksal zarafet yolunu izlemeyebilirler fakat onlar da bir düşünce deneyinin yapıtaşlarından oluşurlar (Reiner, 1998). Reiner ve Burko (2003); bilim insanları ile öğrencilerin düşünce deneylerinin üst bilişsel düzeyde benzer olduğunu fakat bilişsel-kavramsal düzeyde farklılık gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Reiner ve Gilbert (2000) öğrenciler farkında olmasalar bile düşünce deneylerinin deneyimsel bilginin görsel ya da bedensel betimleme halinde çağrışımına neden olduğunu bulmuşlardır. Lattery (2001); öğrencilerin tartışma sırasında

çok büyük ve çok küçük açılar gibi aşırı uç durumlar üzerinde düşünerek kendiliğinden düşünce deneyleri geliştirdiklerini gözlemlemiştir. Reiner ve Gilbert (2004); laboratuvar deneyleri ile düşünce deneylerini birlikte kullanmanın öğrencileri bilimsel olarak kabul edilmiş kavramlara yönettğini göstermiş ve bu süreci “karşılıklı yansıma” olarak adlandırmışlardır.

Fizik derslerindeki her konuda aslında öğrencilerden bir bakıma düşünce deneyi yapmaları beklenmektedir; çünkü fizik yasalarının öğretildiği bağlamlar genellikle ideal koşulların sözcüğü olduğu soyut bağlamlardır. İnsan zihni sürekli bir anlamlandırma çabası içerisindedir. Öğrenciler fizik derslerinde öğrendiklerini günlük yaşamdan edindikleri ile bağdaştırarak anlamlandırmaya çalışırlar. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda öğrenciler ideal koşullarda düşünürken, yani düşünce deneyleri yaparken bu anlamlandırma sürecinin nasıl gerçekleştiğinin ve bu süreçte işe karışan faktörlerin bilinmesi fizik eğitimcilerinin öğrencilerin fizik konuları üzerinde düşünme şekilleri hakkında bilgi sahibi olmalarını bunun sonucunda da öğrencilerine daha kolay ulaşmalarını sağlayacaktır. Literatürde düşünce deneyi yapan öğrencilerin düşünce deneyi yapma süreçleri ile yeterince veri bulunmamaktadır. Bunun öneminden dolayı bu çalışmada öğrencilerin uydu hareketi ile ilgili alternatif görüşlerinin düşünce deneyi yapma süreçlerine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma fizik öğrencilerinin düşünce deneyi yaparak hayali bağlamda problem çözme süreçlerini aydınlatması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma lise ve üniversite fizik öğrencilerinin uydu hareketi ile ilgili alternatif görüşlerinin düşünce deneyi yapma süreçlerine etkilerini araştıran nitel bir çalışmadır. Araştırmada öğrencilerin bilimsel kavramlarla ilgili bilimsel yargılardan; yani bilimsel görüşlerden farklı olarak kendilerinin geliştirdikleri alternatif yargıları belirten görüşlere alternatif görüş (Fleer, 1999) denilmiştir. Öğrencilerin düşünce deneylerinin sonucuna giderken kullandıkları ifadeler tek bir kavram değil de yargı belirten görüşler içerdiklerinden “alternatif kavram” ifadesi yerine “alternatif görüş” ifadesi tercih edilmiştir. Araştırmada nitel araştırma tekniklerinden anket kullanılmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcıları 2009-2010 Eğitim Öğretim Yılı'nda İstanbul'da bir Anadolu Lisesinin 10. sınıfında okuyan 50 lise öğrencisi ile yine İstanbul'da bir devlet üniversitesinin fizik öğretmenliği bölümünün 4. sınıfında okuyan 20 üniversite öğrencisidir. Örneklem seçiminde lise öğrencilerinden 9. sınıflar fiziğe yeni başladıklarından, 12. sınıflar ise üniversite sınavına hazırlandıklarından araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Lise öğrencileri 10. ve 11. sınıflar arasından, uygulamada problem yaşanmaması açısından, araştırmacının derslerine girdiği dört onuncu sınıftan, anketin uygulama zamanında ders saatleri uygun olan ikisi alınarak oluşturulmuştur. Üniversite öğrencileri ise Fizikte Öğretim Yöntemleri-1 dersini alan fizik öğretmenliği dördüncü sınıf öğrencilerinin tamamı alınarak oluşturulmuştur. Örneklemdeki lise öğrencileri anketin uygulandığı dönemde atış hareketi konusunu bilmelerine rağmen çembersel hareket ve uydu hareketi konularını henüz sınıfta işlememişlerdir. Üniversite öğrencileri ise beş yıllık fizik öğrenimlerinin son yılına yaklaştıklarından ilgili fizik konularını görmüşlerdir. Nitel araştırma stratejisi olarak fizik dersi almakta olan öğrenciler arasında en geniş cevap çeşitliğine ulaşılacak istenmektedir. Bu nedenle farklı yaş gruplarına yönelinmiştir. Fizik dersinde ilgili konuları henüz görmemiş öğrenciler başlangıç durumunu temsil etmektedir. Sezgilere dayalı cevap çeşitliğini sağlamada bu yaş grubundan gelen cevapların veri sağlayacağı düşünülmüştür.

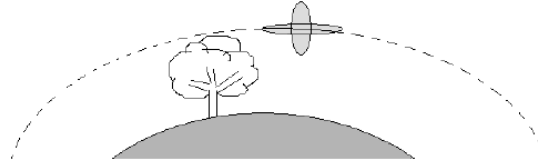
2.3. Verilerin Toplanması

Öğrencilere 2009-2010 E.Ö.Y.'nda 17 açık uçlu sorudan oluşan Düşünce Deneyleri Anketi uygulanmıştır (Acar, 2013). Anketin uygulaması iki ders saati süresince arada 10 dakika tenffüs arası olacak şekilde iki seans halinde bizzat birinci araştırmacının kendisi tarafından yapılmıştır. Düşünce Deneyleri Anketi araştırmacının kendisi tarafından hazırlanmıştır. Anketin hazırlanışında klasik düşünce deneylerinin hayali dünya ve problem bileşenleri öğrenciye sunularak deneyin yürütülmesi, sonuç ve yorum bileşenlerinin öğrenciye bırakılması şeklinde bir yapı oluşturulmuştur. Öğrenciler kendilerine verilen hayali dünya durumlarındaki problemleri çözerek bir sonuca ulaşmış ve ulaştıkları sonucun nedenlerini ve iddialarını destekleyecek delilleri sunmuşlardır. Anketin pilot çalışması 2008-2009 E.Ö.Y.'nda İstanbul'da bir Anadolu Lisesinin 9. sınıfında okuyan 26 öğrenci ve 12. sınıfında okuyan 24 öğrenci olmak üzere toplam 50 öğrenci ile yapılmıştır. Bu araştırmada Düşünce Deneyleri Anketindeki Epstein (1993)'ün «Ağaç Boyu Yörünge» sorusu araştırma kapsamına alınmıştır. Anket sorusu Şekil 1.'de gösterildiği gibidir. Bu soru öğrencilerin bir cismin yörüngeye oturabilmesi için gerekli şartlarla ilgili öğrenci görüşlerini, Dünya'nın yüzeyi ile uzayın derinlikleri arasında yerçekiminin değişimi ile ilgili öğrenci görüşlerini, atmosfer ve yerçekiminin birbiriyle ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerini, boşlukta hareket ve yerçekimi, sürtünme ve hareket ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtacak niteliktedir.

Ağaç boyunda yörünge?

Eğer Dünya'da atmosfer ve dağlar olmasaydı, bir ağaç yüksekliğinde bir noktadan yeterince yüksek bir hızla yere paralel fırlatılan bir uydu Dünya'nın etrafında dolanabilir miydi?

- a) Evet.
b) Hayır.



Neden:

.....

İddianıza bir delil getirin:

.....

.....

