

**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ 2. SINIF ÖĞRENCİLERİNE
“ATOMUN YAPISI” KONUSUNUN 3D BİLGİSAYAR
MODELLERİ YARDIMIYLA ÖĞRETİMİ**

MUSTAFA AKILLI

Doktora tezi

İlköğretim Ana Bilim Dalı

Doç. Dr. Sabriye SEVEN

2011

(Her Hakkı Saklıdır)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ 2. SINIF ÖĞRENCİLERİNE “ATOMUN
YAPISI” KONUSUNUN 3D BİLGİSAYAR MODELLERİ
YARDIMIYLA ÖĞRETİMİ

(The Teaching of “Structure of Atom” Subject with the help of 3D Computer
Models to 2. Year Primary Science Education Students)

DOKTORA TEZİ

Mustafa AKILLI

Danışman: Doç. Dr. Sabriye SEVEN

ERZURUM
Aralık, 2011

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Sabriye SEVEN danışmanlığında, Mustafa AKILLI tarafından hazırlanan “Fen Bilgisi Eğitimi 2. Sınıf Öğrencilerine “Atomun Yapısı” Konusunun 3D Bilgisayar Modelleri Yardımıyla Öğretimi” başlıklı çalışma 27 /12/2011 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

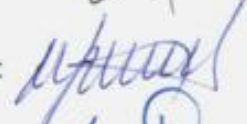
Başkan : Doç. Dr. Ercan AKPINAR

İmza:



Danışman : Doç. Dr. Sabriye SEVEN

İmza:



Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kemal DOYMUŞ

İmza:



Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mustafa SÖZBİLİR

İmza:



Jüri Üyesi : Doç. Dr. Refik DİLBER

İmza:



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.....

Prof. Dr. H. Ahmet KIRKKILIÇ

Enstitü Müdürü

Doktora Tezi olarak sunduğum “Fen Bilgisi Eğitimi 2. Sınıf Öğrencilerine “Atomun Yapısı” Konusunun 3D Bilgisayar Modelleri Yardımıyla Öğretimi” başlıklı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla doğrularım.

Tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece Atatürk Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin 3 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

31/12/2011


Mustafa AKILLI

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ 2. SINIF ÖĞRENCİLERİNE “ATOMUN YAPISI” KONUSUNUN 3D BİLGİSAYAR MODELLERİ YARDIMIYLA ÖĞRETİMİ

Mustafa AKILLI

2011, 148 sayfa

Bu çalışmada, 3D (üç boyutlu) bilgisayar modellerinin Modern Fizik dersi “Atomun Yapısı” ünitesi çerçevesinde Fen Bilgisi Eğitimi 2. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerinin artmasına ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın örneklemini, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim gören ikinci sınıflar oluşturmaktadır. Atomun Yapısı ünitesindeki uygulamaya 34’ü Deney, 33’ü Kontrol Grubunu oluşturacak şekilde toplam 67 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın deseni, yarı-deneysel ön test–son test kontrol gruplu modele göre dizayn edilmiştir. Araştırmada, verilerin toplanması amacıyla Akademik Başarı Testi (ABT), Zihinsel Model Testi (ZMT), Uzamsal Canlandırma Testi (UCT) ve 3D Bilgisayar Modelleri için Görüş Ölçeği (3DMGÖ) kullanılmıştır. Verilerin analizi için tanımlayıcı istatistikler, karşılaştırma testleri, varyans analizi yapılmış ve kullanılan 3D bilgisayar modellerinin etkilerini hesaplamak amacıyla etki büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 3D bilgisayar modelleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı, zihinsel modellerini geliştirdiği ve üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırma yeteneklerini arttırdığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Model, modelleme, model tabanlı öğretim, 3D bilgisayar modelleri, zihinsel modeller, atom

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

THE TEACHING OF “STRUCTURE OF ATOM” SUBJECT WITH THE HELP OF 3D COMPUTER MODELS TO 2. YEAR PRIMARY SCIENCE EDUCATION STUDENTS)

Mustafa AKILLI

2011, 148 pages

In this study, it was aimed that is there any effect of 3D computer models on students' academic achievement, thinking about three dimensional and spatial ability and improving their mental models. The sample of study consist of 67 second year science education students who attended as Experimental and Control Group in which the unit of Structure of Atom, were taught in Ataturk University, Kazım Karabekir Education Faculty. Study was grounded on semi-experimental design method. As the data collection instruments, Academic Achievement Test (AAT), Mental Model Test (MMT), Spatial Visualization Test (SVT) and Opinion Scale for 3D Computer Models (OSCM) were used. The data obtained on instruments were evaluated by using descriptive statistics, compare tests, MANOVA and effect size. The results of the study indicate that 3D computer models are more effective than traditional teaching method on increasing students' academic achievement, improving their mental models and spatial abilities.

Key Words: Model, modeling, model based learning-teaching, 3D computer models, mental models, the atom

TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora eğitimim süresince tez danışmanlığımı yürüten Doç. Dr. Sabriye SEVEN'e teşekkür ederim. Bu çalışmanın yürütülmesi sürecinde benden yardımını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, karşılaştığım her zorlukta ufkumu genişleten, değerli vaktinden ayıran çok saygıdeğer ağabeyim ve hocam Doç. Dr. Mustafa SÖZBİLİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca verdikleri manevi destekten ötürü kıymetli hocalarım Sayın Doç. Dr. Kemal DOYMUŞ ve Sayın Okt. Samih DİKEL'e teşekkürü borç bilirim. Çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Ataman KARAÇÖP, Yrd. Doç. Dr. Mehmet ERKOL, Arş. Gör. Hasan ASLAN'a ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Bilimsel katkıların yanı sıra bu zor süreçte maddi ve manevi desteklerini hep hissettiğim, hep yanımda olan, annem Gönül ve Babam Ahmet Vahit'e, kız kardeşim Ayşegül ve eőli Selim'e, üzerimdeki stresi atmama yardımcı olan yeğenlerim ve göz bebeklerim Nisa Ceren ve Ahmet Çağrı'ya ve tabi ki en önemlisi sevgili eőim, DENİZ'ime sonsuz teşekkür ederim.

Erzurum-2011

Mustafa AKILLI

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ KABUL ve ONAY TUTANAĞI.....	i
TEZ ETİK ve BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
GRAFİKLER DİZİNİ.....	x
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	6
1.1.1. Alt Problemler	6
1.2. Amaç	7
1.3. Önem	7
1.4. Varsayımlar	8
1.5. Sınırlılıklar	8
1.6. Tanımlar	9

İKİNCİ BÖLÜM

2. KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Eğitim Teknolojisi.....	10
2.1.1. Eğitim Teknolojisinin İlkeleri	11
2.1.2. Eğitim Teknolojisinin Yararları	12
2.2. Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ).....	14
2.2.1. BDÖ'in Amaçları	17
2.2.2. BDÖ'in Yararları.....	18
2.2.3. BDÖ'in Sınırlılıkları ve Ortaya Çıkabilecek Sorunlar	20
2.2.4. BDÖ'de Kullanılan Yöntemler.....	21
2.3. Multimedya Öğrenme Ortamları	23
2.3.1. Multimedya Sistemlerin Faydaları	25
2.3.2. Multimedya Öğrenmenin Bilişsel Teorisi	26
2.4. Model ve Modelleme	30
2.4.1. Kavramsal Modeller	34
2.4.2. Zihinsel Modeller	37
2.4.3. Model Tabanlı Öğretim (MTÖ).....	39
2.5. Uzamsal Yetenek.....	42

2.6. İlgili Araştırmalar	43
2.6.1. BDÖ ve Multimedya Öğrenme ile İlgili Kaynak Özetleri	43
2.6.2. 3D Modeller ve Modelleme ile İlgili Kaynak Özetleri	55

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli	64
3.2. Araştırma Grubu	65
3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması	65
3.3.1. Akademik Başarı Testi (ABT).....	66
3.3.2. Uzamsal Canlandırma Testi (UCT).....	67
3.3.3. Zihinsel Model Testi (ZMT)	67
3.3.4. 3D Bilgisayar Modelleri İçin Görüş Ölçeği (3DMGÖ)	68
3.4. Verilerin Analizi.....	68
3.5. Uygulama	71
3.5.1. 3D Bilgisayar Modelleri İle Öğretim	71
3.5.2. Geleneksel öğretim.....	75
3.6. Değişkenler.....	75
3.6.1. Bağımsız Değişkenler.....	75
3.6.2. Bağımlı Değişkenler.....	76

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR ve YORUM

4.1.1. ABT İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular	77
4.1.2. UCT İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular	79
4.1.3. ZMT İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular.....	82
4.1.4. 3DMGÖ İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular....	98

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç	101
5.2. Öneriler.....	104

KAYNAKÇA	106
-----------------------	-----

EKLER	123
--------------------	-----

EK-1 (Akademik Başarı Testi).....	123
-----------------------------------	-----

EK-2 (Zihinsel Model Testi).....	128
----------------------------------	-----

EK-3 (Uzamsal Canlandırma Testi).....	129
---------------------------------------	-----

EK-4 (Bilgisayar Destekli 3d Modeller İçin Görüş Ölçeği)	142
--	-----

EK-5 (DG öğrencilerinin ZMT kapsamında verdikleri cevaplardan örnekler)	143
---	-----

EK-6 (KG öğrencilerinin ZMT kapsamında verdikleri cevaplardan örnekler)	145
---	-----

EK-7 (DG ve KG öğrencilerinin ZMT kapsamındaki cevaplarından örnekler)	147
--	-----

ÖZ GEÇMİŞ	149
------------------------	-----

TABLolar (ÇİZELGELER) DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 3.1.1. "Atomun yapısı" ünitesi için deneysel yöntem	64
Tablo 3.3.1. ABT için belirtke tablosu.....	66
Tablo 3.4.1. Cohen d etki büyüklüğü ve yüzdeler	70
Tablo 3.5.1. 3D bilgisayar modellerinin içerikleri.....	74
Tablo 4.1.1. ABT ön-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları.....	78
Tablo 4.1.2. ABT son-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	78
Tablo 4.1.3. UCT ön-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları.....	80
Tablo 4.1.4. UCT son-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	80
Tablo 4.1.5. UCT için DG'nin test puanlarına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	81
Tablo 4.1.6. ZMT puan ortalamaları için MANOVA analiz sonuçları.....	83
Tablo 4.1.7. ZMT-açıklama kısmına ait soruların bağımsız gruplar t-testi sonuçları	84
Tablo 4.1.8. 1. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	84
Tablo 4.1.9. Soru 1 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri.....	85
Tablo 4.1.10. 2. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	87
Tablo 4.1.11. Soru 2 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri	87
Tablo 4.1.12. 3. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	89
Tablo 4.1.13. Soru 3 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri	90
Tablo 4.1.14. 4. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	92
Tablo 4.1.15. Soru 4 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri	92
Tablo 4.1.16. 5. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları	95
Tablo 4.1.17. Soru 5 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri	95
Tablo 4.1.18. 3DMGÖ ile ilgili ifadelere ait kategori ve frekanslar.....	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Edgar Dale'nin yaşantı konisi.....	2
Şekil 1.2. Hoben'in sınıflandırması	3
Şekil 2.2.1. Bilgisayarın okullarda kullanım biçimleri	15
Şekil 2.2.2. BDÖ'de kullanılan yöntemler.....	22
Şekil 2.3.1. Multimedya öğrenmenin bilişsel teorisi.....	30
Şekil 2.4.1. Model yapılandırma sürecine örnek bir yaklaşım.....	31
Şekil 2.4.2. Modellerin sınıflandırılması	33
Şekil 2.4.3. MTÖ'nün aşamaları	41
Şekil 3.5.1. Thomson atom modelinden örnek görüntüler.....	72
Şekil 3.5.2. Rutherford'un deney düzeneğinden örnek görüntüler	72
Şekil 3.5.3. Bohr atom modelinin I. önkabulünden örnek görüntüler.....	72
Şekil 3.5.4. Bohr atom modelinin II. önkabulünden örnek görüntüler	73
Şekil 3.5.5. Uyarılma ve taban hale dönme süreci ile ilgili örnek görüntüler.....	73
Şekil 3.5.6. Hidrojenin spektrum serileri ile ilgili örnek görüntü	73
Şekil 4.1.1. Birinci soru için KG cevaplarından yç-da kategorisine ait örnek.....	86
Şekil 4.1.2. Birinci soru için DG cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek.....	86
Şekil 4.1.3. İkinci soru için KG cevaplarından yç-ka kategorisine ait örnek.....	88
Şekil 4.1.4. İkinci soru için DG cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek.....	89
Şekil 4.1.5. Üçüncü soru için KG cevaplarından yç-ka kategorisine ait örnek	91
Şekil 4.1.6. Üçüncü soru için DG cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek	91
Şekil 4.1.7. Dördüncü soru için KG cevaplarından yç-ka kategorisine ait örnek.....	94
Şekil 4.1.8. Dördüncü soru için DG cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek.....	94
Şekil 4.1.9. Beşinci soru için KG cevaplarından yç-ya kategorisine ait örnek.....	97
Şekil 4.1.10. Beşinci soru için DG cevaplarından dç-da kategorisine ait örnekler....	97
Şekil 4.1.11. Öğrencilerin 3D modeller ile ilgili görüşlerinden örnekler	100
Şekil 4.1.12. Öğrencilerin 3D modeller ile ilgili önerilerinden örnekler	100

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa No
Grafik 4.1.1. ABT ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait grafik.....	77
Grafik 4.1.2. UCT ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait grafik.....	79
Grafik 4.1.3. ZMT çizim, açıklama ve toplam puan ortalamalarına ait grafik	82
Grafik 4.1.4. 1. Soru için kategorilere ait frekans değerleri.....	86
Grafik 4.1.5. 2. Soru için kategorilere ait frekans değerleri.....	88
Grafik 4.1.6. 3. Soru için kategorilere ait frekans değerleri.....	90
Grafik 4.1.7. 4. Soru için kategorilere ait frekans değerleri.....	93
Grafik 4.1.8. 5. Soru için kategorilere ait frekans değerleri.....	96

KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

BDÖ	: Bilgisayar Destekli Öğretim
MÖBT	: Multimedya Öğrenmenin Bilişsel Teorisi
MTÖ	: Model Tabanlı Öğrenme
ABT	: Akademik Başarı Testi
ZMT	: Zihinsel Model Testi
UCT	: Uzamsal Canlandırma Testi
3DMGÖ	: Modeller için Görüş Ölçeği Testi
DG	: Deney Grubu
KG	: Kontrol Grubu
dç	: doğru çizim
da	: doğru açıklama
kç	: kısmi çizim
ka	: kısmi açıklama
yç	: yanlış çizim
ya	: yanlış açıklama
\bar{X}	: Ortalama
N	: Denek sayısı
SS	: Standart Sapma
sd	: Serbestlik derecesi

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

Tarım toplumundan endüstri, endüstri toplumundan da bilgi toplumuna geçiş süreci insanlık açısından göz ardı edilemeyecek birçok değişime sebep olmuştur. Dünya düzeninde meydana gelen bu değişimi, pozitif yöne çevirebilecek olgu ise toplumun ihtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda bilgili ve tutarlı insanlar yetiştirecek olan eğitimidir.

20. yüzyılın sona ermesiyle birlikte, gelişen bilgi teknolojisinin doğurduğu bilgi çağının, geleneksel öğretmen merkezli eğitim sistemleri yerine öğrenciyi merkeze alan, öğrenmeyi öğreten, yaklaşımcı ve çağdaş bir eğitim sistemini ortaya çıkardığını belirtmektedir. Bilim ve teknolojiye meydana gelen değişmelerden ve sahip olunan bilgi birikiminden insanların haberdar edilmesi, bir başka deyişle toplumu oluşturan bireylerin bilimsel ve teknolojik okur-yazar hale getirilmesi gerekir. Böylece bu bireyler karşılaştıkları sorunları daha tutarlı ve olumlu sonuçlar ortaya koyacak şekilde çözebilecektirler. Mevcut bilgi birikimi planlı, programlı ve sistemli olarak önceden belirlenen hedefler doğrultusunda okullarda gerçekleştirilen eğitim faaliyetleri ile bireylere sunulur (Karaçöp, 2010; Öztürk, 2004).

Son zamanlarda iletişim ve bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, öğrenme-öğretme ortamlarında internet ve bilgisayar teknolojilerinin kullanımını ön plana çıkarmıştır. İnternet teknolojisindeki gelişmeler, eğitimcilere yalnızca yazılı metin değil, grafik, video, simülasyon ve animasyon tekniği kullanılarak öğretime imkan sağlamaktadır. Akpınar (1999)'ın dile getirdiğine göre, eğitim ortamında bilginin sadece resimle ya da sadece metinle ifade biçimi yetersiz kalmaktadır. Farklı ifade biçimlerini birbirini engellemeden ve anlamlı bir şekilde ilişkilendirerek kullanmak daha fazla fayda

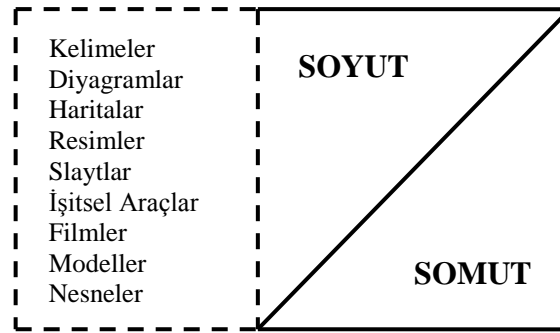
sağlayacaktır. Görselliği zenginleştirilmiş malzemelerin eğitim ortamında daha çok fayda sağladığını “bir resim bin kelimeye bedeldir” sözü ile de ifade etmek mümkündür.

Bu tip görselliği zenginleştirilmiş malzemelere eğitim-öğretim sürecinde en çok ihtiyaç duyan alanların başında Fen Bilimleri gelmektedir. Çünkü fen bilimleri daha çok gözlem ve deneye dayanmakta, elde edilen sonuçlar ve geliştirilen teoriler ağırlıklı olarak soyut kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu soyut kavramların öğrencilere aktarılması ise bazı yöntemlerle sağlanmaktadır. Bunlardan biri soyut ve anlaşılması güç kavramları daha somut ve anlaşılabilir kılan “model”lerdir. Bir model, gerçek cisimlerin, aynı veya başka maddeden yapılan örnekleri ile doğal ortamından sınıfa getirilerek uygulanan öğretim yöntem ve süreçleridir (Çilenti, 1985). Gerçek hayattan alınmış nesnelerin ya da modellerin öğretim amaçlı kullanılması, öğrencilerin gerçek dünyayı anlamalarına yardım eden en etkin yöntemler arasında yer alır.



Şekil 1.1. Edgar Dale'nin yaşantı konisi

Hem modelleri hem de teknolojinin kullanımını ortak bir çerçevede değerlendirebilmek için, Edgar Dale'nin "Yaşantı Konisi" (Şekil 1.1.) veya Hoben'in sınıflandırması (Şekil 1.2) (Şahin ve Yıldırım, 1999) iyi birer örnek teşkil edebilirler. Her iki sınıflandırma da dikkatle incelendiğinde modeller yoluyla edinilen yaşantıların daha fazla öğrenme sağladığı anlaşılmaktadır. Emlek (2007)'in de belirttiği gibi, Dale'nin yaşantı konisi incelendiğinde, bilişim teknolojilerinin sunduğu imkânlardan faydalanarak teknolojik araç gereçlerin eğitimde kullanılması, öğrenmeyi daha kalıcı hale getirmektedir. Bu araç gereçler sayesinde eğitim ortamı daha fazla somutlaşmış olacağından etkili öğrenme daha fazla sağlanacaktır.