Şekil 1. Anket Sorusu

2.4. Verilerin Analizi

Düşünce Deneyleri Anketi'ndeki sorulardan alınan cevaplar “tümevarımsal analiz” yöntemiyle analiz edilerek cevap kategorileri hazırlanmıştır. Bu yöntem, elde edilen verilerin kendi içerisinde değerlendirilmesi esasına dayanır (Chang, 1999). Öncelikle; öğrencilerin anket sorusuna verdikleri cevapların şıklara göre yüzdelik dağılımını gösteren tablo hazırlanmıştır. Daha sonra; öğrencilerin işaretledikleri seçeneklere gösterdikleri nedenler ve getirdikleri deliller tekrar tekrar okunarak özü itibariyle aynı olan ve aynı anlamı ifade eden cevaplar aynı kategori altında toplanmıştır. Cevapların kategorilere uygunluğu kontrol edilerek, her kategoride bulunan cevapların yüzde oranları lise ve üniversite öğrencileri için ayrı ayrı olmak üzere ilgili tabloya kaydedilmiştir.

Araştırmada öğrencilerin düşünce deneylerini nasıl yaptıklarına farklı perspektiflerden bakabilmek için öğrencilerin cevaplarının ardındaki nedenler ve cevaplarında ortaya attıkları iddialara getirebilecekleri deliller özellikle ayrı ayrı sorulmuştur. Nedenler ve deliller bütün halindeki bir düşünce deneyinin nasıl gerçekleştiğini farklı perspektiflerden aydınlatmaktadır. Bu iki farklı perspektif tek bir düşünce deneyine dair veriler sunmaktadır. Bu veriler ışığında cevap kategorileri oluşturulmuştur. Araştırmada öğrencilerin getirdikleri deliller sadece

aydınlatıcı nitelikte kullanılmış olup bunların gerçekten delil niteliği taşıyıp taşımadığı ile ilgilenilmemiştir.

Araştırmada kategorileştirme sürecinde mümkün olduğunca orijinal cevaplara bağlı kalınmıştır. Kategoriler araştırmanın her iki yazarı tarafından ayrı ayrı kontrol edilerek uzlaşma sağlanmıştır. Cevap kategorilerinin oluşturulmasının ardından her bir cevap kategorisindeki çıkış noktası tespit edilerek aynı çıkış noktalı cevap kategorilerini bir araya getiren ve öğrencilerin anket sorularını cevaplarırken ortaya koydukları düşünce akışlarını gösteren “*düşünce zincirleri*” çizilmiştir. Düşünce deneyi bir başlangıcı olan düşünce sürecine karşılık gelmektedir. Bu araştırmada öğrencilerin düşünce sürecine hangi kavramı kullanarak başladıkları sorusundan yola çıkılarak çıkış noktaları belirlenmiştir. Çıkış noktaları öğrencilerin düşünce deneyi yaparken sonuca gitmede esas olarak kullandıkları kavramlardır (Acar; 2014). Düşünce zincirleri; aynı çıkış noktalı cevaplar arasındaki ilişkilerin açık ve net görülmesini sağlamaktadır, ayrıca öğrencilerin sorunun çözümüne giderken izledikleri yolu ortaya koymaktadır. Düşünce zincirlerinin halkalarını oluşturan kutucukların içindeki ifadeler cevap kategorilerindeki cümlelerin adım adım bir düşünce akışı oluşturacak şekilde yeniden ifade edilmesiyle ortaya çıkartılmıştır. Düşünce zincirlerindeki cümleler yazılırken mümkün olduğunca cevap kategorilerindeki ifadelere bağlı kalınmıştır.

3. BULGULAR

Araştırmada öğrencilere yöneltilen soruda Dünya'nın atmosferinin olmadığı bir durumda yere çok yakın bir mesafeden yeterince yüksek hızla yere paralel fırlatılan bir cismin hareketi sorulmaktadır. Bu sorunun cevabı uydunun Dünya etrafında dolanabileceği yönündedir (Epstein, 1993). Bu soruda öğrenciler diğer hareket şekilleri üzerinde düşünmekten uzaklaştırılarak durumu sadece çembersel hareketin mümkün olup olmadığı açısından değerlendirmeye yönlendirilmiştir. Tablo 1. öğrencilerin anket sorusuna verdikleri cevapların sıklara göre yüzdelik dağılımını göstermektedir.

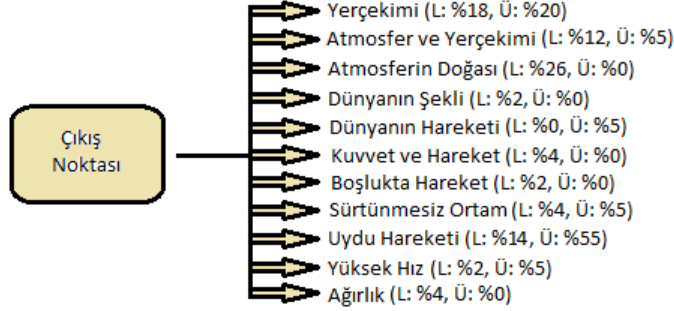
Tablo 1: Anket Sorusuna Verilen Cevapların Sıklara Göre Dağılımı

Cevap Şıkkı	Lise (%)	Üniversite (%)
A Evet	28	50
B Hayır	72	50

Tablo 1.'e göre üniversite öğrencilerinin A ve B şıklarını işaretleme oranı birbirine eşittir. Üniversite öğrencilerinin kavramları lise öğrencilerine göre daha çok oturmuş olmasına rağmen gelişmemiş kavramsal yapılar nedeniyle üniversite öğrencilerinin cevaplarının yarısında da hatalı sonuca sapma gözlenmiştir. Lise öğrencilerinin ise %72'si B şikkini işaretlemiştir. Lise öğrencilerindeki B şikkine yönelmenin nedeni bu öğrencilerde atmosfer, yerçekimi, sürtünme ve boşluk kavramları ile ilgili alternatif görüşlerin üniversite öğrencilerindekilere göre daha yaygın ve daha güçlü olmasıdır.

Tablo 2. öğrenci cevaplarının, neden ve delillere göre incelenmesiyle oluşturulmuş olan cevap kategorilerini göstermektedir. Tablo 2.'de sütunda yer alan “Çıkış Noktası” ifadesi cevap kategorisinde dikkate alınan temel kavramı, “D.Z. No” ifadesi ise cevap kategorisine göre oluşturulmuş olan düşünce zinciri numarasını göstermektedir. Tablo 2.'ye göre lise öğrencilerinin B şikkine ağırlıklı olarak gösterdikleri nedenler “*uydunun fırlatıldığı yönde giderken yerçekiminin etkisiyle gittikçe Dünya'ya yaklaşarak yere düşmesi*” ve “*atmosfer olmadan Dünya etrafında dolanamaması*” olmuştur. Bu cevap kategorilerinde lise öğrencilerinde “*yere yakın olduğunda yerçekimi etkisi ile yere düşme*” ve “*uydu hareketinde atmosferin rolünün önemli olduğu*” düşüncelerinin baskın olduğu görülmektedir. Üniversite öğrencilerinin A şikkı için ağırlıklı olarak gösterdikleri nedenler “*atmosfer ve hava yoksa uydu mantığını kurabilmemiz*” ve “*atmosfer yokken yerçekimi de olmayacağından boşlukta belli*

büyükteki cisimlerin uydu olabilmesi” olmuştur. Bu iki cevap kategorisinin ilkinde düz mantıkla cevaba gidilmiştir; ikincisinde ise üniversite düzeyinde bile “*atmosfer yokken yerçekimi yoktur*”, “*uydu hareketi yerçekimsiz ortamda gerçekleşir*” ve “*ancak belli büyüklükteki cisimler uydu olabilirler*” düşüncelerinin etkili olduğu görülmektedir. Üniversite öğrencilerinin B şıkkı için ağırlıklı olarak gösterdikleri nedenler “*bir ağaç boyu yükseklikte yerçekimi güçlü olduğundan yerin uyduyu çok güçlü çekmesi*” ve “*uydu yerçekiminden uzaklaşmış olmadığı için dolanamaması*” olmuştur. Bu cevap kategorilerinde ise üniversite düzeyinde hala “*atmosfer dışındaki yerçekiminin yüzeydekine göre çok fazla değiştiği*” ve “*uydu hareketinin yerçekimsiz ortamda gerçekleştiği*” düşüncelerinin hâkim olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Öğrencilerin Anket Sorusuna Verdikleri Cevaplardaki Çıkış Noktaları