Şekil 1.2. Hoben'in sınıflandırması

Modellerin ve modellemenin bilginin oluşturulmasında merkezi bir role sahip olduğu görüşü, amacını bilimin doğru bir resminin çizilmesi olarak kuran Fen eğitimi için oldukça önemlidir (Koponen, 2007). Geçen on yılda fen eğitiminde model ve modellemenin önemi fen eğitimi ile ilgili reform hareketleri içerisinde de artmaktadır (Gobert, 2000). Zhang, Liu ve Krajcik (2006)'in aktardığına göre fen öğrenimi ve öğretimi için geliştirilecek olan modeller, öğrencilere soruları tanımlama, açıklamaları genelleme, gereçleri kullanma gibi değerli bilimsel uygulamaları kullanma ve uygulama imkânı sunar. Bilimde yaygın olarak kullanılan modeller, hipotezleri formüle ve test etmede bilim adamlarına yardımcı olurlar. Bir model, bir nesnenin, olayın ya da sürecin sunulmasıdır (Gilbert ve Boulter, 1998). Bir objenin, olgunun ya da sürecin basitleştirilmiş bir taklidi olan modelleri, bu kavramları anlamamıza yardımcı olur. Modeller, bir nesne ya da olgu, çok küçük veya çok büyük, çok karmaşık ya da ulaşılmaz olduğu zaman inşa edilir (Valanides ve Angeli, 2008). Bunun yanı sıra

modellerin ne denli önemli olduğu üç ana sebeple ifade edilir. Birincisi, modeller ve modellemenin fen ve fen eğitiminde kesin olarak kabul görmeleri; ikincisi, bilimin doğası ve başarısında önemli rol oynamaları ve son olarak teknolojiye büyük öneme sahip olmalarıdır (Bekiroğlu Ogan, 2006). Modeller, zihinsel modeller gibi kişisel, kavramsal modeller gibi açıklayıcı veya herkese özgü kabul edilen görüş birliğini yansıtan modeller şeklinde ortaya çıkabilir (Zhang vd., 2006) veya başka bir ifadeyle modeller, fiziksel, açık veya matematiksel olabilir (Valanides ve Angeli, 2008). Son zamanlarda ortaya çıkan bu tanımlar, model tabanlı öğretme ve öğrenme (MTÖ) olarak adlandırılan yeni bir yaklaşım ortaya çıkarmıştır (Buckley vd., 2004; Gobert ve Buckley, 2000; Linn, 2003; Liu, 2006). MTÖ, öğrencilerin algılarını değiştirmek ve bilimsel anlayışlarını geliştirmek amacını benimseyen bir yaklaşımdır (Duit ve Treagust, 2003). MTÖ, bilgi kaynakları, öğrenme aktiviteleri ve hem bireysel hem de öğrenen gruplar arasında zihinsel model oluşturmayı kolaylaştırmak için tasarlanmış, eğitici-öğretici stratejilerle birlikte sunulan bir uygulamadır (Gobert, 2000). MTÖ, insanların; gerçek dünyadaki davranış sistemlerini anlamak ve sebeplendirmek için içsel-bilişsel sunumlarla destekleyerek oluşturdukları zihinsel modeller teorisini temel almaktadır. MTÖ’de öğrenenler, yapı, fonksiyon, işleyiş ve nedensel mekanizmalar hakkındaki bilgi parçalarını birleştirerek, kişisel öğrenmelerini ortaya koyan fenomenler olarak zihinsel modeller oluştururlar. Daha sonra ise, ihtiyaç duyduklarında, oluşturdukları bu modelleri aktararak ya da yeniden değerlendirip, gözden geçirip düzelterek kullanırlar (Williams ve Clement, 2006). Bazı araştırmacılar için zihinsel modeller sadece olayların birer temsiliyken bazıları için ise sadece olayların benzeridir. Fakat her iki durumda da zihinsel modeller, bilişsel aktivite ve dünya arasındaki ilişkiyi açıklar (Borges ve Gilbert, 1999).

MTÖ’nün bir türü olarak bilgisayar modelleri ve modelleme süreci fen eğitiminde önemli derecede dikkat çekmektedir (de Jong vd., 1999; Ebenezer, 2001; Straford, Krajcik ve Soloway, 1998). Bilgisayar modellemeleri bilimsel anlamayı desteklemek için kullanılabilirler ve öğrenenlerin, daha önce de ifade edilen zihinsel modeller, kavramsal modeller ve genel modeller çeşitleri arasında oluşacak olan dönüşümü kolaylaştırabilirler (Boulter ve Buckley, 2000; Zhang vd., 2006). Bunun yanı sıra bilgisayar modelleri, karmaşık bilgi işlemleri daha kolay süreçler haline getirip

bilimsel süreci daha dinamik yaparak yeni çalışma yolları bulabilirler (Valanides ve Angeli, 2008).

Bilgisayar modelleri, simülasyonlar veya animasyonlar öğrenenler açısından en iyi eğitimsel seçenekler olabilir (Lowe, 2003). Dahlqvist (2000)'in Scaife ve Rogers (1996)'tan aktardığı üzere “bir resim kelimelerden daha iyidir, bir animasyon bir fotoğraftan daha iyidir” dedikleri gibi, eğitimsel ortamlarda multimedyanın kullanımı için ileri sürülen olağan tartışmanın “fazla, daha fazla” yaklaşımını izlediğini ifade etmişlerdir. Buradan anlaşılmaktadır ki, bilgisayar, farklı model ve materyalleri hazırlamak ve düzenlemek için eğitimsel süreçlerde kullanılacak önemli bir araçtır. Bilgisayar tabanlı materyaller, 3D sunumları destekleyen farklı olanaklar sunmakta oldukça başarılı araçlardır (Huk, 2006). 3D bilgisayar modellerini izlemek ve görmek, öğrencilerin tam olarak tamamlanmamış zihinsel modellerini geliştirmek ve değiştirmek için olası bir yol olarak kabul edilirler (Wu ve Shah, 2004). Bununla birlikte 3D bilgisayar modelleri ile yapılan sunumlar öğrenenler için farklı karmaşıklıkları anlamada ve çözmeye en iyi yapılardır. 3D bilgisayar modelleri bazı soyut kavramları, somutlaştırmak için etkili ve bilimsel bir yoldur. Öğrenciler zihinlerinde olmayan süreçleri anlar ve öğrenirler. Bu nokta özellikle öğrenciler açısından öğrenme zorluğunun ortaya çıkabileceği ve gözleme fırsatı bulamadıkları olaylar için önemlidir (Korakakis vd., 2009). Eğitim alanında da üç boyutlu materyallerle desteklenmiş sanal ortamlar öğrencilere pek çok acıdan faydalar sağlamaktadır. Byl ve Taylor (2007), üç boyutlu dünyaların öğrencilere belirli bir ortamda var olmanın özünü hissettiren deneyimler sağlayacağını ve öğrencinin kendi deneyimleri ile kavramlara anlam kazandırabilecekleri görüşünü ileri sürmüşlerdir. Üç boyutlu modeller, animasyonlar, simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar gibi uygulamalar yardımıyla bilgisayar kullanımı, anlaşılması güç fiziksel olayların daha etkili bir şekilde öğretilmesine imkân verir. Bu faydalarının yanı sıra özellikle “soyut” kavramların ve konuların somutlaştırılarak anlaşılabilirliğinin kolaylaştırılması ve temsillerinin sunulması oldukça önemlidir. Bilgisayar destekli uygulamalar için hem teknik donanıma hem de iyi hazırlanmış öğretim yazılımlarına gerek duyulmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Bilgisayar destekli öğrenme ortamının önemini vurgulanırken, canlandırılmış resimlerin veya modellenmiş kavramların çeşitli perspektiflerden bir nesnenin görünüşünü üç boyutlu algılamayı desteklemek için kullanılabilceği dile getirilmiştir (Schnotz ve Rasch, 2005). Böylece soyut kavramların algılanışı daha da kolaylaşmaktadır. Uluslararası platformda bu konu ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Bekiroğlu, 2007; Borges ve Gilbert, 1999; Clement, 2000; Gobert ve Pallant, 2004; Treagust, 2002; Zhang, Liu ve Krajcik, 2006). Ancak ülkemiz eğitim ve öğretim süreci ile ilgili olarak bu konu ve teknoloji ile yeni yeni tanışmakta olup henüz yeterli seviyede ve sayıda çalışma bulunmamaktadır. Daha çok mühendislik, mimarlık gibi alanlarda karşımıza çıkan modelleme uygulamaları eğitim ortamlarında hak ettiği yeri henüz bulamamıştır.

Bu araştırmanın temel problemi, Modern Fiziğe Giriş dersi “Atomun Yapısı” ünitesinin 3D bilgisayar modelleri ile öğretiminin, Fen Bilgisi 2. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerinin artmasına ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisinin ne olduğunun belirlenmesidir.

1.1.1. Alt Problemler

Bu araştırmanın alt problemleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. “Atomun yapısı” ünitesinde yer alan konuların 3D bilgisayar modelleri ile öğretimi sonucu öğrencilerin öğrenme başarıları arasında geleneksel öğretim yöntemine kıyasla anlamlı bir fark var mıdır?

2. “Atomun yapısı” ünitesinde yer alan konuların 3D bilgisayar modelleri ile öğretimi sonucu öğrencilerin üç boyutlu düşünebilme yetenekleri ve uzamsal canlandırmaları arasında geleneksel öğretim yöntemine kıyasla anlamlı bir fark var mıdır?

3. “Atomun yapısı” ünitesinde yer alan konuların 3D bilgisayar modelleri ile öğretimi sonucu öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimi arasında geleneksel öğretim yöntemine kıyasla anlamlı bir fark var mıdır?

4. Öğrencilerin öğretimde kullanılan 3D bilgisayar modelleri hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.2. Amaç

Bu araştırmanın temel amacı; 3D bilgisayar modellerinin Modern Fizik dersinin “Atomun Yapısı” başlıklı ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarına, üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerinin artmasına ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisinin olup olmadığının tespit edilmesidir.

1.3. Önem

Çalışma ile elde edilecek olan veriler, anlaşılması güç olarak kabul edilebilecek soyut konuların öğretiminde bilgisayar teknolojilerinin ve 3D modellerin etkisi hakkında bilgi verecektir. Ayrıca bu verilerin daha büyük evrenlere genellenebilir olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma, fen eğitimi ve modelleme konusunda yapılmış bilimsel çalışmalar ışığında kaliteli eğitim materyalleri geliştirerek ve modellerin tasarım, geliştirme, işleyiş ve değerlendirme boyutlarında özgün çalışmalar yaparak, bu konuda yapılacak ticari ve akademik çalışmalara örnek olabilecektir. Çalışma kapsamında modellerin öğretim ortamlarındaki uygulamaları da değerlendirileceği için, içeriklerin öğretim etkinlikleri ile bütünleştirilmesine ilişkin sonuçlar ortaya çıkabilecektir. En önemlisi soyut olarak belirtilen konuların öğretimi daha da kolaylaşacaktır. Bu çalışma aynı zamanda 3D bilgisayar modellerinin, soyut konuların öğretimi ile ilgili etkilerini ortaya koyarak, bu modellerin öğrencilerin konuları anlama düzeyleri ve uzamsal yeteneklerini geliştirebilmeleri üzerindeki etkisini açığa çıkaracaktır. Özellikle ülkemizde bu tip bir altyapı henüz yeterince yerleşmediği için çalışma daha da önemli bir boyut kazanacaktır.

1.4. Varsayımlar

Bu araştırmada;

1. Araştırmada kullanılan ölçeklerin ön-test ve son-test puanlarının, öğrencilerin gerçek düzeylerini yansıtmakta olduğu ve öğrencilerin bu sorulara içtenlikle cevap verdikleri,

2. Öğrencilerin, araştırmada kullanılan modeller hakkında gerçek görüşlerini içtenlikle belirttikleri,

1.5. Sınırlılıklar

1. Bu alışma, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı ikinci sınıftaki 67 ğrenci ile sınırlıdır.

2. Bu alışma, modern fiziğe giriş dersinin “Atomun yapısı” nitesi ile sınırlıdır.

3. Uygulama süresi, 2010-2011 ğretim yılı içerisinde beş hafta ile sınırlıdır.

4. Araştırma, 3D bilgisayar modelleri ve geleneksel ğretim yöntemi ile sınırlıdır.

5. Araştırmada kullanılan ölçeklerden ZMT için oluşturulan kategoriler araştırmacının görüşleri ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Eğitim teknolojisi: Her türlü öğrenme koşulunda problemlerin ortaya konmasından, bu problemler için çeşitli çözümler üretilmesine kadar her aşamada insanların, yöntem ve fikirlerin, çeşitli araçların ve örgütsel fikirlerin de içinde bulunduğu karmaşık ve tümleşik bir süreçtir (Bülbül, 2009).

Bilgisayar destekli öğretim: Öğretim süresince bilgisayarın seçenek olarak değil, sistemi tamamlayıcı, sistemi güçlendirici bir araç olarak kullanılmasıdır (İşman, 2005).

Multimedya: Metin, resim, video, canlandırma ve üç boyutlu grafiklerin iki veya daha fazla sayıda bir arada kullanıldığı çok bileşenli bilgisayar programlarından oluşan sunum ortamı (Küçük, 2006).

Modelleme: Var olan kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü (Harrison, 2001).

Model: Modelleme süreci sonunda ortaya çıkan ürün (Harrison, 2001).

Kavramsal modeller: Bilimsel olarak kabul edilmiş bilgilerle uyumlu, kesin ve eksiksiz gösterimler (Günbatır ve Sarı, 2005).

Zihinsel modeller: Hedef sistemle karşılıklı iletişimde olması sayesinde fikir ve nesnelerin doğal olarak tanımlanması süreci (Coll ve Treagust, 2003).

Model tabanlı öğretim: Bireylerin veya grupların zihinsel model oluşturmalarını kolaylaştırmak amacıyla bilgi kaynaklarını, öğrenme faaliyetlerini ve öğretim stratejilerini bir araya getiren bir uygulamadır (Nersessian, 1995).

Uzamsal yetenek: Nesnelerin görüntülerinin zihinsel olarak dönüştürülmesi, oluşturulması ve bu görüntü dönüşümlerinin kullanılması yeteneği (ChanLin, 2000).

İKİNCİ BÖLÜM

2. KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırma konusuna ait özel teorik bilgiler yer almaktadır ve yine araştırma konusuna paralellik gösteren çalışmaların derlemesi yapılmıştır.

2.1. Eğitim Teknolojisi

İçinde bulunduğumuz dönem itibariyle teknoloji, akıl almaz derecedeki hızlı gelişimiyle hayatımızın vazgeçilmez parçalarından birisi haline gelmiştir. Bunun sonucunda teknoloji, eğitim sistemi içinde de kullanılmaya başlamıştır. Dolayısıyla eğitim içindeki teknolojik kullanımlar eğitim sisteminin yapısını da farklı yönlerde etkilemiştir. Bu etkileşim sonucunda öğrenme ve öğretme faaliyetleri de hızla değişmekte ve bu faaliyetler, teknoloji sayesinde daha da kolaylaşıp, kalıcı davranışlar oluşturmada etkili olmaktadır. Bu sebeple teknoloji insan eğitiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğitim ve teknoloji ayrı kavramlar olsalar dahi, öğrenme ve öğretme ortamlarında kaliteyi artırmak için birlikte kullanılmaları zorunluluğu her geçen gün daha da artmaktadır. Her ikisinin de birbirinden farklı kuramsal temelleri ve yöntemleri bulunmasına rağmen, eğitim ihtiyacını karşılamak üzere öğrenme-öğretme ortamlarında teknolojiden yararlanmak başka bir ifade ile hem eğitimin hem de teknolojinin öğrenme-öğretme ortamlarında birlikte kullanılması gerekliliği “eğitim teknolojisi” olarak adlandırılan yeni bir alanın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Yalçın, 2008; Derviş, 2009).

Eğitim teknolojisi, eğitim kurumlarına işitsel, gorsel veya gorsel-işitsel teknolojik araç gereçlerin yığılması mantığının otesinde, daha geniş bir anlam ve uygulamayı kapsamaktadır (Büyükkaragöz ve ivi, 1999). Eğitim teknolojisinin kapsadığı bu geniş anlam ve uygulama süreci, Bülbül (2009)' ün AECT (Association for Educational Communications and Technology) (1977) den aktardığına göre "her türlü öğrenme koşulunda problemlerin ortaya konmasından, bu problemler için çeşitli (değerlendirme, yönetim, uygulama) çözümler üretilmesine kadar her aşamada insanların, yöntem ve fikirlerin, çeşitli araçların ve örgütsel fikirlerin de içinde bulunduğu karmaşık ve tümleşik bir süreç" (s.10) olarak tanımlanmıştır.

2.1.1. Eğitim Teknolojisinin İlkeleri

Eğitim teknolojisi kuramsal bilgilere dayalı uygulamalardır ve belirli temel ilkelere dayanmaktadır. Bu temel ilkeler Sırabaşı (2006)'nın Koşar (2002)'dan aktardığı üzere aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (s.9):

1. *Amaç: Eğitimde tam öğrenmeyi gerçekleştirmek ve süreçteki öğrencilerin tümünün istenen amaca ulaşması esas alınır.*
2. *İşlev: Kuramsal bilgileri ve bilimsel ilkeleri sosyal çevrede ortaya çıkan eğitim sorunlarının çözümlüne etkili biçimde uygulamak; uygulama süreçleri geliştirmek ve bunları gerektiğinde tekrarlamak eğitim teknolojisinde temel işlev olarak esas alınır.*
3. *Konu ve Yöntem: Eğitim sorunlarını akılcı ve bilimsel bir araştırma konusu yapmak eğitim teknolojisinde temel konu ve yöntem olarak esas alınır.*
4. *İçerik: Eğitim kurumlarını, eğitimin her alanında bir bütünlük içinde uygulamaya dönüştürmek esastır.*
5. *Personel: Öğretmen ve diğer eğitim personelinin etkinliğini artırmak eğitim uygulamalarında esas alınır.*

6. *Süreç: Öğrenme ve öğretme süreçlerini, öğrenci farklılıkları ve yeteneklerine uyarlamak esastır.*

7. *Çevre: Eğitim yaşantılarının meydana geldiği çevreyi başarılı biçimde kontrol etmek eğitim teknolojisinin ana hedefidir.*

8. *Başarı: Eğitimde öğrenci başarısızlık nedenlerini belirlemek üzere öğrenme öğretme sistemini analiz etmek ve başarıyı artıracak yeni düzenlemeler geliştirmeyi esas alır.*

9. *Değerlendirme: Eğitimde istenen amaca erişme durumunu ölçebilecek ileri düzeyde duyarlı ve objektif bir ortam geliştirmeyi değerlendirme süreçlerinde temel amaç edinir.*

Uşun (2000)'da yukarıda bahsi geçen ilkelere paralellik gösteren öğelerden bahsederek, bu öğelerin ayrı ayrı incelendiği zaman, eğitim teknolojisinin eğitim uygulamalarında ne kadar önemli bir yere sahip olduğunun ortaya çıktığını dile getirmiştir. Yani eğitim teknolojisinin, eğitim teorisinden (kuramsal esaslar) uygulamasına (ortam – yöntem – teknik – öğrenme durumları) ve değerlendirmesine kadar oldukça geniş bir alanı, başka bir ifade ile eğitim etkinliklerinin bütün yönlerini kapsamakta olduğunu ve eğitim uygulamalarında bütüncül bir yaklaşım gösterdiğini belirtmiştir.

2.1.2. Eğitim Teknolojisinin Yararları

Eğitim amaçlı kullanılan araçlar (teknoloji) geliştikçe insanlar daha iyi öğrenecek ve doğayı daha iyi anlayacak, insanların daha iyi öğrenmesi ve anlaması onların daha iyi teknolojiler geliştirmesini mümkün kılacak ve bunların eğitime yansması kaçınılmaz olacaktır (Bahar, 2006). İşman, Baytekin, Balkan, Horzum ve Kıyıcı (2002) tarafından eğitim teknolojisinin eğitim uygulamaları için sağladığı fırsatlardan bazıları şöyle ifade edilmektedir (s.43):

- *Serbestlik: Eğitim teknolojisinin kullanımı ile ortaya çıkan iletişim teknolojileri temel alan eğitim sistemi, öğretmen ve öğrenciye istediği zaman eğitim yapabilme imkânı sunmaktadır. Eğitim teknolojisinin sunduğu bu imkân ile öğretmen, dersine ait bilgileri zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın uygun yöntem ve teknikler ile öğrenciye aktarabilmektedir. Buna bağlı olarak da bireyler yaşam boyu eğitim alma şansına sahip olmaktadır.*
- *Birinci kaynaktan bilgi: Eğitim teknolojisi yoluyla öğrenci ve öğretmen birinci kaynaktan bilgi edinebilmektedir. Bu sistemde öğrenciler, ilgili bilgileri doğrudan öğrenecekler ve konu hakkında birinci kaynağa yani, konu alanı uzmanına soru sorma imkânına sahip olacaklardır.*
- *Fırsat eşitliği: Eğitim teknolojisinin sağladığı fırsatlar ile geliştirilmiş ve zenginleştirilmiş olan eğitim imkânı herhangi bir yerde yaşayan insanlara eğitim imkânını sunmaktadır. Böylece bireylere buldukları yerin olumsuz koşullarından etkilenmeden, eğitimden eşit bir şekilde yararlanma fırsatı sunulacaktır.*
- *Çeşitlilik ve kalite: Eğitim teknolojilerinin kullanılması bireysel, ortak ve kitlesel öğrenme stratejilerinin geliştirilmesinde katkı sağlar. Örneğin; öğretmenler ders esnasında sunu hazırlama programlarında hazırladıkları materyalleri bilgisayar ve projeksiyon kullanarak gösterdiklerinde öğrencinin daha çok ilgisini çekmekte ve dersten alınacak verim artırılabilir.*
- *Bireysel öğretim: Farklı özelliklere ve ön bilgilere sahip öğrencilere kendi öğrenme hızlarına uygun olarak eğitim alma imkânı verilebilir. Bu amaçla hazırlanmış birebir öğretim yazılımları kullanılabilir.*
- *Üretken eğitim ve hızlı öğrenme: Eğitim teknolojisi, geliştirdiği yeni ortam ve metotlarla üretkenliği ve öğrenme hızını artırır. Bu tasarımı yapılan öğrenme öğretme ortamları, öğrencilerin yeni fikirler ortaya çıkarmasında ve ders içinde yapılan öğrenme öğretme faaliyetlerine katılmasında katkı sağlar. Öğretmenler*

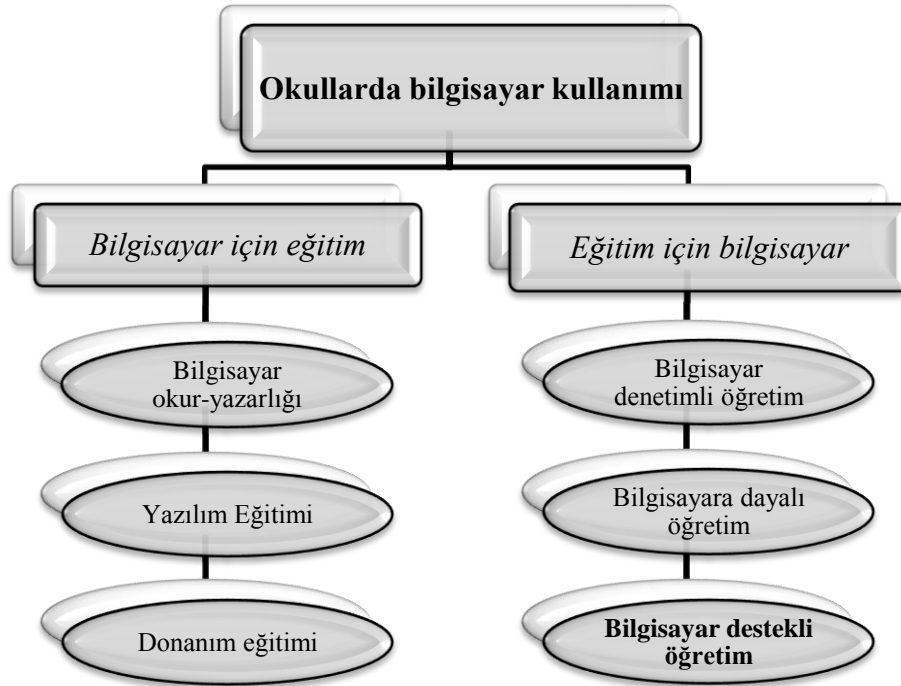
de yeni eğitim teknolojileri ile öğrenme ve öğretme ortamları için daha değişik yöntemler geliştirebilir. Her iki olayda üretkenlik artar ve öğrencilerin hızlı öğrenmeleri gerçekleşir.