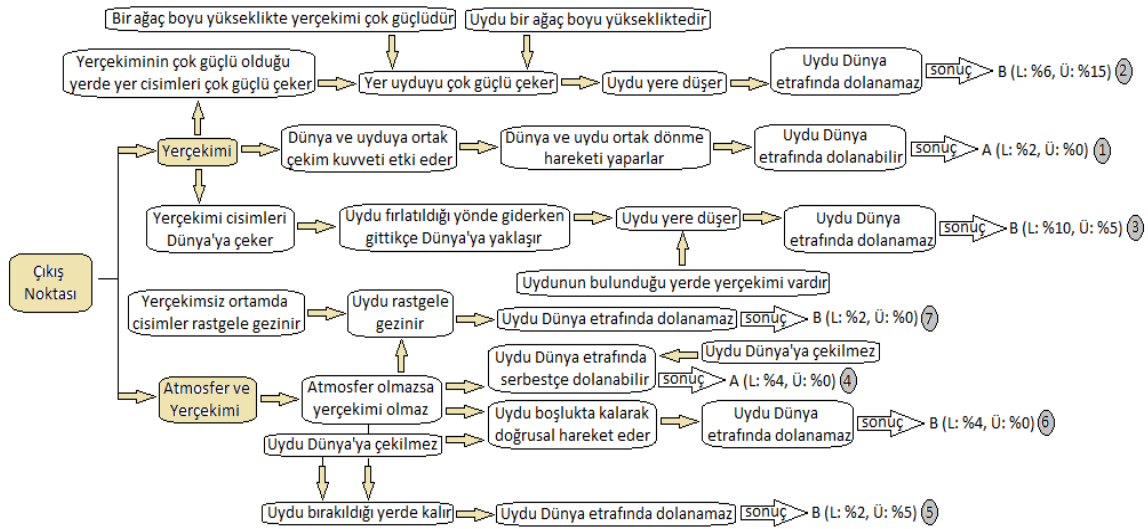
Şekil 2. öğrencilerin anket sorusuna verdikleri cevaplardaki çıkış noktalarını göstermektedir. Öğrenciler bu soruyu 11 farklı çıkış noktasından cevaplamışlardır. Lise öğrencilerinin ağırlıklı olarak yöneldikleri çıkış noktası “*atmosferin doğası*”, üniversite öğrencilerinin ağırlıklı olarak yöneldikleri çıkış noktası ise “*uydu hareketi*” olmuştur. Sadece lise öğrencilerinin cevaplarında görülen çıkış noktaları “*atmosferin doğası*”, “*Dünya'nın şekli*”, “*kuvvet ve hareket*”, “*boşlukta hareket*” ve “*ağırlık*” olmuştur. Sadece üniversite öğrencilerinin cevaplarında görülen tek çıkış noktası ise “*Dünya'nın hareketi*” olmuştur. Lise ve üniversite öğrencilerinin yöneldikleri çıkış noktaları arasındaki farklılıklar bize bu dönemlerdeki öğrencilerin düşünce deneyi yapma şekilleriyle ilgili ipucu sunmaktadır. Lise öğrencileri düşünce deneylerini daha çok etraflarındaki dünyadaki gözlemlenebilir olgulara bağlı olarak yürütürken, üniversite öğrencileri daha çok düşünce deneylerinde olguların arka planındaki fiziksel yasalara dayanmaya yönelmektedir.

Bu araştırmada öğrenci cevaplarında en geniş cevap çeşitliğinin muhafaza edilmesine yönelik bir nitel araştırma stratejisi izlenmiştir. Fizik dersi almakta olan öğrencilerin verilen hayali bağlam üzerinde düşünce deneyi yapma süreçleri incelenirken en geniş cevap çeşitliği tablolatırılmış ve düşünce deneyi yapma süreçleri düşünce zincirleri gösterime ile yorumlanmıştır. Böylelikle olası yapıların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırmada bunlardan özel birini ya da herhangi birini kanıtlamaya veya güvenilir istatistikleri bir araya getirmeye yönelinmemiştir. Bu nedenle var olan tüm çeşitlilikteki veriler değerlendirmeye alınmıştır.

Tablo 2: Anket Sorusuna Verilen Cevapların Cevap Kategorileri

Cevap Sıklığı	Çıkış Noktası	(D.Z. No) Neden	L%	Ü%	
(A) Evet	- Yerçekimi	(01) Dünya ve uydunun her ikisine de ortak çekim kuvveti etki edeceğinden ortak dönme hareketi yapabilmeleri	2	0	
	- Atmosfer ve Yerçekimi	(04) Atmosfer olmadığından yerçekiminin de olmaması sebebiyle cismin serbestçe dolanabilmesi	4	0	
	- Dünyanın Şekli	(15) Dünya küresel olduğundan sürekli atıldığı yerde düz ilerleyecek olan uydunun tekrar aynı noktaya dönmesi	2	0	
	- Dünya'nın Hareketi	(16) Uydunun Dünya'nın çembersel hareketinin etkisiyle dönebilmesi	0	5	
	- Sürtünmesiz Ortam	(19) Sürtünmesiz ortamda yatay hızın korunması ve düşey hızın etkisiyle uydunun Dünya'yı dolanması	0	5	
	- Uydu Hareketi	(22) Atmosfer ve hava yoksa uydu mantığını kurulabilmesi	4	10	
		(23) Atmosfer olmadığından hava sürtünmesi olmadığından uydunun Dünya etrafında dolanabilmesi	8	5	
		(24) Atmosfer yokken yerçekimi de olmayacağından boşlukta belli büyüklükteki cisimlerin uydu olabilmesi	0	10	
		(25) Merkezkaç kuvveti yerçekimi kuvvetini dengeleyebilirse dolanabilmesi	0	5	
		(26) Çekim kuvveti atmosfer ve dağlarla ilgili olmadığından bunlar ortadan kalktığında değişmeyecek olması	0	5	
	- Ağırlık	(31) Sürtünme yokken uydu hareketini koruyabileceğinden yeterli büyüklükte hızla kendi ağırlığını yenebilmesi	2	0	
	- Neden Yok		6	5	
	(B) Hayır	- Yerçekimi	(02) Bir ağaç boyu yükseklikte yerçekimi güçlü olduğundan yerin onu çok güçlü çekmesi	6	15
			(03) Uydu fırlatıldığı yönde giderken yerçekiminin etkisiyle gittikçe Dünya'ya yaklaşarak yere düşmesi	10	5
- Atmosfer ve Yerçekimi		(05) Atmosfer yokken yerçekimi olmadığından uydunun bırakıldığı yerde kalması	2	5	
		(06) Atmosfer yokken yerçekimi olmayacağından uydunun boşlukta kalarak doğrusal hareket etmesi	4	0	
		(07) Atmosfer yokken yerçekimi de olmadığından uydunun rastgele hareket etmesi	2	0	
- Atmosferin Doğası		(08) Atmosfer olmadan uydunun Dünya etrafında dolanamaması	10	0	
		(09) Atmosfer Dünya ile birlikte döndüğü için uyduların ancak atmosferle birlikte dönebilmesi	4	0	
		(10) Uyduyu kendisine çekip Dünya etrafında tutan atmosferin olmaması	4	0	
		(11) Her şeyi bir arada tutan atmosferin olmaması	2	0	
		(12) Dönmeyi ve hareket etmeyi sağlayan şeyin atmosfer olması, atmosfer yokken uydunun yerçekimi etkisiyle yere düşmesi	2	0	
		(13) Atmosfer yokken uyduları kendi yörüngesi altına alamayacağından fırlatılan uyduların yörüngeye girememesi	2	0	
		(14) Atmosfer uyduların ve gök cisimlerinin hareketlerini gerçekleştirdiği tabaka olduğundan uydunun hareket edememesi	2	0	
- Kuvvet ve Hareket		(17) Ortada atmosfer yoğunluğu gibi bir yoğunluk olmayınca havanın kaldırma kuvveti ortadan kalktığından yere düşecek olması	4	0	
- Boşlukta Hareket		(18) Ortam sürtünmesiz uzay boşluğu gibi olduğundan uydunun rastgele hareket edecek olması	2	0	
- Sürtünmesiz Ortam		(20) Atmosfer yokken sürtünme olmadığından uydunun sabit hızla ilerleyecek olması	2	0	
		(21) Sürtünme oluşturarak hareket ettirecek atmosferin olmaması	2	0	
- Uydu Hareketi		(27) Uydu yerçekiminden uzaklaşmış olmadığı için dolanamaması	2	15	
		(28) Uydunun yörüngede dolanabilmesi için oturduğu yörünge ile Dünya'nın çekimi arasında bir denge noktasında bulunması gerekmesi	0	5	
- Yüksek Hız		(29) Uydunun Dünya'nın yörüngesini çok çabuk terk ederek yörüngeden çıkması	0	5	
		(30) Hızını azaltacak atmosfer olmadığından uydunun çok yüksek hızla alev topuna dönüşmesi	2	0	
- Ağırlık	(32) Uydunun atmosfersiz ortamda kendi ağırlığıyla yere düşmesi	2	0		
- Neden Yok		6	0		