2.2. Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)

Günümüzde bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler yaşam biçimimizle birlikte eğitimi de etkilemektedir. Son yıllarda teknolojideki en hızlı gelişmelerden biri de bilgisayarlardır. Bilgisayarlar, yapılan işlerin kolaylaşmasını, zenginleşmesini, hızlanmasını ve niteliğinin artmasını sağladığı için günlük hayatımızda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Eğitim ve öğretim süreci içinde kullanılacak bilgi teknolojileri arasında en popüler olanı bilgisayar kullanımudur. Eğitim de bu gelişmelere ve ilerlemelere kayıtsız kalamayacağı için bilgisayarlar okullara da girip eğitime önemli katkılar sağlamıştır (Sırabaşı, 2006).

Bilgisayarlar, eğitim çağındaki insanların niteliğini olumlu yönde arttıran ve etkileyen, öğrencilerin derslerde dikkatini yoğunlaştırmaya ve daha verimli öğrenmeye yardımcı olan, yaratıcılığı ve başarıyı artıran ayrıca dersleri daha ilgi çekici hale getiren araçlardır. Bilgisayarlar günümüzde amaçları ve ilgileri farklı pek çok kişi tarafından birçok alanda kullanılmaktadır. Artık çağımızda, “eğitimde bilgisayar kullanılmalı mı?” sorusu yerini “bilgisayarları eğitimde en etkili ve verimli bir biçimde nasıl kullanmalıyız?” sorusuna bırakmıştır. Eğitimde bilgisayar kullanımının bilgiye ulaşım ve bilgilerin iletimi konusunda büyük kolaylıklar sağlayacağı bilinen bir gerçektir. Bilgisayar kullanımı, eğitim programlarında yer alan konuların ve derslerin öğrencinin sahip olduğu araştırma ve öğrenme isteğine cevap verebilecek biçimde işlenmesine yardımcı olmaktadır (Efe, 2009). Bilgisayarlardan, sınıf ortamında ders içeriklerini sunma, tekrar etme, çeşitli alıştırmalar yapma gibi etkinliklerde öğretim aracı olarak yararlanılmaktadır ve dolayısıyla bilgisayarlar öğrencilerin başarılarını ve anlama düzeylerini anlamlı bir biçimde arttırmaktadır (Özmen, 2004).

Bilgisayarların öğretimde kullanılması konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bilgisayarın okulda kullanım biçimlerini iki ana başlık altında toplamak mümkündür (Aşkar, 2002; İşman 2005):



Şekil 2.2.1. Bilgisayarın okullarda kullanım biçimleri

“Bilgisayar için Eğitim” üç bölümde incelenebilir:

- Bilgisayar Okur-yazarlığı: Toplumun bütün kurum ve süreçlerini etkileyen bilgisayarla bir arada yaşayabilmek için zorunlu bilgi ve anlayışı kapsar.
- Yazılım Eğitimi: Bireye, kendisi ya da başkası için gerekli yazılımları geliştirme, geliştirilmiş olanları kullanma ve kullanacak olanlara yardımcı olma gibi yetenek ve becerileri kazandırır.
- Donanım Eğitimi: Bilgisayar donanımlarının tasarımından bakım ve onarımına kadar uzanan akademik ve mesleki yeterliliklerin kazanımını amaçlar.

“Eğitim için Bilgisayar” da kendi içinde üç bölümde incelenebilir:

- Bilgisayar Denetimli Öğretim: Herhangi bir konuda öğrencinin öğrenme süreçlerinin bilgisayarla yönetilmesidir. Her öğrencinin öğretimin amaçladığı davranışları kazanıncaya kadar yapması gerekenleri gösterir ve yaptıklarının kaydını tutan bir envanter (portfolyo) gibidir.
- Bilgisayara Dayalı Öğretim: Herhangi bir konuda diğer öğretim donanımlarından bağımsız, tek başına yeterli bir öğretici kaynak olarak bilgisayarın eğitimde kullanılmasıdır.
- Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ): Öğretim süresince bilgisayarın seçenek olarak değil, sistemi tamamlayıcı, sistemi güçlendirici bir araç olarak kullanılmasıdır.

Bilgisayarın öğrenme ve öğretme ile ilgili bütün faaliyetlerde kullanılması “Bilgisayar Destekli Öğretim” (BDÖ) olarak ifade edilmiştir. BDÖ de bilgisayar, öğretmen ve öğrenciye yardımcı bir araç olarak kullanılır. BDÖ sürecini etkileyen birçok değişken vardır. Bunlardan bazıları etkileşim düzeyi, öğrenci motivasyonu, bilgisayar kullanımı, bireysel öğrenme farklılıkları, öğretmenin rolü, ders yazılımının türü, kapsamı ve niteliği olarak sıralanabilir. Öğrencilerin derslerde verilen bilgileri kalıcı olarak öğrenmelerini sağlamak ve derse karşı ilgilerini sürekli canlı tutabilmek oldukça önemlidir. BDÖ bu amaca ulaşmada yaygınlaşan önemli bir eğitim aracı olarak kabul edilmektedir. İnsanların giderek karmaşıklaşan sosyal yapıya uyum sağlaması, öğrenme ve öğretme etkinliklerinin bireylerin gereksinimlerine uygun hale getirilmesi ve veriminin artırılması için eğitimde bilgisayarlardan yararlanmak bir zorunluluk haline gelmiştir (Demircioğlu ve Geban, 1996; Gemici vd., 2001).

Karahan (2001), bilgisayarların eğitimde nasıl kullanılacağı konusunda eğitim uzmanlarının önemli uyarılarının bulunduğunu dile getirmiştir. Bunlardan öncelikle bilgisayarın, yalnızca bir araç olduğunun ve kullanıcının bilgiyi aldığı, depoladığı, değiştirdiği, üzerinde işlem yaptığı, yarattığı ya da yayımladığı bir ortam olduğunun unutulmaması gerektiğini ifade ederek, bu bakış açısıyla hareket edildiğinde bilgisayarların öğretme-öğrenme uygulamalarında yararlanabilecek bir araç olduğuna

inanıldığını söylemiştir. Sonuç olarak BDÖ denildiğinde eğitim öğretim etkinlikleri sırasında eğitimi zenginleştirmek ve kalitesini yükseltmek için öğretmene yardımcı bir araç olarak bilgisayarlardan yararlanılması anlaşılmaktadır (Arslan, 2003).

2.2.1. BDÖ'in Amaçları

Eğitim alanında, öğrenci sayısının hızla artıyor olması, öğretmen/öğrenci oranında ortaya çıkan büyük fark, bireylere öğretilmesi gereken bilgi miktarının her geçen gün artması sonucu içeriğin daha karmaşık duruma gelmesi gibi sorunlar bugün eğitim sistemimizin içinde var olan sorunlardan bazıları olarak göze çarpmaktadır. Bu gibi sorunlardan ötürü, bilgisayarların eğitimde kullanımı nitelik ve nicelik olarak daha da artmaktadır. Ayrıca bilgisayarın öğreneni daha çok güdüyor olması, eğitimi yaşam boyu desteklemesi, öğretim programlarındaki esnekliği arttırması gibi yan faktörler de eğitimde bilgisayar kullanımının gerekçeleri olarak ileri sürülmüştür (Uşun, 2004; Altın, 2009).

Eğitimin bilgisayarla desteklendiği bu yöntemde bilgisayar kullanımının temel amacı, öğretim sürecine bilginin; bilgisayar teknolojisinin yeteneklerini ve olanaklarını kullanarak en etkili şekilde aktarılmasını sağlamaktır. Öğrenci merkezli olarak düzenlenen öğrenme süreci içinde bilgisayarın ana rolü tamamlayıcı ve güçlendirici unsur olmasıdır. Bilgisayar destekli öğretimin amaçları şunlardır (Uşun, 2000; Seferoğlu, 2006):

1. Geleneksel öğretim yöntemlerini daha etkili hale getirmek,
2. Öğrenme sürecini hızlandırmak,
3. Zengin bir materyal sağlamak,
4. Ucuz ve etkili öğretimi gerçekleştirmek,
5. Gereksinmeye dayalı öğretimi gerçekleştirmek,
6. Telafî edici öğretimi sağlamak,
7. Öğretimde sürekli olarak niteliğin artmasını sağlamak,
8. Bireysel öğretimi gerçekleştirmek,
9. Öğrencinin öğrenme güdüsünü (motivasyonunu) arttırmak,

10. Öğrencinin bilimsel düşünme yeteneğini geliştirmek,
11. Grup çalışmalarını desteklemek,
12. Öğretme yöntemlerini genişletmek,
13. Öğrencinin kendi kendine öğrenme yeteneklerini geliştirmek,
14. Öğrencide ileri düzeyde düşünme becerisinin geliştirilmesini desteklemek,
15. Mantık yolu ile problemlere çözüm bulmayı desteklemek.

2.2.2. BDÖ'in Yararları

Bilgisayar destekli eğitim daha önceki kısımlarda da bahsi geçtiği üzere, en kısa tanımıyla, bilgisayarın eğitim-öğretim faaliyetlerinde yardımcı bir araç veya bir amaç olarak kullanılmasıdır. Bir amaç olarak bilgisayar öğretimi, daha çok bilgisayarın ne olduğu, ne işe yaradığı veya içeriğinde var olan program dilleri ve yazılımları ile ilgilidir. Bir araç olarak ise bilgisayar tanımından da anlaşılacağı üzere bir destek unsurudur yani öğretim sürecinde sistemi tamamlayıcı, sistemi güçlendirici bir öğe olarak kullanılmasıdır (Uşun, 2004; Altın, 2009). Bir araç olarak bilgisayarların eğitim açısından önemli noktaları ise Keser (1998, s.73) tarafından şu şekilde ifade edilmiştir:

- *Etkileşimli bir araçtır. Öğrenci bilgisayar karşısında denetim yetkisini kullanmayı öğrenir.*
- *Büyük bir esnekliğe sahiptir, etkin bir pekiştiricidir, sabrı sonsuzdur.*
- *Yazı tahtası, ders kitabı kadar geneldir. Yazı, çizim, grafik, sayı, renk, ses gibi çok çeşitli bildirim simgesini durgun ya da hareketli olarak kullanabilir ve çeşitli kaynaklardan yararlanabilir.*
- *Uygun şekilde hazırlanmış her çeşit programı kullanabilir.*
- *Ders yazılımlarında çok değişik sürprizlere yer verilerek eğitimi zevkli ve ilgi çekici hale getirebilir.*
- *Bireysel öğretimde ve grup öğretiminde kullanılabilir.*
- *Programlı öğretimin dayandığı ilkelerin uygulanmasına hizmet edebilir.*

Eğitim-öğretim alanında teknolojik araç-gereç olarak sıkça kullanılan bilgisayar programlarının en önemli özellikleri, her zaman her yerde kolaylıkla, fazla bir zamana ihtiyaç duyulmaksızın uygulanabilir ve çoğu kez interaktif etkileşime dayalı olmalarıdır. Bu programlar CD veya disketler üzerinde kayıtlı olduklarından gerek okul ortamında sınıfta, gerekse evde daha sakin bir ortamda yapılıp, tekrarlanabilirler. Böylece, öğrenme ortamının okul dışındaki yayılma süreci daha da artırılmış olur (Şen, 2001).

Kutluer (2008)'in dile getirdiğine göre yapılan birçok araştırma, fen derslerinde öğrencilerin, öğretmenlerin tahmin ettiğinden çok daha yavaş öğrendiklerini, temel kavramlarda çok fazla eksikliklerin olduğunu göstermiştir. Bu tür zorlukları aşmada eğitim alanında bilgisayardan yararlananların sayısının gün geçtikçe artmakta olduğunu da ifade ederek, gerekçelerini ve dolayısıyla faydalarını şu şekilde sıralamıştır (ss.34-35):

- *Gerçek dünyadaki verileri çok çabuk, çok hassas olarak alabilir ve bu sayede soyut kavramlarla fen konuları arasındaki bağlantı kurulabilir (Bilgisayar Tabanlı Laboratuvarlarda sıcaklık, hız, kuvvet, ışık şiddeti, pH değeri, akım vb. değerler gerçek ortamdan bilgisayara alınıp deneyler buna göre yapılabilmektedir).*
- *Gerçek hayatta görülmesi mümkün olmayan ve çok karmaşık olan olayların simülasyonlarını yapıp, etkileşimli olarak sunma olanağı verir. Modelleme yaparak, bu modeller veri toplama araçları yardımıyla gerçek hayattan alınan verilere göre çalışması sağlanır (Örneğin, bir maddenin farklı sıcaklıklarda hal değiştirmesini anlatan model, gerçek sıcaklık değerlerini kullanarak çalıştırılabilir. Bunun tam tersi, yazılımla oluşturulan bir sisteme bağlı gerçek cihazlar yazılımdaki verilere göre çalıştırılabilir).*
- *Video görüntüleri uygun yazılımlarla işlenip, konulara açıklık getirilebilir (Örneğin, bir topun yerde zıplarken çekilen video görüntüsü üzerinde topun izlediği yol çizdirilebilir, etkileşimli parametreler oluşturulup topun bu parametrelere göre hareketi incelenebilir. Hareketin grafikleri görüntüyle birlikte verilebilir).*

2.2.3. BDÖ'in Sınırlılıkları ve Ortaya Çıkabilecek Sorunlar

Eğitim alanında bilgisayar kullanımının çeşitli sınırlılıkları da mevcuttur. Uşun (2000)'a göre bu sınırlılıklar şunlardır (ss.59-61):

1. *Özel donanım gerektirmesi,*
2. *Özel beceri gerektirmesi,*
3. *Eğitim programını desteklememesi,*
4. *Öğretimsel niteliğinin düşük olması,*
5. *Öğrencilerin sosyo-psikolojik gelişimlerini engellemesi.*

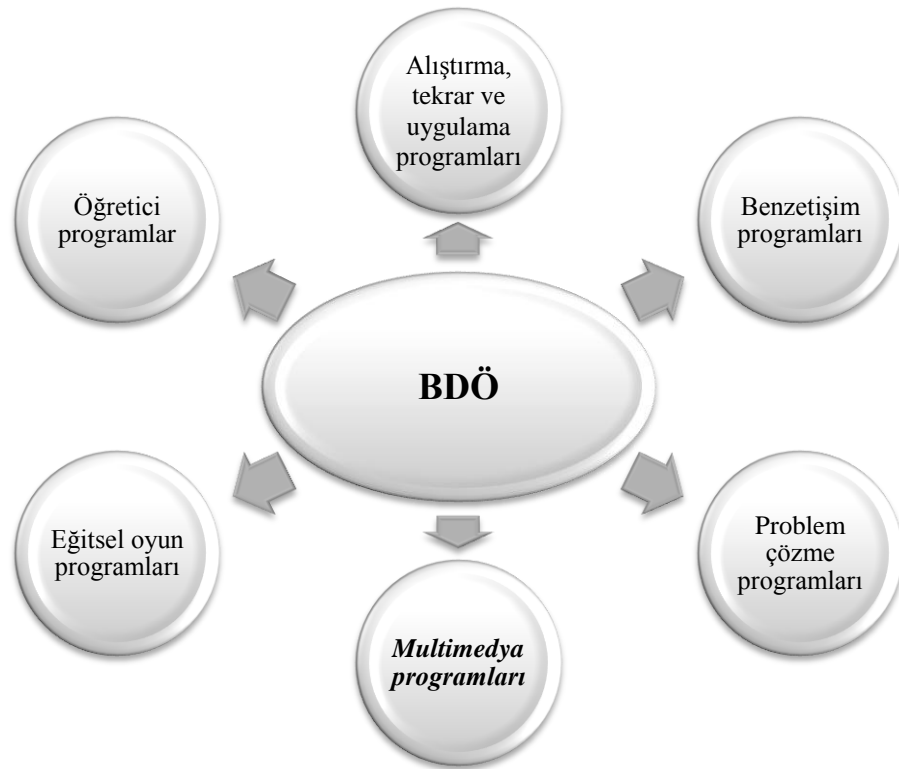
Sayılan bu sınırlılıklara ek olarak Çoruh (2011); sınıf içerisinde öğrenci-öğretmen arasındaki ilişkinin öğrenci-bilgisayar ikilisi arasında kurulamamasını da ifade etmiştir. Öğrencilerin derse karşı sevgi ve ilgilerinin olmasında öğretmenin katkısı çok fazlayken, bilgisayarın bu derece motive edici bir etkisi bulunmamaktadır. Benzer şekilde bilgisayarların öğretmenler gibi öğrencilerin sorularına her an cevap verememeleri de bir başka sınırlılık olarak göze çarpmaktadır. Öğrencinin, bilgisayar karşısında uzun süre geçirmesi sosyal gelişimini ve insanlarla ilişkisini olumsuz etkileyebilir. Bilgisayardan alacağı geri bildirim ve pekiştiriciler bazı öğrenciler için yeterli güdülenme sağlamayabilir. Bilgisayar destekli eğitim alanında kullanılacak yazılımların öğrencilerin sosyal etkileşimlerini azaltıcı yönde değil artırıcı yönde hazırlanmasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

Küçük (2006), bilgisayar destekli öğretim yönteminin, günümüzde Dünyanın gelişmiş ülkelerinde, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin eğitim sistemlerinde kullanılmakta olduğunu belirtmiştir. Bu yöntemin yetişkin öğrenme özellikleri açısından da uygun ve etkili bir öğretim yöntemi olduğunu, ancak ilgili çalışmalar incelendiğinde bu yöntemin uygulanmasının beraberinde birtakım sorunları da getirdiğini ifade etmiştir. Bilgisayarların eğitimde kullanımına ve bilgisayar destekli öğretime ilişkin başlıca sorunlar şu şekilde sıralanmıştır (Akgün, 2005; Akpınar, 1999; Altın, 2009; Bülbül, 2009; Kutluer, 2008; Küçük, 2006):

- Okulların, nitelikli eğitim verip vermediğine bakılmaksızın, bilgisayarla donatılması yoluna gidilmektedir.
- Bilgisayar yazılımlarının sayısı sınırlıdır. Ders programları ile yazılımların içeriği arasında tutarlılık sağlanamamakta, hazır paket programların kalitesi tartışma konusu olmaktadır.
- Ders yazılımlarının istenilen kalitede ve amaca uygun olarak hazırlanması uzun zaman almakta ve ekip çalışması gerektirmektedir.
- Bilgisayar sistemleri pahalıdır. Eğitim sistemlerinin, özellikle okulların, böyle pahalı bir uygulamayı nasıl yüklenebileceği tartışma konusudur.
- Bilgisayar eğitimi, bilgisayarla eğitim ve bilgisayar destekli öğretim, kavramları birbirine karıştırılmakta ve bu yanlış değerlendirme, girişimlere ve uygulamalara karşı olumsuz tepkilerin doğmasına neden olmaktadır.
- Öğretmenlerin ve yöneticilerin gerek hizmet öncesi, gerekse hizmet içi eğitimlerle yeterince yetiştirilip yetiştirilmediği tartışma konusudur.
- BDÖ'nin henüz yeni olması ve genç kuşaklar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri henüz tam olarak saptanmadığı için ve konu ile ilgili araştırma sayısının çok az olması nedeni ile BDÖ ile ilgili korkular sürmektedir.
- Bilgisayarların eğitim ve öğretimde etkin bir şekilde kullanımı her şeyden önce servis, yedek parça, bakım ve onarım garantisi olmasına bağlıdır.
- BDÖ bazı amaçlara ulaşmada etkilidir. Ancak bu tüm BDÖ programlarının (yazılımlarının) tüm öğrenciler için etkili olduğu anlamına gelmemektedir.

2.2.4. BDÖ'de Kullanılan Yöntemler

Bilgisayar destekli öğretimde, bilgisayarların ve diğer öğrenme ortamlarının gücünden yararlanmak ana hedeftir. Bilgisayarlı öğrenme kaynakları öğretimin kalitesini artırabilmektedir. BDÖ içerisinde var olan ve bundan istifade etmeyi sağlayan yollar farklı çalışmalarda; öğrenme yaklaşımları, öğretim programları, öğretim yazılımları veya yöntemler olarak dile getirilmiş olsa da hepsi aynı süreçlerden ve kavramlardan bahsetmektedir (Küçük, 2006; Yalçın, 2008; Derviş, 2009; Çoruh, 2011).