Şekil 3. anket sorusunun cevap kategorilerinden oluşturulan “yerçekimi” ve “atmosfer ve yerçekimi” çıkış noktalı düşünce zincirlerini göstermektedir. 1 numaralı D.Z.’de iki cisim arasındaki kütle çekim kuvvetinin cisimlere eşit büyüklükte ve zıt yönlü etki edeceği bilgisi Dünya ve uydunun ortak dönme hareketi yapacağı sonucunu getirmiştir. Burada verilen cevap “Evet” olmasına rağmen ulaşılan sonuç uydunun Dünya etrafında dönmesi değil “uydu ve Dünya’nın birlikte dönmesi” şeklindedir. 2 numaralı D.Z.’de “bir ağaç boyu yükseklikte yerçekiminin çok güçlü olduğu” düşüncesi etkili olmuştur. Buradan öğrencilerin “yapay uyduların ve Ay’ın dolandığı yüksekliklerde yerçekiminin çok zayıf olması” sayesinde uyduların Dünya etrafında dolanabildiklerini düşündükleri anlaşılmaktadır. Gerçekte o yüksekliklerde yerçekiminin değeri çok az değişmektedir. Bu öğrenciler “uyduların Dünya etrafında dolanabilmeleri için yerçekimi çok az olmalıdır” ve “atmosferin dışındaki yerçekimi yüzeydekine göre çok azdır” alternatif görüşüne sahiptirler. 3 numaralı D.Z.’de uydu fırlatıldığı yönde ilerlerken yerçekiminin gittikçe Dünya’ya yaklaştırarak yere düşüreceği düşünülmüştür.

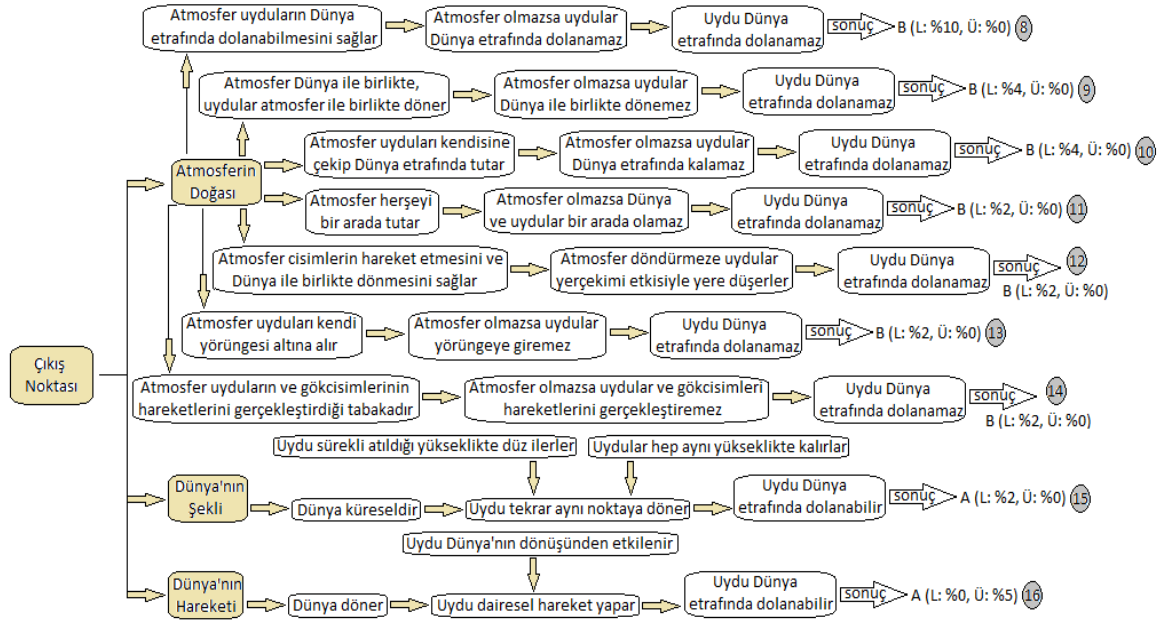


Şekil 3. Öğrencilerin Cevaplarındaki “Yerçekimi” ve “Atmosfer ve Yerçekimi” Çıkış Noktalı Düşünce Zincirleri

Şekil 3’deki 4 numaralı D.Z.’de “atmosfer yokken yerçekimi yoktur” alternatif görüşüyle uydunun Dünya etrafında serbestçe dolanabileceği söylenmiştir. Burada “uydunun dolanabilmesi için yerçekiminin etkisinden uzak olması” şart olarak görülmektedir. 5 numaralı D.Z.’de de yine aynı alternatif görüşle uydunun bırakıldığı yerde kalacağı cevabı verilmiştir. Uydunun yatay hızının etkisiyle yatayda yol alacağı ihmal edilmiştir ya da ortam boşluk olduğundan “boşlukta hareket yoktur” alternatif görüşüyle sonuca gidilmiştir. 6 numaralı D.Z.’de de aynı alternatif görüşle uydunun boşlukta doğrusal hareket yapacağı sonucuna gidilmiştir. Uydunun sadece ilk hızının etkisi alınarak bu hızla ilerlemeye devam edeceği düşünülmüştür. 7 numaralı D.Z.’de de aynı alternatif görüşle uydunun rastgele hareket edeceği söylenmiştir. Bu D.Z.’de cisimler boşlukta rastgele hareket ederler” alternatif görüşünün de etkisi bulunmaktadır.

Şekil 4. “atmosferin doğası”, “Dünya’nın şekli” ve “Dünya’nın hareketi” çıkış noktalı düşünce zincirlerini göstermektedir. 8 numaralı D.Z.’de “atmosfer olmadan uydular Dünya etrafında dolanamazlar” alternatif görüşü etkilidir. Burada “atmosferin uyduları Dünya etrafında tutmak gibi bir işlevi olduğu” düşünülmektedir. 9 numaralı D.Z.’de aynı düşünce atmosferin bunu Dünya ile birlikte dönerek uyduları da kendisiyle birlikte döndürerek yaptığı açıklamasıyla birlikte ortaya çıkmıştır. Bu D.Z.’de uyduların atmosfer içinde mi yoksa dışında mı döndüğünün düşünüldüğü açık değildir. 10 numaralı D.Z.’de “atmosfer uyduları kendisine

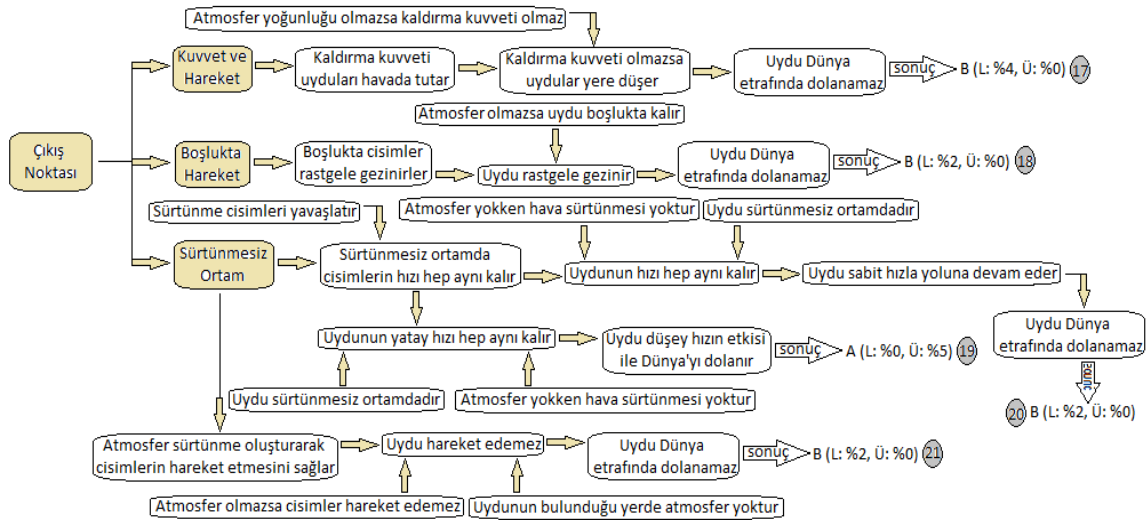
çekerek Dünya etrafında tutar” alternatif görüşünün etkisi görülmektedir. 11 numaralı D.Z.’de ise “atmosfer her şeyi bir arada tutar” ve “uydular atmosferin her şeyi bir arada tutması sayesinde Dünya etrafında dolanabilirler” alternatif görüşleri etkilidir. 12 numaralı D.Z.’de “cisimlerin hareket etmesini ve Dünya ile birlikte dönmesini sağlayan şeyin atmosfer” olduğu söylenmiştir. Burada “atmosferin cisimlerin hareket etmesinde ve uyduların Dünya ile birlikte dönmesinde önemli bir rolü olduğu” düşüncesi mevcuttur. Atmosfer olmadığında uydunun yere düşeceğinin söylenmesinden öğrencinin atmosferin uyduları yerçekiminin etkisinden koruduğu yönünde bir düşünceye sahip olduğu anlaşılmaktadır. 13 numaralı D.Z.’de “atmosfer uyduları kendi yörüngesi altına alarak uyduların Dünya etrafında dönmesini sağlar” düşüncesiyle cevap verilmiştir. Burada “atmosferin bir yörüngesi olduğu ve uyduları bu yörünge altına alarak döndürdüğü” düşünülmektedir. 14 numaralı D.Z.’de atmosferin; uyduların ve gök cisimlerinin içinde hareket ettikleri tabaka olduğu, atmosfer olmadığında bunların hareketlerini gerçekleştiremeyecekleri söylenmiştir. Burada “gök cisimlerinin hepsi atmosferin içinde” düşünülmektedir. Burada gök cisimlerinin Dünya’dan gözlemlendiği büyüklükte oldukları, gözlemlendikleri yerde oldukları ve gözlemlendikleri şekilde hareket ettikleri düşünülüyor olabilir. 15 numaralı D.Z.’de Dünya küresel olduğundan, sürekli atıldığı yönde ilerleyen uydunun sonunda tekrar aynı noktaya döneceği ve bu şekilde çembersel hareket yapacağı cevabı verilmiştir. Uydunun atıldığı yönde ilerlerken yüksekliğini koruyarak ilerlediği düşüncesiyle çembersel harekete gidilmiştir. Uydunun çembersel hareketinin nasıl gerçekleştiği gayet güzel açıklanmıştır. Ancak öğrencinin burada yerçekiminin etkili olup olmadığı hakkındaki düşüncesi açık değildir. 16 numaralı D.Z.’de uydunun Dünya’nın çembersel hareketinin etkisiyle çembersel hareket yapacağı söylenmiştir. Bu düşünce zincirinde Dünya’nın hareketinin boşlukta bulunan cisimlere temas olmadan etki edebileceği düşüncesi vardır.



Şekil 4. Öğrencilerin Cevaplarındaki “Atmosferin Doğası”, “Dünya'nın Şekli” ve “Dünya'nın Hareketi” Çıkış Noktalı Düşünce Zincirleri

Şekil 5. “kuvvet ve hareket”, “boşlukta hareket” ve “sürtünmesiz ortam” çıkış noktalı düşünce zincirlerini göstermektedir. 17 numaralı D.Z.’de sorudaki durum “kaldırma kuvveti” açısından düşünülmüş ve “atmosfer yoğunluğu olmadığında kaldırma kuvveti de olmayacağına uydunun havada kalamayarak yere düşeceği” söylenmiştir. Bu D.Z.’de de atmosferin uyduların hareketi üzerindeki etkisinin yoğunluğu sayesinde kaldırma kuvveti oluşturarak uyduyu havada tutmak olduğu düşünülmektedir. 18 numaralı D.Z.’de ortam boşluk olduğundan uydunun

rastgele hareket edeceği cevabı verilmiştir. “Cisimler boşlukta rastgele hareket ederler” alternatif görüşü bu düşünce zincirinde de etkisini göstermiştir. 19 numaralı D.Z.’de “sürtünmesiz ortamda yatay hız korunur” düşüncesi ve “düşey hızın etkisiyle uydu Dünya’yı dolandır” düşüncesi birlikte kullanılarak sonuca gidilmiştir. Uydunun düşey hızının etkisiyle Dünya’yı dolanması düşüncesi hatalıdır. Uydunun başlangıçta düşey hızı sıfırdır ve çembersel hareket boyunca da sıfır kalmaktadır ve hep yarıçapa dik olmaktadır. Burada üniversite düzeyinde de “kuvvet ve hız kavramlarının birbiri yerine kullanılması” durumu söz konusudur. Uydu düşey hızının değil düşeydeki kuvvetin, yani ağırlığının etkisiyle çembersel hareket yapar. 20 numaralı D.Z.’de “atmosfer yokken sürtünme olmadığından uydunun sabit hızla ilerleyeceği” cevabı verilmiştir. Sürtünmenin yavaşlatıcı etkisinin ortadan kalkmasının ortamda başka kuvvet olup olmadığını değerlendirmeden doğrudan sabit hızı düşündüğü görülmektedir. Burada yerçekiminin etkisi ya gözden kaçırılmıştır ya da atmosfer olmadığına yerçekiminin de olmadığı düşünülmüştür. 21 numaralı D.Z.’de “atmosferin sürtünme oluşturarak hareketi sağladığı”, atmosfer olmadığına hareket de olmayacağı düşünülmüştür. Atmosferin hareket etmeyi sağladığı düşüncesine 12 numaralı D.Z.’de rastlanmıştır. Bu D.Z.’de atmosferin bunu sürtünme oluşturarak gerçekleştirdiği de söylenmiştir. Bu D.Z.’de “sürtünme olmazsa hareket olmaz” alternatif görüşü vardır. Sürtünmenin hareket ettirici bir rolü olduğu düşünülmektedir.