Şekil 2.2.2. BDÖ’de kullanılan yöntemler

Yalçın (2008)’ın Forcier ve Descy (2002)’den aktardığına göre multimedya programlarının diğer yazılım sınıflandırmalarından ayrıldığı çizgi net değildir ve bu programlar “multimedya öğrenme” (multimedia learning) kavramı ile daha yakından ilişkilidir. Multimedya öğrenmeleri, öğrenci merkezli öğrenme kategorisindeki bilgi yapılandırmanın alt kategorisi olarak ifade edilmiş ve multimedya programlarının, genellikle cd-rom’lardan yazılı, sesli ve görüntülü video sunumlarını kontrol etmek için kullanıldığını belirtilmiştir. Bu programların sayı olarak fazlalığına rağmen bireysel öğretim için tasarlanabildiklerini ve öğretici tarafından grup kullanımı için de adapte edilebileceği de söylenmiştir (Yalçın, 2008).

BDÖ formatındaki multimedya programları günlük hayatın hemen hemen bütün alanlarında hızla etkili ve verimli bir eğitim aracı olarak gelişmektedir. Eğitimde dikkati sürekli kılmakta ve öğretmenlerin kendi ders süreçlerinde güven ve becerilerini arttırmaktadır. Bilgi aracı şekliyle multimedya, öğrencilerin kendi görsel öğelerini yaratmalarına, var olan bilgilerinin içerisine yenilerini yerleştirmelerine ve kaynaktan aldıkları ipuçlarıyla kendi hareketlerini belirlemelerine imkân sağlamaktadır.

Bilgisayarlar, multimedya araçlarının en önemlisidirler ve eğitimi daha iyi hale getirmede çok büyük potansiyele sahip araçlardır. Çünkü bilgisayarlar, her öğrencinin bireysel ihtiyaç ve yeteneklerine yanıt verecek esnekliğe ve kullanım alanına sahiptirler. Bu özellikleriyle bilgisayar, her öğrencinin hızına, kabiliyetine ve kapasitesine uygun bir eğitim ortamı sağlar. Zor kavram ve ifadeleri görsel, somut ve multimedya olanaklarıyla sunarak daha anlaşılır hale getirir. Etkileşimli teknolojiler öğrenmeye teşvik ve motive eder (Bayram, 2009).

2.3. Multimedya Öğrenme Ortamları

Eğitim-öğretimin niteliğinin artırılabilmesi için, modern öğretim teknolojilerinin öğretim süreci içerisinde etkin kullanımı, gün geçtikçe daha da önemli hale gelmektedir. Bu bağlamda, bilgisayarların öğretim ortamlarında kullanılmasının en önemli avantajlarından biri, çok sayıda duyu organına aynı anda hitap ederek öğrenme düzeyini arttırması ve öğrenilenlerin kalıcılığını sağlamasıdır. Bundan dolayı resim, canlandırma ve ses birlikte kullanılarak öğretim ortamlarının geleneksellikten kurtarıldığına ve öğrenme düzeyinin arttırıldığına dikkat çekilmektedir (Efe, 2009). Birlikte kullanılması sayesinde faydasına dikkat çekilen bu özelliklerin bir arada barındığı sistemler olarak ise multimedya programları karşımıza çıkmaktadır. Multimedya ile ilgili olarak birçok tanım yapılmış olsa da en temel ifade ile multimedya; metin, resim, video, canlandırma ve üç boyutlu grafiklerin iki veya daha fazla sayıda bir arada kullanıldığı çok bileşenli bilgisayar programlarından oluşmaktadır (Altınışik ve Orhan, 2002; Sezgin ve Köymen, 2002; Pekdağ, 2005; Yalçın, 2008).

Multimedya, birden fazla ortamın bir bütünü yansıtmak üzere bir araya getirilmesidir. Son dönemlerde multimedya kavramı, metin, grafik, ses ve video gibi bileşenlerin bilgisayar ortamında bir araya getirilmesi ve dijital olarak sunulmasıyla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Multimedya, kullanıcılar açısından bu bileşenler arasında kendi isteklerine ve ihtiyaçlarına uygun şekilde gezinmelerini sağlayacak şekilde düzenlenebilir. Bu nedenle multimedya ortamlar, yüksek etkileşim düzeyine

sahip ortamlardır ve öğrenciler bu ortamlarda, bilgiler arasında gezinebilir ve öğrenmek istedikleri bilgileri seçebilirler (Küçük, 2006)

Multimedya ortamlarında ortamın özelliğine göre pasif ders dinleme yerine aktif ve etkileşimli olarak öğretim yapılır. Öğrenmede bireysel farklılıkların, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin, öğrenme hızlarının ve daha fazla duyu organına hitap etmenin ne kadar önemli olduğu bilinen bir durumdur. Multimedya ortamları bu öğrenme ilkelerine uygun olarak eğitim ortamı ve süreci oluşturmada eğitimcilere oldukça büyük yardımda bulunmaktadır. Bu ortamlarda gerçek hayata yakın, somut, genel geçer kaidelerin verilmesi, öğrencinin ilgisini çeken aktivitelerin yer alması ve birçok duyu organına hitap edilmesi multimedya sistemlerinin eğitimde üstün bir yer almasını sağlamaktadır (Bayram, 2009). Zamandan ve sözden tasarruf sağlayan multimedya araçları, belli bir düşünceyi somutlaştırarak göz önünde canlandırılmasına yardımcı olur. Karmaşık fikirleri sadeleştirerek öğrenmeyi kolaylaştırır. Öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çekerek öğretimi canlı ve akıcı hale getirir. Öğretimi zenginleştirerek konular üzerinde pratik yapma imkânı sağlar (Vural, 2004).

Multimedya ortamların tasarımı ile ilgili olarak ise Mayer ve Moreno (2001) aşağıdaki ilkelerin benimsenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir (Aktaran: Katırcı, 2010; ss.11-12):

- *Multimedya ilkesi (multimedia principle):* Metinlerle resimlerin birlikte sunulduğu öğrenme ortamları, sadece metinlerin sunulduğu öğrenme ortamlarına göre daha etkilidir.
- *Uzamsal yakınlık ilkesi (spatial contiguity principle):* Birbiriyle bağlantılı metin ve resimlerin birbirine yakın olduğu ortamlar, uzak olduğu ortamlara göre daha etkilidir.
- *Zamansal yakınlık ilkesi (temporal contiguity principle):* Birbiriyle bağlantılı anlatım ve animasyonların eş zamanlı sunulduğu ortamlar, ayrı sunulduğu ortamlara göre daha etkilidir.

- *Mantıklılık ilkesi (coherence principle): İçerik ile ilgisi olmayan metin, resim ve seslerden izole edilen bir ortam öğrenenlerin öğrenmesi açısından daha etkilidir.*
- *Biçem ilkesi (modality principle): Animasyon ve anlatımın kullanıldığı ortamlar, anlatım ve metinden oluşan ortamlara göre daha etkilidir.*
- *Gereksizlik ilkesi (redundancy principle): Animasyon ve anlatımın birlikte sunulduğu ortamlar, animasyon, anlatım ve metinlerin birlikte sunulduğu ortamlara göre öğrenenlerin öğrenmesi açısından daha etkilidir.*
- *Bireysel farklılıklar ilkesi (individual differences principle): Daha az bilgiye sahip öğrenciler, daha çok bilgiye sahip olanlara göre ve ayrıca, yüksek uzamsal kavramaya sahip olanlar da, düşük uzamsal kavramaya sahip olanlara göre tasarımdan daha çok etkilenirler.*

2.3.1. Multimedya Sistemlerin Yararları

Özellikle farklı duylara hitap etme olanağı sağlayan multimedya ortamlar ile etkili öğrenme ortamları oluşturulabilmektedir. Arkün (2007)'ün dile getirdiği üzere, multimedya ortamların, daha etkili öğrenme ortamları sağlaması, verilen eğitimin geleneksel eğitimden daha az zaman alması, öğrencilerin derslerde daha aktif olmaları ve öğrenci motivasyonunu arttırarak bilgiyi keşif yoluyla almalarını sağlaması, farklı duyu organlarına hitap etmesi ve gerçek hayatta bulunması zor veya yapılması tehlikeli olabilecek ortamlar sağlayarak daha güvenli öğrenme çevresi oluşturması gibi avantajlarından söz edilebilir.

Multimedya ortamlarının faydalarını şu şekilde sıralamak mümkündür (Akpınar, 1999; Uşun, 2006):

- Multimedya birebir yaşamın gerçeğe en yakın halidir. Birey çevresini, renkleri, hareketi görür, sesleri duyar, nesnelere buldukları üç boyutlu ortam içinde hareket halinde algılar ve onlarla etkileşir. Multimedya ortamları bu özelliklerin en az ikisini içerdiğinden diğer eğitim materyal ve yöntemleriyle karşılaştırıldığında gerçek yaşama daha yakındır.

- Multimedya sistemlerindeki çeşitlilik konuların daha kolay hatırlanmasını sağlar. Çünkü bilgi somutlaştırılmıştır ve somut bir şekilde çeşitlendirilen ve motivasyonu arttıran bu ortamda öğrenilen bilgiler zihinden kolay kolay çıkmaz.

- Multimedya sistemleri kişilerin dikkatini çekmede ve motivasyon sağlamada en üstün materyaldir. Multimedya ortamları daha kısa zamanda daha çok bilgi verebilir. Durağan olan ortamlardan, resim ve broşürlerden, klasik anlatım şekillerinden daha çok ilgi çeker.

- Multimedya sistemleri daha pratiktir. Mesela, bir dizüstü bilgisayarla hedef kitleye rahatlıkla sunum yapılabilir.

- Multimedya ortamları az yer kaplar. Mesela, ciltlerce sayfalık bir ansiklopediyi tek bir cd'ye almak mümkündür. Ayrıca kolay taşınır.

- Multimedya sistemleri kolayca güncellenebilir. Yeni çıkan bir bilgi ve gelişme olduğunda bilgisayar ve internet ortamında bu bilgiyi güncellemek oldukça basittir.

2.3.2. Multimedya Öğrenmenin Bilişsel Teorisi (MÖBT)

Öğrenciler, sunulan metin ve görüntüleri kullanarak zihinsel etkinlikleri inşa ettiğinde multimedya öğrenme meydana gelmektedir. Geleneksel tarzdaki sadece metinsel içeriğe oranla, multimedya ile sunulmuş bilgileri öğrenciler daha iyi öğrenmektedir. Metinsel sunulmuş bilgide öğrenci ana fikirlerin çoğunu hatırlayamamakta ve sonuç olarak sözel bilginin her zaman yeterli olmadığı vurgulanmaktadır (Mayer, 2003).

Multimedya öğrenmeleri, sunulacak olan içerik, iki veya daha fazla biçimde sunulduğunda oluşur. Görsel olarak sunulan bir animasyon ve sözlü olarak sunulan bir anlatım bu konuya örnek olarak verilebilir. Görsel ve sözlü süreç iki farklı duyu modeline işaret ederken, animasyon ve anlatım iki farklı sunum modeline işaret etmektedir. Sözlü materyaller görsel olarak yapılan sunumların yapısını, görsel materyaller ise sözlü olarak yapılan sunumların yapısını akla getirebilir (Sezgin ve Köymen, 2002).

Mayer (2001)' e göre, multimedya ortamlarda bireyin anlamlı öğrenmesi, fiziksel aktivitelerinden ziyade bilişsel aktivitelerine bağlıdır. Dolayısıyla bu bilişsel aktivitelerin nasıl bir süreç içerisinde meydana geldiği oldukça önemli bir anlama sahiptir. MÖBT farklı kuramlara dayandırılır ve “Multimedya Öğrenme Kuramı” olarak ifade edilir. Bunlar: Paivio'nun “*İkili Kodlama Kuramı*”, Baddeley'in “*İşleyen Bellek Modeli*”, Sweller'in “*Bilişsel Yük Kuramı*” ve Mayer'in “*Anlamlı Öğrenme Kuramı*” olarak farklı kaynaklar tarafından ifade edilmişlerdir (Mayer, 2003; Moreno ve Valdez, 2005; Ozan, 2008; Sezgin, 2009; Yıldız, 2009; Karaçöp, 2010; Pekdağ, 2010; Katırcı, 2010).

- İkili kodlama kuramı (Dual coding theory): Bu teori, sözel ve sözel olmayan kodlamalar sisteminin yapısal ve fonksiyonel özelliklerine dayanarak bilginin nasıl işlendiğini, kodlandığını ve hatırlandığını ortaya koymaktadır. İkili kodlama teorisine göre bireyler, görsel ve sözel bilgiler için ayrı bilgi işleme sistemlerine sahiptir. Görsel ve sözel materyaller farklı işleme sistemleri içerisinde farklı işlemlere tabi tutulmaktadır. Göz organının kullanılmasıyla, görsel kanalla önce bilgi gönderilmekte ve sonra görsel kanal resmedilmiş bilgileri işlemektedir. Kulak organının kullanılmasıyla, işitsel kanalla önce bilgi gönderilmekte ve sonra işitsel kanal sözel bilgileri işlemektedir. İkili kodlama teorisine göre, bellekte tutmada resimlerin kelimeler üzerine olan üstünlüğünü de açıklamaktadır. Bir başka deyişle, kelimeler sadece işitsel sistem içerisinde işlenip kodlanırken, resimler ise işitsel ve görsel sistemler içerisinde işlenmekte ve kodlanmaktadır. İkili kodlama teorisine göre, görsel ve işitsel kanallar içerisinde kodlanmış bilgiler bu kanallardan sadece biri içerisinde kodlanmış bilgilerden daha iyi hatırlanmaktadır. Resimlerin kelimeler üzerine olan öğretimsel üstünlüğü,

resimlerin kelimelerden daha iyi hatırlanmasının bir sonucudur. İkili kod hipotezini uygulamak için, her iki kodu da içeren bilgiler anlaşılır olmalı ve iki kod birleştirilebilmelidir (Aldağ ve Sezgin, 2002; Karaçöp, 2010; Moreno ve Valdez, 2005; Pekdağ, 2010; van Merriënboer ve Ayres, 2005; Wu, Krajcik ve Soloway, 2001).

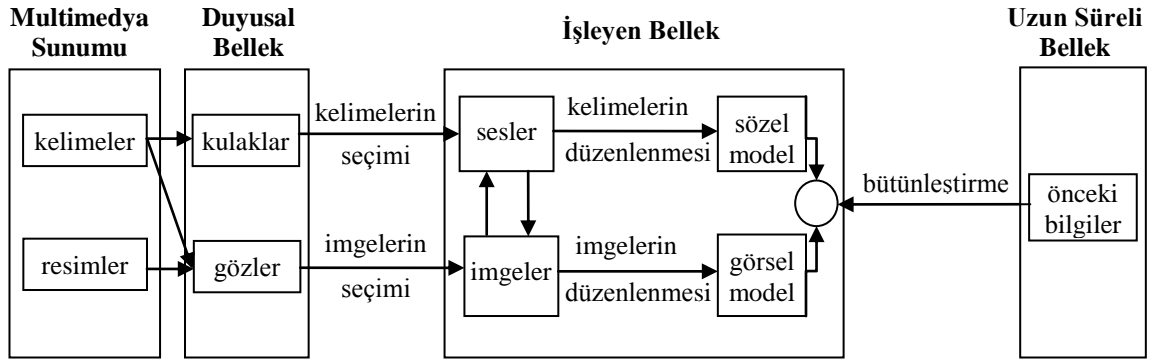
- İşleyen bellek kuramı (Working Memory Theory): Baddeley, kısa süreli bellek yerine çalışan bellek kavramını kullanmaktadır. Baddeley ve Hitch'in önerdiği ilk modele göre çalışan bellek, üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bellek merkezi yönetici olarak adlandırılan bir kontrol ve dikkat mekanizması tarafından yönetilmektedir. Merkezi yönetim, onun alt sistemleri olan fonolojik döngü ve görsel-mekânsal öğrenmeleri etkinlikleri düzenlemektir. Dikkatle kontrol edilen ve sınırlı kapasitesi olan merkezi yönetim iki alt sistemden yardım alır. Bu sistemlerden birisi yankılanımdan ve sözel bilgiden etkilenen fonolojik döngü, diğeri ise görsel ve mekânsal bilgi için benzer bir fonksiyonu yerine getiren görsel-mekansal öğrenmedir (Baddeley, 2002; 2003).

- Bilişsel yük kuramı (Cognitive Load Theory): Bilişsel yük teorisi, multimedya ile öğrenme ortamlarının tasarlanmasında göz önüne alınacak önemli bir teoridir. Bu teori, ilk defa Sweller (1988) tarafından ortaya atılmıştır. Bu teoriye göre görsel ve işitsel bellekler, bilgileri işlemede, kodlamada ve depolamada sınırlı bir kapasiteye sahiptir (Baddeley, 1992; Chandler ve Sweller, 1991; Sweller, 1988). Görsel ve işitsel bellek içerisinde işlenmesi gereken öğelerin (çok fazla kelimelerin veya kompleks bir görüntünün) öğrencilere sunumu aşırı yüklemeye neden olmaktadır. (Winberg ve Berg, 2007). Öğrencilerin görsel ve işitsel belleği üzerindeki yükü ve öğrencilerin dikkatini gerektiren bilgi miktarını azaltmak gerekmektedir. Öğretimsel bilgiler, öğrenenin bilişsel sisteminin aşırı yüklenmesini aza indireyecek şekilde tasarlanmalıdır. Öğrencilerin görsel ve/veya işitsel belleğine aşırı yüklenme olmadığı zaman, öğrenciler bilgileri daha derinlemesine öğrenmektedir (Mayer ve Moreno, 2002). Bilişsel yük teorisi, gereksiz bilgilerin elimine edilmesiyle öğrenmenin iyileştirilebileceğini belirtmektedir (Winberg ve Berg, 2007).

- Anlamlı öğrenme kuramı (Meaningful Learning Theory): Anlamlı öğrenmenin meydana gelmesi için öğrenenin, konu ile ilgili sunulan görsel ve sözel materyallerden kendisine fayda sağlayacak bilgileri (kelimeleri ve görüntüleri) seçmesi, bu bilgileri kendi görsel ve işitsel belleği içerisinde organize etmesi ve bu bilgileri önceki bilgilerine dâhil etmesi gibi bilişsel etkinliklerin her birisini başarması gerekmektedir (Mayer, 2001; Wittrock, 1989). Kısacası anlamlı öğrenme, multimedya öğrenme ortamlarında öğrenenin bilgiyi yapılandırması ve kavramsal olarak inşa etmesidir (Mayer ve Moreno, 2002). Bu kavramsal inşa etme; öğrenme esnasında öğrenenin bilgileri bilişsel olarak işleme tabi tutması (bilgileri seçmesi, düzenlemesi, önceki bilgilerine dâhil etmesi) ile ilişkilidir (Mayer, 2001). Öğrenci merkezli öğrenme, anlamlı öğrenme için önemlidir. Anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini temin etmek için, bilginin düzenlenmesi ve inşa edilmesi sürecine öğrencilerin aktif katılımını sağlamak gerekmektedir (Haidar, 1997). Teknoloji tabanlı öğrenme ortamlarında öğrencilerin aktif olarak öğrenme sürecine katıldıkları bildirilmektedir (Kearsley ve Shneiderman, 1998; Mayer, 2001; Mayer ve Moreno, 2002; Mayer, 2003). Aktif öğrenme çıktısı olarak anlamlı zihinsel sunumlar gösterilmekte ve aktif öğrenmeler, model oluşturma süreçleri olarak gözlenmektedir (Mayer, 2001).

Multimedya ile ilgili olarak yukarıdaki kuramlara dayandırılan multimedya öğrenme kuramında, öğrenen üç önemli bilişsel süreç yaşar. İlk bilişsel süreç olan “seçim”, bireye ulaşan sözel bilginin bir metin tabanıyla ilişkilendirilmesine uygulanır ve aynı şekilde gelen görsel bilgiler de bir imaj tabanına uygulanacaktır. İkinci bilişsel süreç olan “düzenleme”, açıklanacak olan sistemin sözel tabanlı bir modelini oluşturmak için kelime bazında ve sistemin görsel temelli açıklaması için de imaj tabanına uygulanacaktır. Son olarak üçüncü süreç olan “bütünleştirme” ise öğrencinin sözel temelli model ve görsel temelli modeldeki birbiriyle ilişkili olaylar (ya da durumlar veya parçalar) arasındaki bağlantıları kurabildiğinde ortaya çıkar (Yıldız, 2009; Katırcı, 2010).