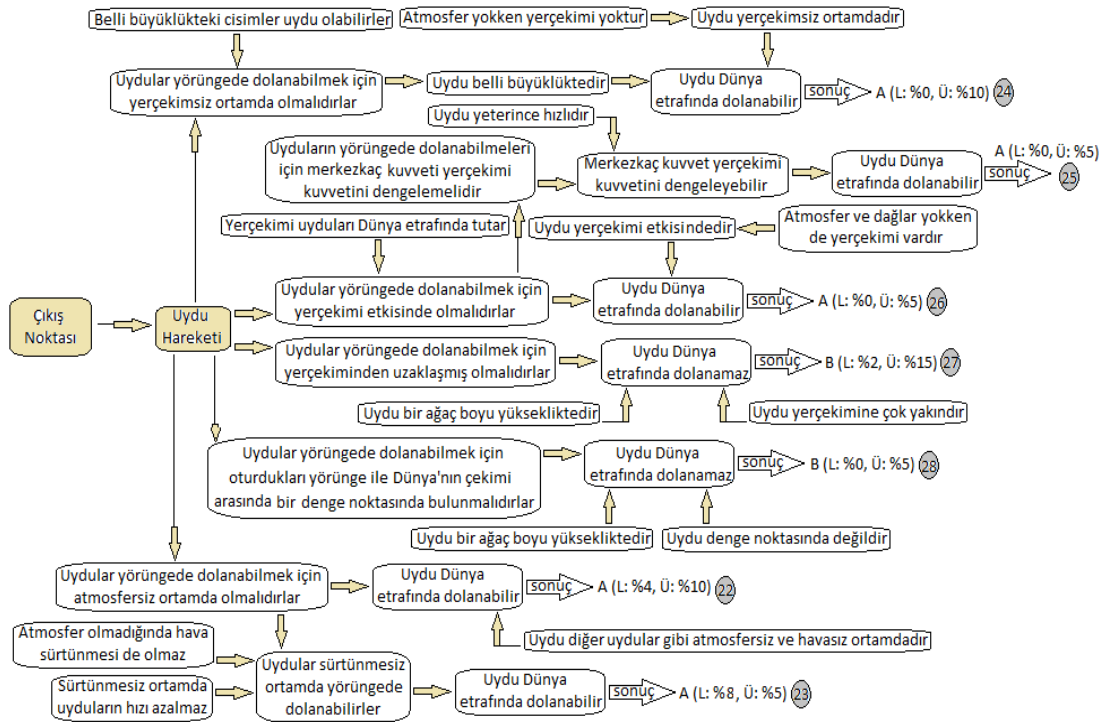


Şekil 5. Öğrencilerin Cevaplarındaki “Kuvvet ve Hareket”, “Boşlukta Hareket” ve “Sürtünmesiz Ortam” Çıkış Noktalı Düşünce Zincirleri

Şekil 6. “uydu hareketi” çıkış noktalı düşünce zincirlerini göstermektedir. 22 numaralı D.Z.’de basitçe atmosfer ve hava olmadığına uydu mantığı kurulabileceği düşünülmüştür. 23 numaralı D.Z.’de atmosfer olmadığına hava sürtünmesi olmadığından uydunun Dünya etrafında dolanabileceği söylenmiştir. Bu cevap uydu hareketinin sürtünmesiz ortamda gerçekleştiği dışında bir açıklama içermemektedir. 24 numaralı D.Z.’de “atmosfer olmadığına yerçekimi de olmadığı” ve “yerçekimsiz ortamda ancak belli büyüklükteki cisimlerin uydu olabildiği” alternatif görüşleri etkilidir. Bu görüşler üniversite düzeyinde ortaya çıkmıştır. 25 numaralı D.Z.’de “koşullu düşünme” ile doğru bir değerlendirme yapılarak merkezkaç kuvveti yerçekimi kuvvetini dengeleyebilirse uydunun Dünya etrafında dolanabileceği cevabı verilmiştir.

Şekil 6.’daki 26 numaralı D.Z.’de yerçekiminin atmosfer ve dağlarla ilgili olmadığı ve bunlar olmadığına ortadan kalkmayacağı düşüncesiyle uydunun Dünya etrafında dolanabileceği söylenmiştir. Burada uydu hareketinin yerçekimi etkisiyle gerçekleştiği dikkate alınmıştır. 27 numaralı D.Z.’de, uydu yerçekiminden uzaklaşmış olmadığına Dünya etrafında dolanamayacağı söylenmiştir. Bu D.Z.’de “uydular Dünya etrafında dolanabilmek için

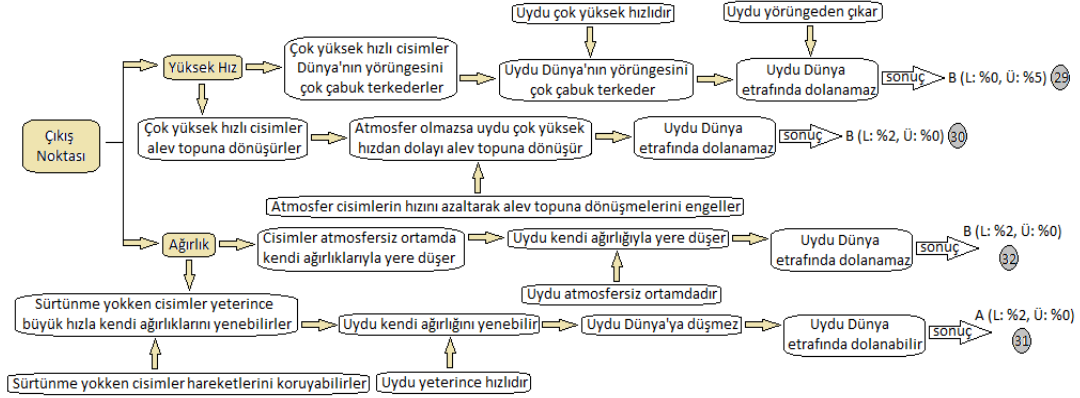
yerçekiminden uzaklaşmış olmalıdırlar” alternatif görüşü vardır. Ayrıca “bir ağaç boyu yükseklik yerçekimine yakın bir yer olarak görülürken Ay’ın ve yapay uyduların dolandığı yükseklikler yerçekiminden uzak” olarak düşünülmektedir. Buradan “atmosferin dışında yerçekiminin ya hiç olmadığı ya da ihmal edilebilecek kadar azalmış olduğunun” düşünüldüğü anlaşılmaktadır. Ayrıca yerçekimine yakın olmak ifadesinden bu D.Z.’de yerçekiminin bir yerde, muhtemelen de merkezde konumlanan bir şey olarak düşünüldüğü anlaşılabilir. 28 numaralı D.Z.’de uydunun yörüngede dolanabilmesi için oturduğu yörünge ile Dünya’nın çekimi arasında bir denge noktasında bulunması gerektiği şeklinde kendi içinde çelişkili bir ifade kullanılmıştır. Burada Dünya’nın çekiminin bulunduğu bir yer düşüncesinden “yerçekiminin bir yerde konumlandığı” fikri olduğu anlaşılmaktadır. Öğrenciyi yönlendiren düşünce uydunun, ancak belli şartlar sağlandığında yörüngeye oturabileceği olmuş olabilir. Ancak öğrencinin denge şartları düşüncesi çelişkilidir.



Şekil 6. Öğrencilerin Cevaplarındaki “Uydu Hareketi” Çıkış Noktalı Düşünce Zincirleri

Şekil 7. “yüksek hız” ve “ağırlık” çıkış noktalı düşünce zincirlerini göstermektedir. 29 D.Z.’de uydunun hızı yüksek olduğundan Dünya’nın yörüngesini çok çabuk terk edeceği söylenmiştir. Uydunun fırlatılma hızı kritik değerin üzerinde olursa olacak olan durum budur. Öğrenci uydunun yeterince büyük hızla fırlatılmasından kritik değerin de üzerinde bir hızla fırlatıldığını anlamış olabilir. 30 numaralı D.Z.’de uydunun hızını azaltacak atmosfer olmazsa çok yüksek hızla alev topuna dönüşeceği söylenmiştir. Bu D.Z.’de “atmosferin rolü sürtünme oluşturarak cisimi yavaşlatma” şeklinde düşünülmüştür. Ayrıca burada “yüksek hız” ifadesinin “alev topuna dönüşme” fikrini çağrıştırdığı da görülmektedir. Bunun ardında atmosfere çok yüksek hızla giren meteorların yanarak yere düşmesi olabilir. 31 numaralı D.Z.’de sürtünme olmadığında uydunun hareketini koruyabileceği ve yeterli büyüklükte hızla ağırlığı yenebileceği söylenmiştir. Burada “ağırlığın hızla yenilebileceği” düşüncesi hâkimdir. Hızın artması merkezkaç kuvvetinin artmasına sebep olacağından hızın ağırlığın dengelenmesinde dolaylı olarak rolü vardır. Gerçekte ağırlığı dengeleyen şey hız değil merkezkaç kuvvetidir. Burada “hıza kuvvet işlevi kazandırıldığı” görülmektedir. 32 numaralı D.Z.’de uydunun atmosfersiz ortamda kendi ağırlığıyla yere düşeceği söylenmiştir. Burada öğrenci atmosferin ağırlığı

dengeleyici bir etki oluşturduğunu düşünmektedir. Bu etki; daha önceki düşünce zincirlerinde olduğu gibi “kaldırma kuvveti oluşturmak” şeklinde olabilir, atmosferin cisimlerin Dünya’ya düşmesini engellediği ya da atmosferin Dünya ile birlikte dönerek uyduların kendisiyle birlikte dönmesini sağladığı düşünülüyor olabilir.