Sözel ve sözel olmayan öğelerin iki ayrı kanalda (işitsel/sözel ve görsel/resimsel); duyuusal bellek, işleyen bellek ve uzun süreli bellekte işleme süreçleri aşağıdaki gibi modellenmiştir (Mayer, 2003, s.129):



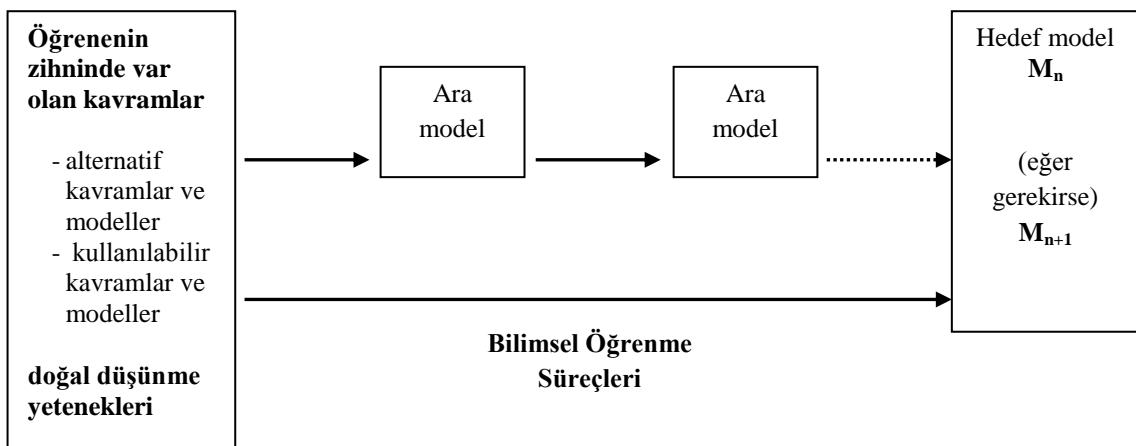
Şekil 2.3.1. Multimedia öğrenmenin bilişsel teorisi

2.4. Model ve Modelleme

Geçen otuz yılı aşkın süredir modelleme; bilim felsefesi, bilgi kuramları, bilimsel olguların açıklanması veya sınıf içi uygulamalar gibi farklı alanları temel alınarak araştırılmıştır. Bu süreç boyunca kullanılan modeller, birçok eğitim kurumunda somut kopya olma özellikleri ile öğrencilerin önem verdiği bir olgusal değer ve özellikle öğrenmeyi arttıran kullanışlı araçlar olarak değerli görülmektedir (Harrison ve Treagust 2000; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Bunun yanı sıra modelleme ve model kullanarak soyut fen kavramlarının öğretilmesi günden güne artan bir şekilde öğretim programlarında yer almaktadır (Akyol, 2009).

Harrison (2001)'a göre, fen bilimleri için modelleme; var olan kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanmış, sonuçta ortaya çıkan ürün ise model olarak ifade edilmiştir. Benzer şekilde model, bir sistemin veya olgunun çok özel noktalarına yoğunlaşan ve o sistemin veya olgunun basitleştirilmiş gösterimidir ve bu çok özel noktalara ulaşılmasına olanak verir (Gilbert, 1995). Modeller, asıl cisimden daha büyük ya da daha küçük olabileceği gibi, yerini tuttuğu gerçek nesne ile tamamen aynı büyüklükte ve yapıda da olabilir (Akyol, 2009). Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004; s.35) ise model ve modellemenin terimsel anlamlarının aslında, bilimsel süreç becerileri kapsamında,

bilim adamlarının yeni ürünler (bilimsel yasa, kuram, ilke, eşitlik, formül v.b.) ortaya çıkarmak için izledikleri aşamaları ve bu aşamaların sonuçlarını kısaca özetlemekte olduğunu belirterek, modellemeyi bilimsel düşünme ve çalışma olarak tanımlamanın yanlış olmayacağını ifade etmişlerdir. Tanımlarından anlaşılacağı üzere modeller ve modelleme bilimsel sürecin bütünlüycü bir parçasıdır. Bu ifadelerin genel bir özeti de Clement (2000) tarafından aşağıdaki şekilde şematize edilmiş ve bir modeli yapılandırırken veya organize ederken kullanılacak modern bir yaklaşımın çerçevesi olarak kaleme alınmıştır (s.142):



Şekil 2.4.1. Model yapılandırma sürecine örnek bir yaklaşım

Van Driel ve Verloop (2002), yaptıkları çalışmada bilimsel bir modelin genel tanımları ile birlikte sahip oldukları yaygın ortak özellikleri belirterek, bu özellikler yardımıyla model ve modelleme kavramlarını açıklamaya çalışmışlardır. Bu ortak özellikler şu şekilde sıralanmıştır (s.1257):

- Bir bilimsel model, her zaman temsil etmekte olduğu hedef veya hedeflerle (örneğin; bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç) ilişkilidir.
- Bir bilimsel model, direk olarak gözlemlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır.
- Bir model hedefe uygun benzetmelerle ortaya çıkar ve bu sayede araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalışmalarını süresince test edilebilir hipotezler üretebilmelerine imkân verir. (Bu hipotezlerin test edilmesi hedef hakkında yeni bilgiler ortaya çıkarır.)

- *Bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model olabildiğince basite indirgenir. Yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntıları kasıtlı olarak model dışında bırakılabilir.*
- *Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde sürekli bir yenilemeye ve güncellemeye gidilebilir.*

Modeller ile ilgili olarak tanımları ve sınıflandırmalar dikkate alındığı zaman en önemli noktanın bilimsel düşünme ve öğrenme becerisi olduğu anlaşılmaktadır. Hatta Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002), gerçekte hayatta bazen bilimsel teorilerin ve süreçlerin esasının açıklanmasında tek yolun modeller olduğunu ifade ederek bu noktaya vurgu yapmıştır. Özellikle fen eğitimi ve öğretiminin temel anlayışının bilimsel süreç becerileri üzerine yoğunlaştığı düşünülürse bu önem daha da artmaktadır. Ayrıca Harrison (2001) da modellerin, “fen”in üretimlerinin ve yöntemlerinin esas öğrenme ve öğretme araçları olduğunu dile getirerek bu düşünceyi desteklemektedir. Yıldız (2006)’ın Harrison (2001)’dan aktardığına göre bir model, nesne veya olayların taklididir ve öğrenme ortamında kullanılmasının sebepleri şu şekildedir (ss.7-8):

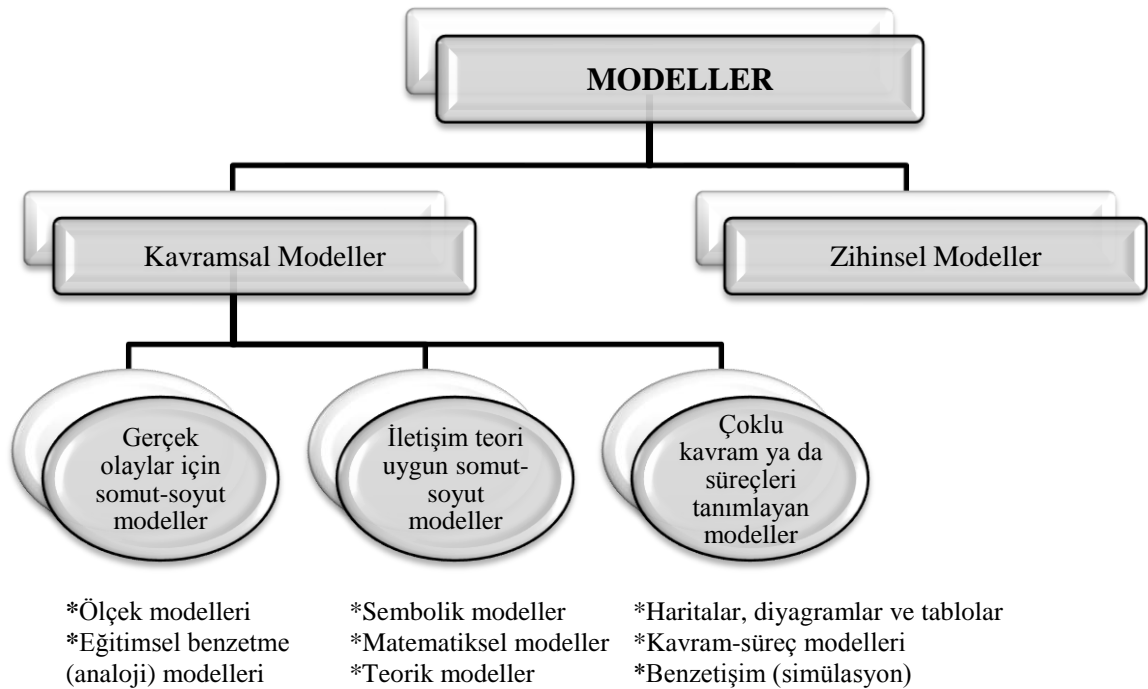
Kolaylaştırma: Karmaşık soyut kavramları, nesne ve süreçleri gözünde canlandırma fırsatı sunduğu için, anlaşılması güç soyut konularda daha kolay algılama sağlar. Somutlaştırılan konular, öğrencinin zihninde daha çabuk yerini alır. Konu öğrencilerin gözünde kolaylaştığı için öğrenme zamanı kısalır, uygulama ve alıştırma yapmaya daha çok zaman bırakır.

Abartma: Modeller konu veya sürecin temel özelliklerini abartarak fikirlerin kilit görünüşlerine dikkat çeker. Özellikle de model gereksiz detay ve çizimlerden arındığı zaman öğrenme de çok daha etkili olur. Ancak bu detaylardan arındırma ve bazı yönlerini vurgulama tehlikeli olabilir. Modelini yapmak istediğimiz, gerçek nesne veya süreçten uzaklaşırsa yanlış kavramalara da götürebilir.

Tanıdıklık: Modeller; animasyonlar ve simülasyonlar sayesinde basit nesnelere dizilerek gelir. Günlük hayatımızdan tanıdık nesnelere oluşturulan modeller öğrencilerin kavramalarını daha da kolaylaştırmaktadır.

Ulaşılabilirlik: Öğrencilerin modellere istedikleri zaman ulaşabilmesi tekrar yapmada veya bireysel çalışmada bir başka kolaylık sağlamaktadır.

Gobert (2000)'in model ve modelleme kavramlarının fen eğitiminde artan bir değere sahip olduğunu ifade etmesiyle birlikte bu konuda yapılan çalışmaların sayısı artmış ve modellerin sınıflandırılması ihtiyacı belirlemiştir. Önceleri, bilimsel olan/bilimsel olmayan modeller, görünüş açısından modeller (soyut/somut) ve işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı/açıklayıcı) biçiminde çeşitli sınıflandırmalara gidilmiştir (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Daha sonra Harrison ve Treagust (2000) yaptıkları ayrıntılı çalışma ile modelleri; ölçeklendirme modelleri, pedagojik analogik modeller, simgesel veya sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, harita-diyagram-tablo olarak modeller, kavram-süreç modelleri, simülasyonlar ve zihinsel modeller şeklinde sınıflandırmışlardır (Gülçiçek ve Güneş, 2004; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Harrison ve Treagust, 2000; Harrison, 2001; Ünal ve Ergin, 2006).



Şekil 2.4.2. Modellerin sınıflandırılması

2.4.1. Kavramsal Modeller

Kavramsal modeller, bazı araştırmacılar tarafından bilimsel olarak kabul edilmiş bilgilerle uyumlu, kesin ve eksiksiz gösterimler olarak tanımlanmaktadır (Günbatar ve Sarı, 2005). Örnek (2008) ise kavramsal modelleri, herhangi gerçek bir durumun öğretilmesi ve anlaşılması için tasarlanan araçlar olarak tanımlamaktadır. Greca ve Moreira (2000)'ya göre ise, kavramsal modeller genellikle araştırmacılar, öğretmenler, mühendisler vb. tarafından oluşturulan ve dünyadaki durumların ya da sistemlerin ilişkilerini öğretmeyi ya da kavramayı kolaylaştıran dışsal gösterimlerdir.

Kavramsal modeller, hedef kavram ve benzer model ilişkisi üzerine kuruludur. Hedef model, öğrencilere kavratılması planlanan konuya ilişkin kavramsal açıklama ya da model olarak tanımlanabilir. Benzer model ise, hedef kavramla arasında benzerlik ya da ilgi kurularak kavramı somutlaştırmaya yardımcı açıklama ya da model olarak tanımlanabilir. Kavramsal modeller, benzer modellerle hedef kavram arasındaki ortak ya da benzer nitelik ve noktalara vurgulama amacındadırlar. Mikroskobik, makroskobik ve sembolik düzeyde açık modeller verilebilir. Açık model seçiminde, ortak olmayan özelliklerin dikkatlice indirgenmesine karşı; benzer modelin hedef kavramı açıklamakta yetersiz kaldığı ya da hedef kavramda karşılık bulamadığı noktalar olabilir. Benzer model ile hedef kavram arasında iki tür benzerlik kurulur (Ünal ve Ergin, 2006, s.190):

1. Öğrencileri benzetime çabuk bir şekilde çeken yüzeysel benzerlikler (molekülleri toplara benzetme).
2. Kavramsal anlamaların gelişimini sağlayan derin ve sistematik işlev benzerlikleri (moleküllerin rastgele hareketlerini topların esnek çarpışmalarına benzetme).

Kavramsal modellerin çeşitleri ve içerikleri şu şekilde ifade edilebilir (Harrison ve Treagust, 1998; Harrison, 2001; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004, Gülçiçek ve Güneş, 2004; Ünal ve Ergin, 2006)

1. Gerçek olayları göstermek için tasarlanan somut ve soyut modeller:

Ölçek modelleri: Bu modellerde, gösterdikleri kavram ya da nesnelerin iç özelliklerinden çok dış özellikleri ön plana çıkarılmıştır. Dış özellikler renkler ve yapıdan oluşmaktadır. Ölçek modelleri gerçeklerine çok benzerler ancak ortak olmayan özellikler geri planda kalabilir. Oyuncak arabalar, basit makineler için oyuncak çıkrık, su tribünü modeli ölçek modellere örnek olarak verilebilir.

Eğitimsel benzetim (analojik) modeller: Bu tür modeller genelde öğretmenlerin soyut ya da gözlenemeyen (mikroskobik) varlıkları tanımlamak için kullandıkları modellerdir. Bir ya da daha fazla özellik benzerliğin somut yapısını oluşturur. DNA'yı ipe benzetme veya gözün yapısını fotoğraf makinesi ile ilişkilendirme örnek olarak verilebilir. Benzetme modeller, benzer model ve hedef kavram arasındaki ilişkilerin birebir eşleştirildiği ve sadece belli niteliklerin karşılığını bulduğu hedef kavram arasındaki ilişkiyi kabaca basitleştirerek kavramsal niteliklere dikkat çekebilir.

2. İletişim teorisine uygun soyut modeller:

Sembolik modeller: Bileşik yapısını kimyasal formüllerle ve kimyasal tepkimeleri denklemlerle göstermede kullanılan modellerdir. Suyun kimyasal formülü, kimyasal olayları açıklayan denklemler bu gruba giren modellerdir.

Matematiksel modeller: Fiziksel özellikler, değişimler, süreçler kavramsal ilişkileri göstermek üzere matematiksel denklemlerle, grafiklerle gösterilebilir. Boyle yasası, ışığın düzgün yansımadaki geliş ve yansıma açısının eşit olması örnek olarak verilebilir. Bu modellerin, öğrenciler tarafından içselleştirilmesi anlamlı öğrenme için önemlidir.

Teorik modeller: Elektromanyetik kuvvet çizgilerinin, fotonların, gazların hacim-sıcaklık-basınç değişimlerini açıklayan kinetik teorisinin benzetimsel gösterimleri bu grubu oluşturmaktadır. Bu modeller özünde sağlam bir teorik temele sahip ve ait oldukları gerçeklikleri en iyi açıklayabilen tanımlamalardır. Teorik modeller diğer

benzetim modelleriyle daha da basitleştirilerek sunulabilir. Örnek olarak gazların kinetik teorisinde gaz parçacıklarını kürecikler ya da toplara benzetme, atomun yapısı ve ışığın yayılması modelleri bu gruba girerler.

3. Çoklu kavramları ya da süreçleri tanımlayan modeller:

Haritalar, diyagram ve tablolar: Periyodik tablo, soyağacı, hava haritaları, devre diyagramları, kan dolaşımı, sinir sistemi, beslenme zincirleri gibi örnekler bu gruba girerler. Bahsi geçen örnekleri basit, basit olduğu kadar zengin içerikli yapan özellikle öğrenciler tarafından kolayca yapılabilmeleridir.

Kavram-süreç modelleri: Fen kavramlarının çoğu nesne ya da varlıklardan çok süreçlerden oluşur. Asit-baz, indirgenme-yükseltgenme reaksiyon modelleri, elektrik akımı, elektriksel indüksiyon bazı örnekleridir.

Benzetişim (simülasyon): Çoklu karmaşık ve gelişmiş dinamik modellerin oluşturduğu kategoridir. Benzetişimler sanal gerçeklik mantığıyla uçakların uçuşu, uzay gemilerinin kullanımı, nükleer tepkimeler ve kazaları ve benzeri durumların daha iyi anlaşılmasında yardımcı olur.

Kavramsal modellerin bilimin ilerleme sürecinde önemli katkıları olmuştur. Bu modeller, temsil ettikleri sistemin özellikleri için insanların başka kurallar üretmesine veya bu kuralları kafalarında geliştirmelerine gerek kalmadan onlar arasındaki ilişkilerin direkt anlaşılmasına izin verir. Anlamlı öğrenme, kavramsal modellerin değişiminden doğmuştur. Öğrencilere kavramsal bir model sunulduğunda, öğrenciler konuyla ilgili bildikleri nesnelere çıkarırlar, yeni konuyla ilişki kurarlar ve kendi zihinsel modellerini üretirler. İdeal olan bir kavramsal model ve bir zihinsel model arasında doğrudan bir ilişkinin kurulmasıdır (Gilbert, 1989; Greca ve Moreira, 2000; Harrison, 2001).

2.4.2. Zihinsel Modeller

Coll ve Treagust (2003), zihinsel modellerin, hedef sistemle karşılıklı iletişimde olması sayesinde fikir ve nesnelerin doğal olarak tanımlanması süreci olduğunu ifade etmişler ve bu modellerin doğruluğa ihtiyaç duymadıklarını fakat işlevsel olduklarını söylemişlerdir. Zihinsel modeller, olayları anlamak ve algılamak için insanların düşüncelerinde var olan gerçek durumların içsel sunumlarıdır (Franco ve Colinvaux, 2000). Başka bir ifadeyle, zihinsel modeller herhangi bir olgu hakkında mantık çıkarmak, tanımlamak, açıklamak, tahmin etmek ve bazen de kontrol etmek için kullanılan bilişsel gösterimlerdir (Buckley ve Boulter, 2000; Örnek, 2008). İyibil ve Arslan (2010)'ın Johnson-Laird (1983)'den aktardığına göre ise zihinsel modeller, algılama ve kavramsallaştırma gibi dünyanın yapısal benzetimleri (analojileri) olup, bu modellerin temel kaynağını insanların algılama yetenekleri oluşturmaktadır. Benzer şekilde Greca ve Moreira (2000) insanların direkt olarak dünyayı kavrayamadıklarını ancak dünyanın içsel gösterimleri ile bireylerin zihinsel modellerini oluşturduklarını dile getirmişlerdir.

Zihinsel modeller, birçok yazar tarafından pratik ve geliştirilen bir sistem olarak düşünülür. Birçok zihinsel model eksiktir ve açıkça tanımlanan sınırları yoktur; genelde bilimsel ve oldukça kararsızdırlar. Tanımlamada, açıklamada ve tahminde bireyselliğe izin verirler. Zihinsel modeller, hafızaya yardımcı aygıtlar olarak çalıştırılabilirler (Coll ve Treagust, 2003). Bunun yanında her bir öğrenci için bireyseldir. Gerçek yapıdan hatta ders sırasında anlatılan yapıdan eksik veya farklı olabilir. Bireylerin kendine has deneyimleri, eski birikimlerinin farklılığı zihinsel modellerin de çeşitliliğini sağlamaktadır.

Coll ve Treagust (2003) zihinsel modelleri iki ayrı grupta incelemiştir. Bunlardan ilki “fiziksel zihinsel modeller” dir. İkincisi ise “kavramsal zihinsel modeller” dir.

1. Fiziksel zihinsel modeller: Fiziksel özelliklerin kişilerin kafasında gerçek veya hayal zihinsel yapılarıdır. Buna örnek olarak insan vücudundaki organların görüntülerinin kişinin kafasındaki canlandırmasıdır.
2. Kavramsal zihinsel modeller: Kavramların, modellerin veya soyutlamanın zihinsel yapılarıdır. Atom konusundaki zihinsel modeller kavramsal zihinsel modeller grubuna girmektedir. Soyut kavramlardan söz edildiği için gerçek kimyasal atomdan farklı yapılanma riski daha ön plana çıkmaktadır.

Zihinsel modellerin anlaşılabilmesi ve ortaya çıkarılabilmesi için bu modellerin sahip olduğu özelliklerin bilinmesi gereklidir. İlk olarak zihinsel modeller üreticidir yani zihinsel modeller yeni bilgilerin oluşturulmasında kullanılır (Vosniadou ve Brewer, 1992). Bu özellik zihinsel modellerin sadece bir olayın direk olarak gözlenebilen durumlarını açıklamak için değil, aynı zamanda tanımı veya durumu direk olarak içermeyen ve açık olmayan bilgileri yorumlamak için de kullanıldığının bir ispatıdır (Franco ve Colinvaux, 2000). Zihinsel modeller sessiz bilgiler içerirler; buna göre zihinsel modellerin sahiplerinin zihinsel modellerinin ve onları kullandıklarının farkında olmadıkları söylenebilir (Örnek, 2008).

Zihinsel modeller sentezdirler (Franco ve Colinvaux, 2000). Bir başka ifadeyle bireyler, sahip oldukları önbilgilerle öğrenim gördükleri süreçte gördükleri bilimsel bilgileri kullanarak zihinsel modellerini oluştururlar (Harrison ve Treagust, 2000). Zihinsel modeller, sahiplerinin dünya görüşü ile sınırlıdır çünkü bireylerin zihinsel modelleri kendi inanışlarından etkilenir, bu doğrultuda geliştirilir ve kullanılırlar (Franco ve Colinvaux, 2000; Örnek, 2008). Ayrıca özelliklere ek olarak zihinsel modeller değiştirilebilir, geliştirilebilir, yeniden yapılandırılabilirler ve modeli kullanan kişi açısından kullanışlı olmalıdırlar (Vosniadou ve Brewer, 1992; Greca ve Moreira, 2000, Buckley ve Boulter, 2000; Franco ve Colinvaux, 2000; Harrison ve Treagust, 2000).

Royer, Cisero ve Carlo (1993)'ya göre zihinsel modeller, nitel, görünüm ve ilgili modeller olmak üzere 3 durumda bulunurlar. Nitel süreç modelleri, problem çözme

durumlarında değişen durumları zihinsel olarak canlandırabilmekle ilgilidir. Görünüm modelleri, bir sistemin herhangi bir değişikliği geçirdikten sonraki durağan gösterimine ilişkin modellerdir. Burada sistemin özel olarak verilen koşullardaki durumu hakkında yorum yapılan durumlar ele alınmaktadır. İlgili modeller ise bir sisteme ait temel özelliklerin bilinmesinin ardından bunlara dayanarak diğer benzer sistemlerin özelliklerinin bilinebilmesi durumudur.

Greca ve Moreira, (2000)'ya göre zihinsel modeller iki önemli süreçten geçerek oluşur:

- Sistemin imgesel olarak canlandırılması; sistemin analizi, bileşenlerinin durumu ve birbiriyle yapılandırılması,
- Genel bilimsel prensiplere dayanılarak modelin oluşturulması.

2.4.3. Model Tabanlı Öğretim (MTÖ)

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda fen kavramının doğasını anlamak ve öğretmek için model kullanımının önemine dair ifadeler giderek artmaktadır (Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001). Modellerin fen öğrenimindeki yeri ve kullanılmasına yönelik vurgulamalar nedeniyle modelleri kullanarak öğrenme ile ilgili bir teoriye ihtiyaç duyulduğu dile getirilmekte ve MTÖ yaklaşımı önerilmektedir (Buckley vd., 2002; Gobert ve Buckley, 2000; Kurnaz ve Arslan, 2011).

MTÖ, öğrencilerin sahip oldukları kavramları değiştirmeyi ve bilimsel anlayış düzeylerini arttıran bir yaklaşımdır (Duit ve Treagust, 2003). Gobert (2000)'e göre MTÖ, bireylerin veya grupların zihinsel model oluşturmalarını kolaylaştırmak amacıyla bilgi kaynaklarını, öğrenme faaliyetlerini ve öğretim stratejilerini bir araya getiren bir uygulamadır. MTÖ yaklaşımı öğrencilerin bir bilgiye/olguya dair zihinsel modellerinin yapılandırılmasını temel alır (Nersessian, 1995; Gobert ve Buckley, 2000).

Coll ve Treagust (2003) bireylerin kendi deneyimlerini ve doğayı yorumlamak için zihinsel sunumlar geliştirdiklerini, Greca ve Moreira (2000) ise bireylerin zihinsel modellerini var olan zihinsel modelleri ilişkilendirerek oluşturduklarını belirterek

öğrenme ile zihinsel model geliştirme arasındaki derin ilişkiye işaret etmişlerdir. Gerçekte zihinsel modeller, bilgi edinme sürecinin yani bireyin zihinsel denge sağlama sürecinin ürünüdürler.

MTÖ bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma süreci olarak tanımlanabilir. Okullarda yapılmaya çalışılan ise, öğrencilerin öğrenme öncesi sahip oldukları ön bilgileri ya da zihinsel modellerini, bilim adamlarının ortaya koymuş olduğu bilimsel modeller doğrultusunda değiştirmelerine ya da geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu nedenle, modelleme gelişimi bir düşünme süreci olarak ele alınabilir (Harrison ve Treagust, 1998). Gerçekte zihinsel modeller, bilgi edinme sürecinin yani bireyin zihinsel denge sağlama sürecinin ürünüdürler. Bu yüzden bilgi edinme süreci aynı zamanda zihinsel model yapılandırma sürecidir. Kurnaz ve Arslan (2011)'ın Hanke (2008)'den aktardığına göre bu süreç dört aşamadan oluşmaktadır (s.3):

1. *Zihinsel model yapılandırılma süreci zihinsel dengesizliğe neden olan yeni bir bilgi/olgu ile başlar.*
2. *Yeni durumu anlaşılır kılmak için mevcut bilgileri işe koşmak gerekir.*
3. *Daha fazla bilgi edinebilmek için araştırmaya gereksinim vardır.*
4. *Mevcut bilgi ile yeni durum, bir zihinsel modelde birleştirilerek bu zihinsel model yeni bilgi inandırıcı oluncaya kadar detaylandırılır.*

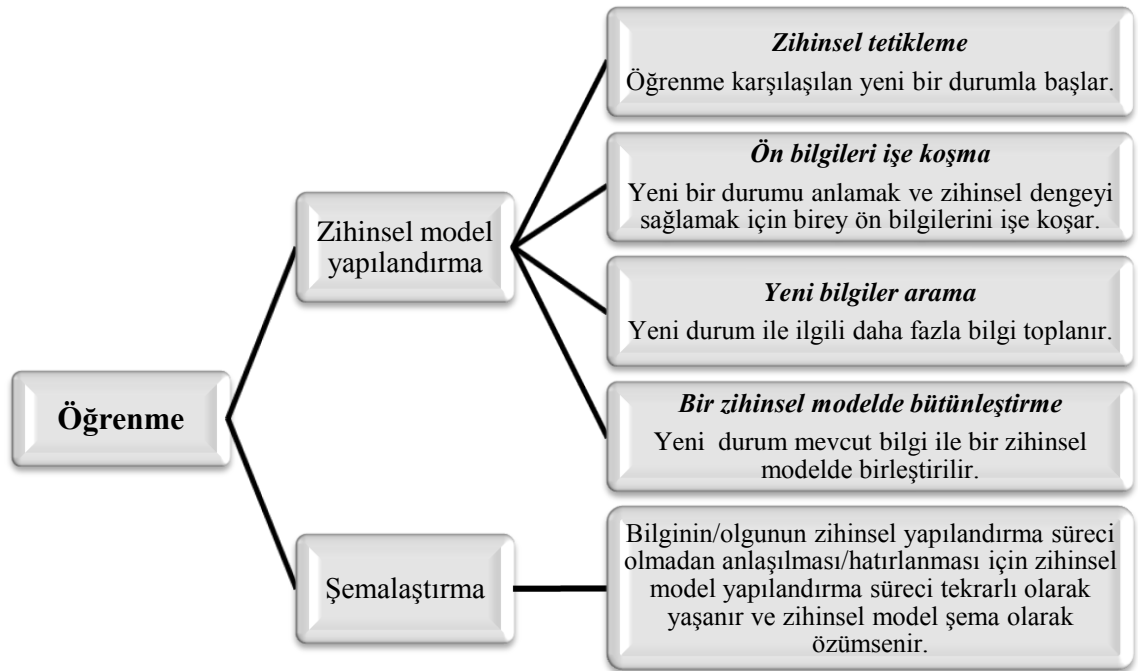
Shen ve Confrey (2007), alan yazınında modellemeye dayalı öğretimle ilgili öne çıkan üç temel özelliği şu şekilde sıralamaktadır (s.954):

- 1- *Modellemeye dayalı öğretim çoklu gösterimler kullanarak (resimler ve diyagramlarla görsel alan, oyun ve çeşitli etkinliklerle bedensel alan ve önergelerle sözel alan v.b gibi) farklı zekâ alanlarına hitap edebilir.*
- 2- *Modelleme sadece günlük olay olarak kavramsal değişimin gerçekleşmesindeki mekanizmaları açıklamakla kalmaz üstelik fen eğitiminde kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirebilmek için öğretimsel stratejilerde sunar.*

3- Modellemeye dayalı öğretim sürecinde öğrencinin model yapılandırma, gözden geçirme, alternatiflerine dönüştürebilmelerine olanak tanıdığından bilimsel modellerin nasıl oluşturulduğunu anlar.

Modele dayalı öğrenmeyi belirgin olarak, model kullanımını gerektiren diğer öğrenme ortamlarından farklı kılan özelliği, yapısal, işlevsel ve nedensel mekanizmalarla akıl yürüterek zihinsel model oluşturmayı harekete geçirmesidir (Gobert ve Pallant, 2004; Seel, 2001). Mayer, Dyck ve Cook (1984), modellemeyi bir sistemi oluşturan değişkenler ve aralarındaki bağlantıların uyumlu bir modelini oluşturmak olarak tanımlamışlardır. Onlara göre, bir sistemin tutarlı bir modelini oluşturabilmek için sistemdeki anahtar kavramların (değişkenlerin) ve aralarındaki bağlantıların ilişkisinin ortaya konması gereklidir. Bilgiyi modelde ya da modelle yapılandırmak değişkenleri ve aralarındaki ilişkileri açıkça ifade ettiğinden bireye daha iyi çıkarımda bulunma fırsatı sunar.

Kurnaz ve Arslan (2011) bu bilgiler ışığında MTÖ'yü şöyle özetlemişlerdir (s.3):



Şekil 2.4.3. MTÖ'nün aşamaları

2.5. Uzamsal Yetenek

Fen ve matematik öğrenmede en önemli bireysel farklılıklardan birisi, uzamsal yetenekleridir. Uzamsal yetenek terimi, uzamsal muhakeme, uzamsal algı, görsel betimleme, uzamsal canlandırma, görsel beceri, uzamsal düşünme ve görsel işlem gibi isimlerle de ifade edilmektedir. Uzamsal yetenek, iki ya da üç boyutta nesnelere katlama veya döndürme şeklindeki etkiler sonucunda, nesne ya da yapıların değişimini hayal etme yeteneğini ifade etmektedir. Uzamsal yetenek, nesnelere döndürülmesi, şekillerin canlandırılması ve bir bütünü parçalarının uygun bir biçimde yerleştirilmesinde ön plana çıkar (Orde 1997; ChanLin, 2000; Hartman, Connolly, Gilger ve Bertoline, 2006).

Uzamsal yeteneğin iki temel bileşeni olduğu ileri sürülmüştür. Bunlar uzamsal canlandırma ve uzamsal yönlendirme olarak ifade edilmiştir. Uzamsal canlandırma, zihinsel imaj oluşturma ve bu imajları zihninde değiştirme ile şekillerin ya da şekilleri oluşturan parçaların biçimlerini tanıma ve hatırlamayı ihtiva eder. Uzamsal yönlendirme, sunulan görsel uyarıcıdaki değişen yönelimleri karıştırmadan, olduğu gibi zihinde tutma yeteneğidir (Coleman ve Gotch, 1998). Uzamsal yönlendirme sadece iki boyutlu uzayda şeklin zihinsel hareketlerini gerektirmektedir. Uzamsal canlandırma ise üç boyutlu uzayda döndürme ve düz modelleri ayrıntıları ile açıklama gibi bir dizi çalışma gerektirmektedir (Yolcu, 2008).

Uzamsal yetenek, nesnelere görüntülerinin zihinsel olarak dönüştürülmesi, oluşturulması ve bu görüntü dönüşümlerinin kullanılması yeteneğidir. Yüksek uzamsal yeteneğe sahip olan öğrencilerin, zihinsel olguların ve nesnelere temsillerini daha kolay oluşturabildikleri ve kullanabildikleri yapılan araştırmalarda ifade edilmektedir (ChanLin, 2000). Düşük uzamsal yetenekli öğrenciler ise çalışan belleklerdeki bir nesnenin görüntüsünü oluşturabilmek için, daha fazla bilişsel kaynak ayırma ihtiyacı duyarlar, dolayısıyla sözel ve görsel bilgileri birleştirmek için ayrılan kaynak azalır. Derslerinde görsel temsilleri kullanan öğretmenlerin, uzamsal yeteneklerdeki farklılıkları düşünmeleri gereklidir (Karaçöp, 2010).

2.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde çalışmanın konusu ile ilgili olarak daha önce yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.6.1. BDÖ ve Multimedya Öğrenme ile İlgili Kaynak Özetleri

Ebenezer (2001), çalışmasında ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin, tuzun sudaki çözünme işlemini algılayışlarını keşfetmek için bir hipermedya ortamı kullanmıştır. Çalışmanın amacı çözünme, erime, yanma, difüzyon, moleküller arası bağlar gibi mikro düzeydeki olayları öğrencilerin zihinlerinde canlandırabilecekleri bir bilgisayar materyali geliştirmektir. Yapılan bu çalışma bir hipermedya ortamının öğrencilerin mikro düzeydeki olayları algılayışlarını keşfetmek, tartışmak ve değerlendirmek için kullanılabileceğini göstermiştir.

Sezgin ve Köymen (2002), araştırmalarında, Fen Bilgisi 4. Sınıf “elektrik” ünitesinin, İkili Kodlama Kuramı’na dayalı bilgisayar destekli olarak yapılan öğretim ile aynı konuda geleneksel-öğretmen merkezli yöntemle yapılan öğretimi karşılaştırarak öğretimlerin akademik başarı, öğrenme düzeyleri ve kalıcılığa etkisini belirlemeye çalışmıştır. Sonuç olarak, deney grubunun hem toplam, hem de bilgi ve kavrama düzeylerine göre akademik başarılarının, kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür.

Asan (2003), çalışmasında etkileşimli bir çoklu ortam programı geliştirmiştir. Program öğretmen adaylarına yöneliktir ve okul deneyimi dersi için tasarlanmış ve okul sistemi ve öğretim stratejilerini konu almıştır. Biri kontrol, diğeri deney grubunu oluşturan toplam 45 öğrenci araştırma grubunu oluşturmaktadır. Gruplardan birinde ders geleneksel yöntemle işlenirken, diğesinde çoklu ortam kullanılmıştır. Sonuçta çoklu ortamın ders konularının öğrenilmesine pozitif etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının bir dersi bu şekilde almalarının gelecekte kendi verecekleri dersler için de bir örnek teşkil ettiği vurgulanmıştır.

Semerci (2003), çalışmasında, araştırma çerçevesinde öğretim amaçlı bir çoklu ortam yazılımı geliştirilmiş ve geliştirilen bu yazılım Polis Akademisi son sınıf öğrencilerinden seçilen deney grubu üzerinde uygulanmıştır. Deneysel çalışmalar öncesi hem deney hem de kontrol grubuna ön test uygulanmıştır. Yazılım deney grubuna her öğrenciye bir bilgisayar düşecek şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise, geleneksel yöntemler ile eğitime devam etmiştir. Uygulamalar sonucu son test deney grubuna bilgisayar ortamında, kontrol grubuna ise yazılı materyal olarak sınıf ortamında uygulanmıştır. Uygulamalar neticesinde her iki grubun da son test başarı puanları ön test puanlarından yüksek çıkmıştır. Ancak, deney grubunun puanlarının kontrol grubunun puanlarından anlamlı biçimde yüksek olduğu, bu nedenle de geliştirilen çoklu ortam yazılımının öğrencilerinin başarılarını, önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Araştırma, polis eğitiminde öğretim amaçlı bilgisayar kullanımı konusunda gerçekleştirilmiş ilk deneysel çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Westera, Hommes, Houtmans ve Kurvers (2003), psikolojik teşhisle ilgili bir çoklu ortam programı geliştirmişlerdir. Programın amacı teorikle pratik arasındaki geçişi sağlamaktır. Bunun için hazırlanan ortamda simülasyona ağırlık verilmiştir. 120 saatlik ders 3 bölüme ayrılmıştır. İlk kısmında basılı materyaller, ikinci kısmında bilgisayar kullanılmaktadır, son kısmı ise yüz yüze gerçekleşmektedir. Araştırma 100 psikoloji bölümü üniversite öğrencisi üzerinde yapılmış, anket ve röportajla veri toplanmıştır. Öğrencilerin uygulanan bu program sonrasında psikolojik teşhisle ilgili bilgi edindikleri, kendilerine güvenlerinin arttığı ve pratik açısından yarar sağladıkları sonucu çıkarılmıştır. Aynı zamanda programın öğrencilerin motivasyonunu artırdığı, konuya oldukça ilgilerini çektiği ifade edilmiştir.

Yenice (2003) tarafından yapılan çalışmada 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilere “Genetik” ünitesi, BDÖ yardımıyla anlatılmıştır. Kontrol gruplu ön test-son test modeli'nin kullanıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak, Fen Bilgisi tutum ölçeği ve bilgisayar tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırmaya başlamadan önce deney ve kontrol grupları arasında bilgisayara ve fen kavramına yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Son test sonuçlarına göre, BDÖ'in uygulandığı deney grubunda yer alan öğrencilerin bilgisayara ve fen kavramına yönelik tutumlarının

olumlu yönde olduğu; kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise fen ve bilgisayara yönelik tutumlarında anlamlı bir farkın oluşmadığı görülmüştür. Ayrıca bilgisayar kullanma süresiyle bilgisayara yönelik tutumlar arasında da anlamlı ilişkiler bulunduğu ifade edilmiştir.

Yiğit ve Akdeniz (2003) çalışmalarında, “elektrik devreleri” kapsamındaki ‘akım-parlaklık ilişkisi’, ‘paralel kollardaki akım-ana kol akım değerleri ilişkisi’ ve ‘sigorta kavramı’ konularına yönelik bilgisayar destekli logo programlama diliyle hazırlanıp yürütülen etkinliklerin öğrencilerin bilişsel başarı ve tutumlarına etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. 10. sınıfa devam eden öğrenciler ile gerçekleştirilen çalışmada, elektrik devreleriyle ilgili 6 soruluk ön test ve 36 soruluk likert tipi anket uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin bilgisayar destekli öğretim ve ‘elektrik devreleri’ konusu ile ilgili puanlarında uygulamanın yürütüldüğü grubun lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır.

Ong ve Manan (2004) yılında Singapur’un ulusal üniversitesinde yaptıkları çalışmada, makine bölümünde otomatik makine parçalarının deviniminin anlaşılmasında web tabanlı animasyon ve simülasyonlar kullanılmıştır. Öğrenciler animasyonlu ve simülasyonlu öğretimi internet üzerinden gerçekleştirmiş ve geleneksel yöntemlerle mümkün olamayan el becerisi ve hayal gücü gelişimi gözlenmiştir. Ayrıca öğrenciler arasında sosyal bağın kuvvetlendiği, karmaşık yapıları daha rahat kavradığı ve laboratuarda gerçek makineler ile çalışmaya gerek kalmadan hedeflenen kazanımların gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Woodfield vd. (2004), çalışmalarında üniversite I. ve II. sınıf öğrencilerine yönelik Virtual Chemlab olarak isimlendirilen karmaşık ve gerçekçi laboratuvar simülasyonları tasarlamışlardır. Bu çalışmanın amacı öğrencilerin kavramsal düşünce gücünü arttırmak, yaratıcı öğrenme ortamı sağlamak, öğrencilerin laboratuvar deneylerinin ardındaki ilkeleri görmelerini sağlamak olmuştur. Araştırma Brigham Young Üniversitesi Kimya Bölümünde öğrenim görmekte öğrenciler üzerinde yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, öğrencilerin simülasyonları kullanmaktan büyük zevk aldıkları ve etkili problem çözme becerilerini geliştirdikleri dile getirilmiştir.

Yiğit (2004), yerçekimi potansiyel enerjisi konusunda yaptığı çalışmasında logo programlama diliyle geliştirilen ve uygulanan dersin, öğrencilerin bilişsel başarı ve tutumlarına etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmasını kontrolsüz ön test-son test deneysel modele göre yürütmüştür. Araştırmaya katılan öğrencilere araştırmacı tarafından geliştirilen program uygulanmış ve öğrencilerin bilişsel başarılarında herhangi bir değişiklik olup olmadığı incelenmiştir. Uygulamanın başında ve sonuna başarı testi ve tutum anketi uygulanmıştır. Uygulama sonrası, öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanların ortalaması uygulama öncesine göre yaklaşık %30 oranında artmıştır. Bunun bilgisayar destekli öğretim uygulamalarının bir sonucu olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca uygulama sonunda öğrencilerin başarı ve tutum puanlarında anlamlı farklılık görülmüştür.

Akçay, Aydoğdu, Yıldırım ve Şensoy (2005), ilköğretim fen ve teknoloji dersi müfredatında yer alan “çiçekli bitkiler” konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretiminin öğrencilerin başarısına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada iki ilköğretim okulundan 6. sınıf öğrencileri belirlenerek deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından çiçekli bitkiler konusunun öğretimi, deney grubu öğrencilerine bilgisayar destekli öğretim yöntemi, kontrol grubu öğrencilerine ise geleneksel yöntem kullanılarak yapılmıştır. Her iki gruba uygulanan ön test ve son testlerden elde edilen verilerin analizi sonucunda bilgisayar destekli öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre, öğrenci başarısını arttırmada daha etkili bir yöntem olduğu dile getirilmiştir.

Akgün (2005), yaptığı çalışmada 8. sınıfa devam eden 37 öğrencinin, sınıf için hazırlanan fen bilgisi deneyleri çoklu ortam materyalinin öğrencilerin fen bilgisine yönelik başarı ve tutumlarını, laboratuarda yapılan gösterim deneylerine göre ne düzeyde etkilediğini araştırmıştır. Deneysel işlemlerin öncesinde ve sonrasında öğrencilerin başarı ve tutumları geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış olan Kimya Başarı Testi ve Fen Bilgisi Tutum Ölçeği kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgular her iki çalışmanın da gruplar içinde öğrencilerin başarılarını anlamlı olarak artırdığını ancak tutum puanlarını anlamlı olarak değiştirmedeğini göstermiştir.