Şekil 7. Öğrencilerin Cevaplarındaki “Yüksek Hız” ve “Ağırlık” Çıkış Noktalı Düşünce Zincirleri

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Nitel araştırmalara temel olan epistemolojik yaklaşım nedeniyle bu araştırmada genelleme kaygısı taşınmadan, buldukları ortam ve yaşları itibarıyla birbirinden farklı 20 lise ve 50 üniversite öğrencisi ile çalışılmıştır. Dolayısıyla araştırmanın bulguları alan yazına ve sınırlı sayıda katılımcıdan elde edilen verilere dayalıdır. Araştırmada Düşünce Deneyleri anketindeki soruların bağlamı hayali dünya bağlamı ile ve anketteki düşünce deneyleri bilimsel düşünce deneyleri ile sınırlıdır. Araştırma kapsamına alınan anket sorusu Epstein (1993)’den alınmıştır ve konusu yörünge hareketi konusu ile sınırlıdır. Araştırma sonuçları bu sınırlılıklar altında, nitel doğasından ötürü farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin tek bir anket sorusuna verdikleri cevaplarla neyi nasıl yorumladıkları ile ilgili bulgu sağlamaktadır. Gerçeğin öznel ve durumsal olduğu düşüncesinden yola çıkılarak yürütülen bu araştırmada bireylerin zihnindeki düşünce deneyi yapma süreçleri, bulguların düşünce zincirleri şeklinde haritalandırılması yoluyla başlangıç noktası kavramı üzerinden ortaya koyulmuştur.

Öğrencilere yöneltilen anket sorusunda düşünce deneylerinin beş bileşeninden ilk ikisi, yani hayali dünya ve problem hazır verilmiş; öğrencilerden diğer üçünü, yani deneyin yürütülmesi, sonuç ve yorum bileşenlerini tamamlayarak tam bir düşünce deneyi yapmaları beklenmiştir. Bu soruda ankete katılan tüm öğrenciler bu beklentiyi karşılamıştır. Öğrencilerin anket sorusuna 11 farklı çıkış noktasından cevap vermesi ve cevap kategorilerindeki çeşitlilik öğrencilerin hayal güçlerini etkin bir şekilde kullanarak alternatif cevaplar üretebildiklerini, belli kalıp cevaplara yönelmediklerini göstermektedir. Anket sorusu ile ilgili yapılan incelemeler sonucunda hem lise hem de üniversite düzeyindeki öğrencilerin alternatif görüşlerinin öğrencilerin düşünce deneyi yapma süreçlerine etki ederek doğru sonuca ulaşmalarında saptırıcı bir rol oynadıkları görülmüştür. Öğrencilerin alternatif görüşleri düşünce deneyi süreçlerinde güçlü bir şekilde etki ederek düşünce akışlarının yönünü değiştirmektedir. Öğrencilerin alternatif görüşleri üniversite öğrencilerinde dört yıllık fizik eğitiminin ardından bile değişmeden kalabilmekte ve öğrenciler hayali dünya bağlamında fizik problemi çözerken etkin bir şekilde rol alabilmektedir. Öğrencilerin düşünce deneyleri kendi naif fizik kavramlarına ve yapılandırılmamış hayal güçlerine dayanmaktadır.

Bu araştırmadaki anket sorusunda öğrencilerin doğru sonuca gitmelerinde alternatif görüşlerinin dışında kuvvet ve hız kavramlarını birbirleri yerine kullanmaları; atmosfer

yerçekimi boşluk, sürtünme, hareket kavramları arasında yanlış ilişkilendirmeler yapmaları; boşluk, atmosfer ve yükseklik kavramlarına olan yönelimleri; değişken kontrolündeki yetersizlikleri de etkili olmuştur. Benzer bir sonuç Gürel ve Acar (2003)'te üniversite düzeyindeki öğrencilerin bile fizik yasalarını ağırlıksızlık ve çok yüksek yerçekimi gibi kendi deneyim alanları dışındaki koşulların bulunduğu durumlara uygularken sıkıntı çektikleri şeklinde ortaya çıkmıştı. Bu çalışmada ayrıca fiziksel büyüklüklerin günlük yaşamdaki skalaya göre öğrenciler tarafından canlandırıldığı ortaya konmuştur. Bu araştırmanın sorusunda ağaç ifadesinin yer almasının ve resmedilmesinin soruyu idealize koşullardan uzaklaştırarak günlük yaşam bağlantısına taşıdığı düşünülebilir. Acar (2003)'de öğrencilerin ön kavramları üzerine yapılan çalışmalar sonucunda lise düzeyinde öğrencilerde yerçekimi, ağırlıksızlık ve uzayla ilgili temel konularda önemli kavram yanlışlarının bulunduğu sonucu da bu çalışmada ortaya çıkan sonuçları desteklemektedir.

Bu çalışmada lise öğrencilerinde atmosfer, yerçekimi, sürtünme ve boşluk kavramları ile ilgili alternatif görüşlerin üniversite öğrencilerindekine göre daha yaygın olduğu görülmüştür. Ayrıca üniversite öğrencilerinin kavramları lise öğrencilerinininkilere göre daha oturmuş olmasına rağmen gelişmemiş kavramsal yapıların üniversite öğrencilerinin cevaplarına da benzer şekilde etki ettiği görülmüştür. Lise ve üniversite öğrencilerinin yöneldikleri farklı çıkış noktaları dikkate alındığında; lise öğrencilerinin düşünce deneylerini daha çok günlük hayattaki gözlemlenebilir olgulara bağlı olarak, üniversite öğrencilerinin ise daha çok olguların arka planındaki fiziksel yasalara dayandırarak yürüttükleri görülmüştür. Bu durum bu iki yaş grubunun problem çözme stratejileri arasındaki farklılığı işaret etmektedir.

Günümüzde fizik eğitimi doğanın yasalarının kavratılmasından çok iyi yapılandırılmış fizik problemlerinin nasıl çözüleceğinin öğretilmesine hizmet etmektedir. Bu haliyle öğrencilerin kavramsal gelişimini sağlamaktan ve öğrencilere fizik konuları üzerinde tartışma becerisi kazandırmaktan uzaklaşmıştır. Bu çalışmada fizik öğrenimini tamamlamış üniversite öğrencilerinin de lise öğrencileri ile aynı alternatif kavramlarla düşünmeleri ve fizik konuları üzerinde değerlendirme yaparken aynı kavramsal hataları yapmaları öğrencilere kazandırılması gereken kavramsal yeterliliklerin gerçekleştirilemediğini göstermektedir. Fizik derslerinde düşünce deneyleri öğrencilerin kendi fizik kavramlarını bilimsel kavramlara doğru geliştirmelerinde bir araç olarak kullanılmalıdır. Düşünce deneyleri öğrencilerin daha önce üzerinde düşünmedikleri konular üzerinde akıl yürütmeleri imkanı sağladıklarından öğrencilerin kendi içsel süreçleri ile ilgili farkındalık kazanmasına yol açabilir. Bu araştırmanın sonuçlarından yola çıkılarak fizik derslerinde öğrencilere düşünce deneyleri ile düşünme alışkanlığının kazandırılmasına yönelik etkinlikler yaptırılması ve bu yolla öğrencilerin kendi kavramları ve düşünme şekilleri hakkında farkındalık kazanmalarının amaçlanması önerilmektedir.