Arıcı ve Yekta (2005) çalışmalarında, genel amaç doğrultusunda, meslek yüksek okullarının endüstriyel elektronik bölümü 1. sınıf öğrencileri üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Araştırmanın deney deseni ön test-son test kontrol grup modelinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında, “flip floplarla lojik devre tasarımı” konusunun öğretimi amacıyla dersler; deney grubunda web tabanlı öğretimle, kontrol grubunda da geleneksel öğretimle işlenmiştir. Başarıyı ölçmek için geliştirilen başarı testi ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Başarı testi ile elde edilen bulgularla yapılan istatistiksel karşılaştırmalardan, web tabanlı öğretim ile geleneksel öğretimin öğrenci başarısı üzerinde benzer düzeyde başarıyı artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Garcia, Quiros, Santos, Gonzales ve Fernanz (2005), çalışmalarında animasyon içeren bir çoklu ortamla geometri öğretimini incelemiştir. Çalışmada yaşları 18 ile 23 arasında değişen 60 öğrencinin görüşü toplanmıştır. Öğrencilerin yanı sıra sınıfta çoklu ortam kullanımıyla ilgili olarak öğretmenlerin görüşleri, yorumları ve tavsiyeleri alınmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda öğrencilerin çoklu ortamdaki hoşlandıkları, çoklu ortamı geleneksel ortamlara tercih edecekleri, çoklu ortamın dikkatlerini topladığı sonucuna ulaşmışlar, ancak tüm bunlara rağmen çoklu ortamın öğretmenlerinin yerine geçemeyeceğini, animasyonların derste tuttukları notların yerini tutamayacağını düşündükleri belirlenmiştir.

Kıyıcı ve Yumusak (2005), çalışmalarında fen bilgisi laboratuvarı dersinde geleneksel sınıf öğretiminin ve bilgisayar destekli öğretimin, öğrenci kazanımları üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma kontrol gruplu ön test-son test modeline göre düzenlenmiştir. “asit baz kavramları ve titrasyon” konusu kontrol grubu öğrencilerine geleneksel yöntemle anlatılırken, deney grubu öğrencilerine bilgisayar destekli olarak anlatılmıştır. Konu içeriğinde yer alan deneyler ChemLab programı kullanılarak yine bilgisayar destekli olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda bilgisayar destekli öğretim ortamındaki öğrenci kazanımlarının, geleneksel sınıf ortamındaki kazanımlara kıyasla daha fazla olduğu saptanmıştır.

Özdener (2005)'in yaptığı çalışmada “bir iletken tel için direncin kesit ve uzunluğa bağlı değişimi” konusunu incelemek amacıyla bir simülasyon yazılımı geliştirilmiş, geliştirilen yazılımın bireysel kullanımı ile gösteri deneyi yöntemi, öğrenci başarıları açısından karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, toplam 106 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada yer verilen deney, kontrol grubu tarafından fizik laboratuvarında gösteri yöntemiyle, deney grubu tarafından ise bilgisayar laboratuvarında kullanılan benzetişim yazılımı yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test başarı düzeylerine, gerek deneysel verilerin değerlendirilmesi ve analizi gerekse ölçü araçlarının kullanımı açısından bakıldığında deney grubu lehine anlamlı fark görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre sanal laboratuvar kullanımının geleneksel laboratuvarlara destekçi olabileceği fikri dile getirilmiştir.

Saka ve Yılmaz (2005)'in yaptıkları çalışmanın amacı 9. sınıf fizik müfredatında yer alan “elektrostatik” konusunda öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri kavramlarla ilgili olup, bilgisayar destekli çalışma yapraklarına dayalı öğretim materyali geliştirmek ve başarı düzeyine etkisini belirlemektir. Araştırma, 2003-2004 eğitim-öğretim bahar yarıyılında 9. sınıfta öğrenim gören toplam 44 öğrenci ve dört fizik öğretmeni ile yarı deneysel yöntem kapsamında ön test-son test kontrol guruplu desene dayalı olarak yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, Elektrostatik konusunda öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri kavramlarla ilgili olarak bilgisayar ortamında 6 çalışma yaprağından oluşan CD niteliğinde bir öğretim materyali Macromedia Flash5 programı kullanılarak geliştirilmiştir. Ayrıca, geliştirilen öğretim materyalinin uygulanmasından elde edilen bulgulara dayalı olarak, bilgisayar destekli fizik öğretimine yönelik çalışma yapraklarının fizik alanındaki Elektrostatik konusuyla ilgili kavramların öğretiminde başarıyı yükselten bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Srinivasan ve Crooks (2005), çalışmalarında fen öğretiminde çoklu ortam tasarımına değinmişlerdir. Çalışmalarında çoklu ortam kullanımıyla ilgili öğretmen görüşlerine yer vermişler ve fen öğretiminde çoklu ortam kullanımına dair 5 örnek olay inceleyerek, çoklu ortamın avantajlarını ve etkilerini dile getirmişlerdir. Sonuç olarak çoklu ortamın etkileşim içerdiğinde, kontrolü kullanıcılara bıraktığında çok daha etkili

olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle fen eğitiminde üzerinde çalışılması gereken bir unsur olduğunu vurgulamışlardır.

Arıcı ve Dalkılıç (2006), çalışmalarında animasyonların, öğrencilere ders konuları içerisinde yer alan deneylerin ve olayların bilgisayar ortamından faydalanılarak açıklanmasında, çocuklara yönelik öykülerin canlandırılmasında etkin bir yol olduğunu, bu yüzden eğitici değerinin oldukça yüksek olduğunu ve eğitim sürecinde kullanılmasının eğitimde verimin artmasına yardımcı olduğunu vurgulamaktadırlar. Animasyon kullanılarak geliştirilen eğitim yazılımlarının, öğrencilerin islenen dersi somut olarak daha iyi kavramalarını sağladığı ve bu uygulamaların gerçek işleyişlerine uygun olacak şekilde animasyon yardımı ile hareketlendirilerek etkin bir öğrenme ortamı oluşturulabildiği sonucuna varılmıştır.

Aydoğdu (2006), yaptığı çalışma ile kimyasal bağ konularının öğretilmesinde bilgisayar kullanılmasının öğrencilerin ders başarısına etkisini araştırmıştır. Öğrenciler rastgele yöntemle birisi deney diğeri kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Araştırmada kontrol gruplu ön test ve son test deseni kullanılmıştır. Deney grubu öğrencileri, bilgisayarın yardımcı araç olarak kullanıldığı derslerinden yararlanmışlardır. Kontrol grubu öğrencilerine ise geleneksel öğretim yöntemi ile dersler anlatılmıştır. Araştırmanın sonucunda bilgisayarın yardımcı bir araç olarak kullanıldığı ders öğretiminin, geleneksel yöntemle konuların anlatıldığı Kimya öğretiminden kimya ders başarısı açısından daha etkili olduğu dile getirilmiştir.

Çepni, Taş ve Köse (2006), “fotosentez” konusunun bilgisayar destekli materyallerle anlatımının, öğrencilerin bilişsel düzeylerine, konu hakkındaki yanlış düşüncelerine ve fen kavramına yönelik tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Yazılım hazırlanmadan önce fotosentez konusu biyolojinin diğer konularıyla ilişkilendirilmesine dikkat edilmiştir. Çalışma 5 deneyimli fen bilgisi öğretmeni ve toplam 52 öğrenciden oluşmuştur. Deney grubuna bilgisayar destekli eğitim verilirken kontrol grubuna düz anlatım yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada fotosentez başarı testi, fotosentez kavram testi ve biyoloji tutum ölçeği kullanılmıştır. Yanlış anlaşılmalari belirlemek ve deney ve kontrol gruplarını karşılaştırmak için her sorunun ön test ve son test yüzdelerine

bakılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunun ön test ve son test puanlarında kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Araştırma sonucunda bilgisayar destekli öğretimin başarıyı ve tutumu olumlu bir şekilde etkilediğini ve öğrencilerin bilişsel düzeylerini olumlu bir şekilde etkilediği görülmüştür.

Pektaş, Türkmen ve Solak (2006), yaptıkları çalışmada, bilgisayar destekli öğretimin fen bilgisi öğretmenliği alanında öğrenim gören öğrencilerin “sindirim sistemi ve boşaltım sistemi” konularını öğrenmeleri üzerine olan etkisini geleneksel öğretim yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Deneysel çalışma olarak planlanan araştırmada ön-test son-test kontrol gruplu model kullanılmıştır. Deney grubunda “ToolBook” adlı öğretim yazılımıyla sindirim sistemleri ve boşaltım sistemleri konusu altı hafta süreyle işlenmiştir. Kontrol grubunda ise aynı konular geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak anlatılmıştır. Analiz sonuçları, bilgisayar destekli öğretim ile öğrenim gören öğrencilerin, geleneksel öğretim yöntemleri ile öğrenim gören öğrencilere göre daha başarılı olduklarını göstermiştir. Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile öğrencilerin biyoloji müfredatı içerisinde önemli bir yere sahip olan canlılardaki sistemler açısından bilgisayar destekli biyoloji öğretiminin geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin kavrama düzeylerinin önemli bir şekilde arttığı da ifade edilmiştir.

Tsou, Wang ve Tzeng (2006), çalışmalarında dil öğretiminde hikâye anlatımının önemini vurgulamış, yabancı dil olarak İngilizce öğretmeye çalışan Taiwan’lı öğretmenlerin deneyimlerini göz önüne alarak, dil öğretiminin daha etkili olabilmesi açısından çoklu ortam ile hikâye anlatımını birleştirme yoluna gitmeye karar vermişlerdir. Bunun sonucu olarak hikâye anlatan bir web sayfası geliştirmişlerdir. Web sayfası yönetici modülü, çoklu ortamda hikâye oluşturma modülü ve hikâyeyi tekrar oynatma modülü olmak üzere 3 modülden oluşmaktadır. Geliştirilen web sayfası bir ilkokulda test edilmiştir ve hem başarı hem de eğlence açısından pozitif etkilerinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Wieman ve. Perkins (2006) çevrimiçi interaktif simülasyonların öğrenci başarısına katkıları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar teknolojik gelişmelerin birçok fırsat sunduğunu vurgulayarak, bu teknolojinin yeni bir cephesinin kullanımı üzerine çalışmışlardır. Araştırmalarının sonucunda, bu sürecin öğrenme için oldukça etkili ve çekici bir yol olduğunu ve bu yeni çevrenin özellikle bugünün öğrencileriyle çok iyi uyum içinde olduğunu vurgulamışlardır.

Bayrak, Kanlı ve Kandil (2007) yaptıkları araştırmada, öğrencilerin “elektrik devreleri” konusundaki akademik başarısında, simülasyon programı kullanılarak yapılan bilgisayar destekli fizik öğretiminin laboratuvar destekli fizik öğretimi kadar etkili olup olmadığı sorusuna cevap aramışlardır. Deneysel nitelikli bu araştırma için deney ve kontrol gruplu ön test-son test deney deseni uygulanmıştır. Çalışma sonunda; laboratuvar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi ile bilgisayar (simülasyon) destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Bell ve Trundle (2007), yaptıkları çalışmada 50 öğrenciye ayın evrelerini teknolojiden de faydalanarak özel kavramlarıyla beraber öğretmeyi amaçlamışlardır. Çalışma başında hiçbir öğrencinin ayın evrelerini anlamadığı ve evrelerinin şeklini çizemediği görülmüştür. Çalışmada ayın evreleri, evrelerinin çizimi gibi konuları içeren bilgisayar yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada her bireyin ayın evrelerine dair kavramsal bilgileri öğrenip öğrenmediğini belirlemek için değişik veriler sürekli karşılaştırmalı yöntemle analiz edilmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin %82’si ayın evrelerini anlamış ve %80’i ise ayın evrelerinin şeklini çizebilecek hale gelmişlerdir. Bu sonuçlardan iyi yapılandırılmış bir bilgisayar yazılımının kavramların öğretiminde ve böylece bilginin aktarılmasında etkili bir yöntem olacağı ve bilimsel anlaşılabilirliğe katkı sağlayacağını dile getirmişlerdir.

Hançer (2007), çalışmasında, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin “hareket ve kuvvet” konusundaki kavram yanlışlarını gidermede yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretimin rolünü araştırmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin, konu ile ilgili olarak sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesinde

bilgisayar destekli öğretimin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Nelson ve Ketelhut (2007) çalışmalarında okullardaki doğru bilimsel araştırma müfredatını tamamlamaya ve interaktif bilimsel araştırma uygulamalarına destek olan eğitimsel çok kullanıcılı sanal ortamların kullanımının otaya çıkardığı problemleri araştıran bir çalışma sunmuşlardır. Araştırmacılar gelişen bu alanda var olan ve yinelenen 3 nokta üzerine denemeler yapmışlardır. Araştırma sonucunda, dikkatli bir tasarım ve sanal araştırma aletlerinin eğitim ortamına dâhil edilmesiyle, simule edilmiş dünyaların ve öğretim materyallerinin, gerçek dünya uygulamalarına başarılı bir şekilde destek olabileceği konusunda olumlu sonuçların elde edildiği dile getirilmiştir.

Sambur ve Can (2007)'ın çalışmalarının amacı, web destekli laboratuvar öğretiminin, fen bilgisi öğretmeni adaylarının Fen Laboratuvarı ve bilgisayar tutumlarına etkisini belirlemektir. Araştırmanın evrenini, genel kimya laboratuvarı I dersini alan 62 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, laboratuvara karşı tutumlarını ölçmek amacıyla geliştirilmiş, tutum ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin bilgisayar tutumlarını belirlemek amacıyla da bilgisayar tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda genel kimya laboratuvarı dersinde web destekli öğretim uygulanan deney grubu ile geleneksel öğretim ile laboratuvar uygulamaları yapılan kontrol grubunun laboratuvara ve bilgisayara yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Araştırmaya katılan öğrencilerin bilgisayara sahip oluşları ile bilgisayara yönelik tutumları arasında anlamlı ilişkiler bulunamamıştır.

Ad, Rotbain ve Stavy (2008) bilgisayar yardımıyla hazırlanan animasyon ve gösteri etkinliklerin lise öğrencilerinin “moleküler genetik” konusundaki başarılarına katkı sağlayıp sağlamadığını araştırmışlardır. Çalışma üç grup arasında on birinci ve on ikinci sınıflarda okuyan öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin genetik molekülle ilgili bilgileri ile kontrol grubundaki öğrencilerin bilgileri karşılaştırıldığında deney grubundaki öğrenciler lehine olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplardan bilgisayar animasyonlarının gösteri etkinliklerine göre daha etkili olduğu sonucuna

varılmıştır. Araştırma sonucunda gösteri etkinliklerinin geleneksel öğretime göre öğrenci başarılarını arttırdığı da dile getirilmiştir.

Bailenson vd. (2008) yaptıkları çalışmada, dijital ortamdaki öğrenmeyi geliştirmek amacıyla sanal ortamları davranış ve bağlam aracılığıyla sosyal etkileşime dönüştürmenin yollarını aramışlardır. Öncelikle sanal ortamların arkasındaki teknoloji ve teorileri tarif edip, sonrasında 4 adet deneye dayalı bilgileri sunmuşlardır. 1. deneyde sosyal algıyı (öğretmenlerden yeterli görsel takip almayan öğrencilerin görsel ikazlarla uyarı almaları) arttıran öğretmenlerin öğrenciler arasındaki dikkatlerini algıyı arttırmayan öğretmenlerden daha eşit yayabildiklerini göstermişlerdir. 2. ve 3. deneyde fiziksel alanda bulunan uzaysal yakınlık kurallarını kırarak öğrencilerin öğretmenin görüş (düşünce) alanının merkezinde ve öğretmene daha yakın olmasıyla daha iyi öğrendiklerini göstermişlerdir. 4. deneyde model öğrenciler de olsa dağınık öğrenciler de olsa öğrencilerle birlikte sanal ortamlara sokmanın sanal öğrencilerle birlikte deneye katılan kişilerde öğrenme kabiliyetlerini değiştirdiğini bulmuşlardır. Sonuçlara göre; sanal ortamların öğrenme ortamı aracılığıyla dönüştürülmüş sosyal dinamikleri değiştirebilecek yegane güce sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Bozkurt ve Sarıkoç (2008) yaptıkları çalışmada, gerçek laboratuvar materyalleri ile yapılan bir deney yerine, hazırlanmış oldukları java simülasyonlarıyla oluşturulan bir sanal laboratuvar uygulamasının, öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma 85 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sanal laboratuvar ve gerçek laboratuvar yöntemlerinin öğrenci başarısına etkilerini karşılaştırmak için gerçek laboratuvar direnç, bobin ve kondansatörün kullanıldığı “alternatif akımda seri RLC devresi”, hazırlanan java simülasyonlarıyla sanal laboratuvar ortamına taşınmıştır. Çalışma için iki deneysel grup oluşturulmuştur. Bunlardan birincisi bilgisayar simülasyonlarını kullanacak olan sanal laboratuvar grubu, ikincisi ise gerçek deney materyalleri ile çalışacak olan geleneksel laboratuvar grubudur. Çalışma sonrasında yapılan son test puanlarının analizinde, deney grubu lehine anlamlı bir fark meydana geldiği belirtilmiştir.

Hartshorne (2008), yaptığı araştırmada, ilköğretimde bilgisayar gibi medya araçları kullanan ilköğretim öğretmenlerinin fen kavramına yönelik tutumlarındaki değişimlerini gözlemlemiştir. Floridadaki 21 okuldan seçtiği 57 öğretmeni 3 gruba ayırarak çalışmasını yürütmüştür. Araştırmada öğretmenler bu 3 grup arasında rastgele seçilmiştir. İki grup deney bir grup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Araştırmadaki % 90 oranında öğretmen bilgisayarı en az şekilde kullandıklarını belirtmişlerdir. Çalışma sonunda öğretmenlerin üçte birinden fazlası %35'i haftada 1-2 saat ve neredeyse yarısı da %55'i 3-4 saat olmak üzere verimli bir şekilde bilgisayarı kullanmışlardır. Birçok öğretmen % 40'ı fen kavramlarını bu şekilde sevdiklerini belirtmişlerdir.

Kim ve Gilman (2008) Güney Kore'deki bir okulda öğrencilerin İngilizce kelime öğrenmelerini artırmak için bir web tabanlı kendi kendine öğretme programında görsellerin, sesli metin ve grafik gibi çok ortam bileşenlerinin kullanımını araştırmışlardır. Araştırmada 6 öğrenme ortamı hazırlanmıştır. Bunlar; sadece metin; metin ve sözlü sunum; metin ve grafik; metin, sözlü sunum ve grafik; sadece sözlü sunum ve grafik ve sözlü sunum içeren ortamlardır. Çalışmanın bulguları görsellerin kullanımının kelime öğrenimini olumlu yönde etkilediği ve başarı notlarını artırmaya yardım ettiği fikrini desteklemiştir. Özellikle kelime tanımlarının resim ve grafiklerle sunulması kelime öğrenimini geliştirmek için etkili bir yol olarak bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin metinlerin grafiklerle sunulduğu ortamlarda daha motive olduklarını belirtilmiştir.

Muller, Bewes, Sharma ve Reimann (2008) fizik öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrenciler tesadüfi olarak Newton'un birinci ve ikinci hareket kanunları ile ilgili olarak dört farklı çevrimiçi (online) çoklu ortam işleminden birine tabi tutulmuştur. Bütün gruplarda kullanılan öğrenme ortamlarında diyagramlar, animasyonlar, gösteri deneyleri ve grafiklerden yararlanılmıştır. Öğrencilerin ortamlardan birini tesadüfi olarak kullandığı bu çalışmada öğrenciler çoklu ortamı izlemeden önce ve izledikten sonra mekanik kavramsal ölçekler ile değerlendirilmiştir. Bu araştırmanın bulgularına göre çürütme ve söyleşi grupları anlatım grubuna göre önemli öğrenme kazanımları elde etmişlerdir. Ayrıca kavram yanılıgısına dayalı yaklaşımdan düşük ön bilgiye sahip öğrenciler en fazla yararlanırken, yüksek ön bilgiye

sahip öğrencilerin de dezavantajlı olmadıkları sonucu bulunmuştur. Bu araştırmanın bulguları çevrimiçi çoklu ortamın kavram yanlışlarının tartışmasını içerdiğinde bütün seviyelerdeki öğrencilerde kavramsal değişimi geliştirdiği ve cesaretlendirdiğini ortaya çıkarmıştır.

Rieber ve Noah (2008), çalışmalarını 70 üniversite öğrencisinin işbirliğiyle gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları araştırmanın amacı, bilgisayar simülasyonları sırasında oyun ve grafiksel organizasyonun yetişkinlerin öğrenmelerine etkisini araştırmaktır. Bulgular sonucunda, yetişkin eğitiminde görsel yöntemlerin oldukça faydalı olduğu, programın aşamalarına karşı ilginin oldukça yüksek olduğu, öğrencilerin aktiviteler sırasında kendileriyle yarıştıkları, zor deneyimlerin görsel yöntemler yardımıyla kolaylaştırıldığının ortaya çıktığı ifade edilmiştir.

Liu, Lin ve Kinshuk'un (2010), lise öğrencileri üzerinde yürüttükleri çalışmada korelasyon konusundaki kavram yanlışlarını düzeltmek ve bu konudaki kavramsal anlamayı artırmak için bilişsel kargaşa teorisine dayalı olarak geliştirilen bilgisayar destekli simülasyon tabanlı öğrenme ile konuşma (konferans) tabanlı öğrenmenin etkilerini karşılaştırmışlardır. Grupların oluşturulmasında tesadüfi yöntemin kullanıldığı bu çalışmada SALS adı verilen simülasyon tabanlı öğrenmenin konuşma tabanlı öğrenmeye göre öğrencilerin korelasyon konusundaki kavramsal anlamalarının geliştirmesi ve bu konudaki kavram yanlışlarının düzeltilmesi açısından önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur.