5. KAYNAKÇA

- Acar, H. (2003). Fizik Eğitiminde Bilimkurgu Hikâyelerinin Kullanılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Acar, H. (2013). Fizik Öğrencilerinin Düşünce Deneyleri ile Düşünme Süreçlerinin İncelenmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arslanoğlu, Ş. (1999). The Magic in the laboratory of the mind: A philosophical study of thought experiments. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, ODTÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Brown, J.R. (2006). The promise and perils of thought experiments. *Interchange*, 37 (1-2), 63-75.
- Bunzl, M. (1996). The logic of thought experiments. *Synthese*, 106 (2), 227-240.
- Chang, J. (1999). Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83, 511-526.

- De Mey, T. (2006). Imagination's grip on science. *Metaphilosophy*, 37 (2), 222-239.
- Epstein, L.C. (1993). *Thinking Physics is Gedanken Physics* (2. Baskı). San Francisco: Insight Press.
- Epstein, L.C. (1993). *Thinking Physics is Gedanken Physics* (2. Baskı). San Francisco: Insight Press.
- Fleer, M. (1999). Children's alternative views: Alternative to what?, *International Journal of Science Education*, 21 (2), 119-135.
- Galili, I. (2009). Thought experiments: Determining their meaning. *Science & Education*, 18, 1-23.
- Gürel, Z. & Acar, H. (2003). Research into Students' Views About Basic Physics Principles in a Weightless Environment. *Astronomy Education Review*, 2 (1), 65-81.
- Klassen, S. (2006). The science thought experiment: How might it be used profitably in the classroom?. *Interchange*, 37 (1-2), 77-96.
- Lattery, M.J. (2001). Thought experiments in physics education: A simple and practical example. *Science & Education*, 10, 485-492.
- Reiner, M. (1997). A learning environment for visualization in electromagnetism. *International Journal of Computers in Mathematics Learning*, 2 (2), 125-154.
- Reiner, M. (1998). Thought experiments and collaborative learning in physics. *International Journal of Science Education*, 20 (9), 1043-1059.
- Reiner, M. (2006). The context of thought experiments in physics learning. *Interchange*, 37(1-2), 97-113.
- Reiner, M. & Burko, L.M. (2003). On the limitations of thought experiments in physics and the consequences for physics education. *Science & Education*, 12, 365-385.
- Reiner, M. & Gilbert, J. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 22 (5), 489-506.
- Reiner, M. & Gilbert, J.K. (2004). The symbiotic roles of empirical experimentation and thought experimentation in the learning of physics. *International Journal of Physics*, 26 (15), 1819-1834.
- Sorensen, R.A. (1992) *Thought Experiments* (1. Baskı). New York: Oxford University Press.
- Stinner, A. (2006). The large context problem (LCP) approach. *Interchange*, 37 (1-2), 19-30.
- Wieman, C. (2007). Why not try a scientific approach to science education?. *Change*, September/October, 9-15.
- Winchester, I. (1990). Thought experiments and conceptual revision. *Studies in Philosophy and Education*, 10 (1), 73-81.

Extended Abstract

Thought experiments are special scientific tools that mediate between theory and experiment by mental simulation (Galili, 2009). Sorensen (1992) defines thought experiments as the experiments that purport to achieve their aim without the benefit of execution. With thought experiments, very important scientific advances have been achieved in the history of science. Thought experiments create evidence for the claims and theories based on previous experiences and theories; and benefit from inquiry and imagination. Reiner (1998) states thought experiments may be considered to consist of five components: 1. an imaginary world; 2. a problem; 3. an experiment; 4. results; and 5. a conclusion.

Thought experiments' pedagogical foundations and methodology have not been established yet (Klassen, 2006). Thought experiments are powerful learning tools, because they provide conceptual clarification, benefit from intuitional imagery, and force the people to use their own intuition. Thought experiments provide tacit and implicit knowledge and logical conclusion strategies (Reiner and Gilbert, 2000), and combine them in only one thought process (Reiner and Burko, 2003). Wieman (2007) suggests that successful science education should develop students' thinking and problem-solving skills and prompt students to think like scientists. The students need to be taught ways of thinking through a comprehensive and focused mental effort. In addition; new ways of thinking are built on a student's already existing way of thinking. Therefore, the students' previous way of thinking must be taken into consideration (Wieman, 2007).

In physics classes, students actually are expected to make thought experiments, because the context in which the physics laws are thought are always ideal and abstract. The human mind is in a constant

effort of making sense. Students try to make sense by associating the acquired learning in daily life with their learning in physics classes. Considering all this, it is important to know how this process of making sense occurs and the factors involved in this process while students think in ideal conditions, i.e. while making thought experiments. Because of this importance this study investigates the effects of students' alternative views about satellite motion on their thought experimentation processes.

This research is a qualitative study. The participants of the study, 50 tenth grade (age 17) high school students and 20 fourth year university students studying physics education. The Thought Experiments Survey consists of 17 open-ended questions and was applied to the participants during two lessons with ten minutes break by the first researcher, in the 2009-2010 academic year. The Thought Experiments Survey is prepared by the first researcher in the structure of presenting students with classic thought experiment components of an imaginary world and problem and expecting them to complete conducting the experiment, results and conclusion components. The students reached a conclusion by solving problems given to them and they presented the evidence and reasons of their conclusions. The pilot study of the survey was conducted in the 2008-2009 academic year with 26 ninth grade students and 24 twelfth grade high school students. In this research, the question of "tree top orbit (Epstein, 1993)" in the Thought Experiments Survey was taken within scope of the study. This question reflects students' views about the needed conditions to place on an object in an orbit, the change of gravity between the surface of the Earth and deep space, the relationship between atmosphere and gravity and the relationship between motion in vacuum and frictionless conditions.

The responses taken from the survey were analyzed with inductive analyses and response categories were formed. After that, the starting points in each response category were determined and thought chains showing the students' thought flows were drawn. Thought chains provide clarity of the relationships between the response categories with the same starting points and reveal the way the students use them, while finding the solution to the problem.

In the study, the first two components of the thought experiments, i.e. imaginary world and problem, were presented to the students with the expectation of their making full thought experiments by completing the other three components, i.e. conducting of experiment, result and conclusion. All the students participating in this study met this expectation. Responses coming from 11 different starting points and the diversity of response categories show that the students can provide alternative solutions by using their imagination effectively and do not aim for the same response patterns.

As a result of the analysis of the responses taken from the survey question, both high school and university students' alternative views affected the students' thought experimentation processes and played a role as deflectors in reaching the right conclusion. Students' alternative views powerfully affected the direction of students' thought flows. Students' alternative views can stay unchanged even after the four year university physics education and have an effective role while solving problems in the context of the imaginary world. Students' thought experiments are based on their naive physics concepts and unstructured imagination. Other than the alternative views of students, the students' use of the concepts of force and speed wrongly; the students' make wrong associations of the concepts of atmosphere, gravity, vacuum, friction and motion; tendencies to the concepts of vacuum, atmosphere and height and the students' variable control deficiencies are also have been effective on their thought experimentation processes.

Kaynakça Bilgisi

Acar, H. ve Güler, Z. (2014). Fizik öğrencilerinin uydu hareketi ile ilgili görüşlerinin düşünce deneylerine yansımaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [Hacettepe University Journal of Education]*, 29(2), 01-15.

Citation Information

Acar, H., & Güler, Z. (2014). Reflection of high school and physics education students' views about satellite motion into their thought experiments. [in Turkish]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [Hacettepe University Journal of Education]*, 29(2), 01-15.