2.6.2. 3D Modeller ve Modelleme ile İlgili Kaynak Özetleri

Harrison ve Treagust (1996), yaptıkları çalışmada, 8. ve 10. sınıf lise öğrencilerinin sahip olduğu zihinsel atom ve molekül modellerini araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak görüşme yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu zihinsel atom modeli olarak yörüngeler modelini tercih etmiştir. Yapılan görüşmelerde belirlenen kavram yanlışlarının bir bölümü öğrencilerin kimya ile biyoloji derslerinde kullanılan ortak dilden kaynaklandığını göstermektedir. Öğrenciler, atom çekirdeğini, hücre çekirdeğiyle benzer düşünerek atom çekirdeğinin bölünmesiyle atomların

çoğalacağını; atom çekirdeğinin, atomun faaliyetlerini kontrol eden bir merkez olduğunu; elektron kabuklarının da atomu koruyan bir yapı ve elektron bulutlarını ise sis veya duman gibi düşündüklerini söylemiştir. Öğrencilerin atomu canlı bir varlık gibi düşünerek yanılığa düştükleri dile getirilmiştir.

Borges ve Gilbert (1999), yaşları 15 ila 17 arasında değişen öğrenciler ve günlük işleri gereği elektrik konusu ile ilgili olan fizik öğretmenleri, elektrik mühendisleri ve elektrikçilerin elektrik konusundaki zihinsel modellerini belirlemeye çalışmışlardır. Deneysel olarak tahmin-gözlem-açıklamaya dayalı yarı-yapılandırılmış sorulardan oluşan görüşmeler sonucu elektrikle ilgili zihinsel modelleri 4 temel modelde toplamışlardır. Modeller gruplandırılırken kapsamı ve sınırlıkları, temel kavramların farklılaşması ve yeni varlıkları barındırması özellikleri göz önünde bulundurulmuştur.

Frederiksen, White ve Gutwill (1999), 10. ve 11. Sınıfa devam eden toplam 32 öğrenci ile yaklaşık 2 hafta ve toplamda 20 saat süren deneysel çalışmalarında öğrencileri 2 gruba ayırmışlardır. Grupların her ikisi de aynı model sırasında - tanecikli modelden, toplama model ve cebirsel modele doğru modelleme düzeyini arttırarak kavramsal bağ kurabilme- öğrenmelerine rağmen gruplardan birine bilgisayar simülasyonları ile destek vermişlerdir. Sonuçta, fazladan bilgisayar simülasyonları ile desteklenen öğrencilerin, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirerek problemleri daha iyi çözdüklerini ortaya koymuşlardır.

Barab, Hay, Barnett ve Keating (2000), üniversite düzeyinde güneş sistemi ve temel astronomi konularının öğretilmesinde bilgisayar ortamında 3 boyutlu modellemeyi kullanmışlardır. Temelinde öğrencilerin kendi modellerini yapılandırılmasının yer aldığı çalışmalarında, her öğrenciye bir bilgisayar sağlanmış ve ekrandaki yönlendirmelerle öğrencilerin astronomik olayları modelleyecekleri projeler üretmeleri istenmiştir. İlk olarak günlük yaşamda karşılaştıkları olayları sorgulayarak başlayan yönlendirmeler 4 aşamadan oluşmaktadır: tohum soruları (projenin çerçevesini belirler), temel sorular (modelleme boyunca yanıtlanacak sorular), zenginleştirme soruları (düşünce deneyleri içeren sorular) ve öğrencilerin kendi ürettiği sorular. Her aşamada öğrenciler soruyu öncelikle araştırıp ardından bilgisayarda modelleyerek

birbirleriyle tartışmışlardır. Araştırma sonunda öğrencilerin modeller ile temsil ettikleri gerçeklik arasındaki ilişkileri rahatlıkla ifade edebildikleri gören araştırmacılar aynı zamanda 3 boyutlu modellemenin kavramsal anlamayı geliştiren etkili bir öğretim aracı olduğunu da belirtmişlerdir.

Harrison ve Treagust (2000), yaptıkları çalışmalarında, atom, molekül ve kimyasal bağlar hakkında öğrencilerdeki zihinsel modelleri incelemişlerdir. Kimya öğrencilerinin 10 tanesini bir yıl boyunca gözlemiş, atom modelleri, moleküller ve kimyasal bağları kavramalarını belirlemiştir. Bu çalışmada, öğrencilerde benzeşim modelleri ve keşif fırsatlarını kullanarak kavramsal anlama düzeyi ve zihinsel gelişimin nasıl gerçekleştiği etkin bir biçimde ortaya konmuştur. Öğrencilerin atoma ilişkin 8 farklı zihinsel modele sahip olduklarını gören araştırmacılar, öğrencilerin bu konudaki zihinsel modellerinin ders kitapları, öğretmenlerin kullandığı modeller gibi kaynaklara dayandığını belirlenmiştir.

Sanger ve Badger (2001), çalışmalarında animasyonlar ve modeller kullanmanın öğrencilerin molekül polarlığı konusu ile ilgili kavramsal öğrenmelerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla Midwestern Üniversitesi'nde Kimya bölümü temel kimya dersini alan öğrencilerinden kontrol ve deney grubu oluşturulmuştur. Kontrol grubuna molekül polarlığı konusu şekiller ve tahta modeller kullanılarak, deney grubuna ise bilgisayar animasyonları kullanılarak anlatılmıştır. Uygulama neticesinde üç boyutlu modellerle ve animasyonlarla öğretim yapılan öğrencilerin daha başarılı oldukları saptanmıştır.

Dalgarno, Hedberg ve Harper (2002), kavram öğretiminde üç boyutlu ortamların faydalarını araştırdıkları çalışmalarında konu ile ilgili önceden yapılmış çalışmalarını inceleyerek bir derleme yapmışlardır. Buna göre 3 boyutlu ortamların en çok uzamsal bilginin gelişimine katkıda bulunduğu sonucunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılara göre 3 Boyutlu ortamların eğitimsel anlamda öğrencilerin soyut nesnelere ve fikirleri keşfetmesini, yapılandırmasını sağlayabilecek büyük potansiyelleri vardır.

Taylor, Barker ve Jones (2003) temel astronomi konularının öğretilmesinde 7-8 yaşındaki öğrencilerden oluşan 33 kişilik bir sınıfla temel astronomi konularını modellemeye dayalı öğretmeye çalışmışlardır. Öncelikle öğrencilerde var olan zihinsel modelleri belirlemişlerdir. Ardından, Dünya-Güneş-Ay sistemi konusunda bilimsel modeli sunarak üzerinden öğrencilerin gözlem ve tartışma yapmalarını sağlamışlar ve daha sonra da bilimsel modeli kullanarak yeni problemler çözdürmüşlerdir. Problemin çözümünün ardından her grubun kendi çözümünü sınıftaki diğer grupların çözümleriyle karşılaştırmalarını sağlayan yansıtma etkinliklerine yer vermişlerdir. Anlamlı öğrenmelerine ve konuya ilişkin bilimsel modellerin nasıl ortaya konulduğunun anlaşılmasına yardımcı oldukları sonucuna varmışlardır. Ayrıca öğrencilerin çok küçük yaşlarda bile atomun yapısı gibi konularda doğru zihinsel modellere sahip olabileceklerini de öne sürmektedirler.

Çavaş B, Çavaş P ve Can (2004) sanal gerçeklik konusunda kısa bilgiler vermek ve sanal gerçekliğin eğitimde nasıl ve hangi amaçlarla kullanıldığını açıklamak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında sanal gerçeklik kavramından, faydalarından ve kullanım alanlarından bahsetmişlerdir. Yapılan çalışmada sanal gerçeklik kavramının eğitim alanına yepyeni bir soluk getireceğinin ve bu durumun derslerin kalitesini artmanın yanı sıra öğrencilerin derse karşı olan motivasyonlarını ve tutumlarını da olumlu bir şekilde arttıracığının düşünüldüğü ifade edilmiştir. Ayrıca bilgisayar ve internet kullanımının yaygınlaştığı düşünüldüğünde bu teknolojilerin eğitimde akılcı ve etkin bir şekilde kullanımına yönelik önlemlerin alınması gerektiği de vurgulanmıştır.

Gobert ve Pallant (2004), ilköğretim ikinci kademe öğrencileri ile “temel jeoloji” konularının öğretimini ikiye bölünmüş öğrenci grupları ile modellemeye dayalı şekilde gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilere konu ile ilgili temel soruların sorulmasının ardından, yanıtlarını kâğıt üzerinde yazarak ve çizerek vermeleri istenir. Daha sonra öğrenciler eşler halinde kâğıtlarını değiştirerek öğretmenin verdiği belli ölçütlere göre değerlendirirler. Değerlendirme sırasında kâğıt üzerine gerekli notları alan öğrenciler, değerlendirme bitiminde kendi kâğıtlarını alarak arkadaşlarının belirttiği noktalara dikkat ederek yeniden düzenlerler. Gerekli düzenlemelerin yapılmasının ardından da

jeoloji ile ilgili web sitelerini inceleyerek hem kendileri hem de arkadaşları için notlar alırlar. Aldıkları notları arkadaşlarıyla paylaşan öğrenciler son olarak öğretmenlerinin sunduğu dinamik modelleri, sunumları izler. Araştırmacılar çalışmanın sonunda, epistemolojik olarak daha karmaşık bilgiye sahip öğrencilerin aynı zamanda konu alanı ile ilgili daha derin kazanımlar elde ettikleri sonucuna ulaşmışlardır. Modellerin doğasını ve nasıl kullanıldıkları anlayan öğrencilerin alan bilgilerini modele dayalı akıl yürüterek daha kalıcı şekilde yapılandırdıklarını da gözlemişlerdir.

Gülçiçek, Bağcı ve Moğol (2004), “atomun yapısı” ve “güneş sistemi” konularında daha önceden eğitim almamış üniversite 1. ve 4. Sınıf öğrencilerinin bu modeli analiz etme yeterliklerini incelemişlerdir. Model analiz etme yeterliğini incelerken, öğrencilere atomun yapısı ile güneş sistemi arasında benzerlik kurulup kurulamayacağını sormuşlar ve nedenlerini yazmalarını istemişlerdir. Elde edilen sonuçlar tüm katılımcıların sadece birkaç özellik üzerinden benzeştirme yaptıklarını, çok az sayıda öğrencinin farklılıklara değindiğini göstermiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin model oluşturma işleminde sadece kaynak ile hedefin paylaştığı bazı ortak özellikleri belirlemelerini modelleme hakkında yeterli bilgiye sahip olmalarına bağlamaktadır.

Meheut (2004), öğrencilerin bilimsel araç olarak maddenin tanecikli yapısına ilişkin zihinlerinde yapılandırdıkları modelleri fiziksel olayları tanımlama ve tahmin etmede kullanmaları amacıyla ve sorularla netleştirmek üzere deneyler ve bilgisayar benzetimi imlerinin yer aldığı ve iki bölümden oluşan öğrenme-öğretme süreci hazırlamışlardır. Sürecin sonunda, öğrencilerin gazlarda basınç-sıcaklık-hacim ilişkilerini kavramada başarılı olduklarını gözlemlemiştir.

Young (2004), fen bilgisi öğretmenlerini sanal gerçeklik ve 3 boyutlu görüntüleme teknolojileri ile ilgili bilgilendirme ve geliştirme amaçlı öğrenci merkezli bir araştırma yapmıştır. Araştırmada 3D ve sanal gerçeklik ortamlarını kullanarak, etkili bireysel öğrenme konusunda sağladıkları başarıyı ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında önceki bilgi, tutum ve yeni teknolojilere yönelik değerlendirmelerini ortaya koymak amacıyla 361 öğretmen adayına anket

uygulanmıştır. Anketin uygulandığı öğretmen adayları 3 boyutlu ortamlarla ilk defa karşılaşmışlardır. Araştırmanın sonunda öğretmen adaylarının uygulama öncesinde 3 boyutlu ortamlar ve sanal gerçeklik kavramlarıyla ilgili çok fazla ön bilgiye sahip olmadıkları ya da bu kavramları ilk defa duydukları sonucu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün 3 boyutlu görüntüleme ve sanal gerçeklik uygulamalarının öğretimin etkisini artıracağına yönelik inançları olmuştur.

Dickey (2005), çalışmasında 3 boyutlu sanal ortamlardan birisi olan Active Worlds ortamını tanıtmıştır. Çalışmaların yapılmasının amacı Active Worlds 3 boyutlu sanal ortamının uzaktan eğitim amaçlı nasıl kullanıldığının ve bu ortam tarafından meydana getirilen öğrenme yaşantılarının çeşitlerinin belirlenmesidir. Araştırmanın sonucunda kullanıcılarla görüşmeler yapılmış ve fikirleri alınmıştır. Buna göre AW 3 boyutlu ortamının öğrencilerin kendi yeteneklerini uygulayabilecekleri ortak çok boyutlu bir ortam sağladığını, eş-zamanlı iletişime ve görsel öğrenmeyi desteklediğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca bu öğrenme ortamının öğrenme içeriği ve kapsamının oluşmasında öğrencilerin aktif rol oynadığını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak çalışma 3 boyutlu sanal öğrenme ortamlarının işbirlikçi öğrenmeyi desteklediğini ve uzaktan eğitime olanak sağladığını ortaya koymuştur.

Kayabaşı (2005), sanal gerçeklik kavramının eğitimdeki yerini anlattığı derleme niteliğindeki çalışmasında sanal gerçeklik teknolojisinin eğitim için henüz yeni bir teknoloji olduğu, bu teknolojinin sağladığı yapay gerçeklik ortamı ile insana gerçekte var olmayan bir deneyimi gerçekmiş gibi yaşatarak bu deneyimden en üst düzeyde yararlanabilme olanağı sağladığını ifade etmiştir. Aynı zaman sanal gerçeklik teknolojisi yardımı ile öğrencilerin kendilerinin yaşadıkları ortamlarla etkileşimde bulunarak öğrenmelerini en üst düzeye çıkarabildiklerini de belirtmiştir. Çalışmanın sonunda öneri olarak da geleceğin eğitim ortamlarını oluşturacak bu teknolojinin her alanda etkin olarak kullanılması gerektiğini çünkü öğrencilerin öğrenmeyi sanal olarak oluşturulmuş ortamlarda yaparak ve yaşayarak öğrendikleri fikrini ortaya koymuştur.

Kim (2006), 3 boyutlu simülasyonların kullanıldığı öğretim yönteminin öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarılarına ve fen bilgisi dersine yönelik tutumların etkisini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Öğrenciler rastgele kontrol ve deney gruplarına ayrılmışlardır. Gruplara başarı testi ve tutum anketi, ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test arasındaki geçen sürede aynı öğretmen aynı konuyu kontrol grubuna 2 boyutlu materyallerle, deney grubuna ise 3 boyutlu materyallerle anlatmıştır. Son testte deney grubunun ortalama puanları kontrol grubunun puanlarından daha çok yükselmiştir. Bu durum deneysel etkinin anlamlı bir farklılık oluşturduğunu göstermektedir. Grupların arasında tutum açısından bakıldığında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Byl ve Taylor (2007), yaptıkları çalışmada web 3D uygulamalarının geliştirilmesi için hazırlanmış olan Alivex3D programını tanıtmışlardır. Bu platform, kullanıcıya yüksek kalitede görsel ortamlar sunan, çoklu kullanıcı özelliği olan, 2 boyut ile 3 boyutu birleştiren bir özelliğe sahiptir. Alive projesi, 3 boyutlu oyun ve simülasyon teknolojilerinin gücünü, var olan çalışmaların ötesinde 3 boyutlu çevrimiçi sosyal ortamların bulunduğu e-öğrenme ortamlarına ve eğitimsel deneyimlere aktarmaya yardımcı olmaktadır. Araştırmacılara göre Web 3D teknolojileri 3 boyutlu ortamlarla web ortamını bir araya getirmesi bakımından önemlidir. 3 boyutlu ortamlar özellikle uzaktan eğitim gören öğrenciler için öğrenme ve öğretme sürecinin yapısını değiştirebilecek kendine has imkânlar sunmaktadırlar.

Chittaro ve Roberto (2007), üç boyutlu web teknolojileri ile eğitimde motivasyon, sorunlar ve fırsatların belirlenmesine yönelik betimsel bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada sonucunda kendi kendine öğrenen insanların bir başkasından öğrenenlere göre daha derin bilgiye ulaştıklarını aktarmışlardır. Ayrıca duyu organlarının öğrenmeye katkısı belirtilerek, üç boyutlu çoklu ortam tasarımlarında da daha fazla duyu organının öğrenme sürecine katılmasını sağlayacak uyarıcılar kullanılması gerektiği ifade edilmiştir.

Bekiroğlu (2007), 36 fizik öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmasında ayın evreleri ve ayla ilgili olayların modellemeye dayalı öğretiminin öğrencilerin zihinsel modellerine etkilerini incelemiştir. 14 hafta süren çalışmasında öğrencilerin düzenli olarak ayı gözlemleri istenmiş, yönlendirmeler yapılarak form doldurmaları istenmiş, ara değerlendirmeler yapılarak öğrencilere dönütler verilmiştir. Uygulamanın yarısından sonra öğrencilerin gözlemlerine dayanarak konuyla ilgili modellerini grup çalışmasıyla oluşturmaları sağlanmıştır. Uygulama sonrasında öğrencilerin zihinsel modellerinin geliştiği ifade edilmiştir.

Baki, Köse ve Karakuş (2008), yaptıkları çalışmada 3 boyutlu dinamik geometri yazılımı olan Cabri 3D' nin uzay geometri öğretiminde etkili bir araç olarak kullanılıp kullanılmayacağına yönelik öğretmen görüşlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Üç farklı lisede görev yapan matematik öğretmenleri kendi okullarında uzay geometri derslerine giren ve deneyimleri 7 ve 8 yıl arasında değişen öğretmenlerdir. Araştırma kapsamında üç öğretmenle ayrı ayrı hazırlanan bir model program takip edilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. Yapılan mülakatların analizi sonucunda, öğretmenler uzay geometri derslerinin yürütülmesinde bu türden bir yazılımın dersin etkili bir şekilde işlenmesine yardımcı olacağını, bu tür yazılımların öğrencilerin derse yönelik tutumlarında olumlu değişiklikler meydana getireceğini dile getirmişlerdir. Ayrıca araştırmacıların gözlemleri araştırmaya katılan öğretmenlerin uzay geometri derslerinin işlenmesinde üç boyutlu ortamları kullanmaya istekli oldukları sonucunu ortaya koymuştur.

Işık, Işık A ve Güler (2008), derleme olarak hazırladıkları araştırmalarında uzaktan eğitim ve web üzerinde kullanılan üç boyutlu teknolojiler hakkında temel bilgiler verilmiştir. Araştırmanın sonucunda Web3D teknolojilerinin eğitim alanında kullanılmasıyla internet üzerindeki görsellik ve gerçekçilik daha da artabileceğini ve bu sayede öğrencilerin daha etkileşimli olarak ders işleyebilecekleri üzerinde durulmuştur. Hayat boyu öğrenme programı kapsamında uzaktan eğitimde üç boyutlu web teknolojilerinin kullanımı önerilmiştir.

Küçüközer (2008), çalışmasında mevsimler ve ay'ın evreleri konusunda 3 boyutlu bilgisayar modellerinin etkilerini araştırmıştır. Araştırmasını fen bilgisi öğretmen adayları üzerinde yürütmüştür. Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini ve konu ile ilgili kavram yanılgılarını araştırmış, araştırmanın sonucu olarak ise modellerin kavramsal değişim için önemli etkilere sahip olduğunu dile getirmiştir.

Küçüközer, Korkusuz, Küçüközer ve Yürümezoğlu (2009), yaptıkları çalışmada 3 boyutlu bilgisayar modellerinin öğrencilerin astronomi ile temel konuları öğrenebilmeleri ve kavramsal değişimlere etkisini araştırmışlardır. İlköğretim ikinci kademedeki yürüttükleri çalışmanın en önemli sonucu olarak, modellerin kavramsal değişimler için ve öğrencilerin daha iyi öğrenebilmeleri açısından son derece etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evreni ve örneklemini, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve verilerin toplanması süreci ve son olarak verilerin analizi yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Deneysel çalışmalarda amaç, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini incelemektir. Bir başka deyişle bağımsız değişkenden bir değişimin, bağımlı değişkenden bir değişikliğe neden olması fikri test edilir. Farklı okul ya da sınıflarda öğretim materyallerinin ya da öğretim yöntemlerinin etkisi incelenirken yarı deneysel araştırma deseninin kullanımı uygundur. Bu desende eğitimsel bir amaç için sınıflar önceden organize edilip düzenlenmez, kendi şartlarında olduğu gibi araştırma kapsamına alınır. (McMillan ve Schumacher, 2006, s:274). Bu nedenle araştırma yarı-deneysel yapıda, eşit olmayan gruplar ön test-son test kontrol gruplu desene göre yürütülmüştür. “Atomun Yapısı” ünitesi için çalışmanın deneysel yöntemi aşağıdaki çizelgede özetlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 3.1.1.

“Atomun Yapısı” ünitesi için deneysel yöntem

Araştırma Grupları	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Testler	Kullanılan Ölçekler
Deney Grubu	3D bilgisayar modelleri	ön-test	ABT, UCT
		son-test	ABT, UCT, ZMT, 3DMGÖ
Kontrol Grubu	Geleneksel öğretim	ön-test	ABT, UCT
		son-test	ABT, UCT, ZMT

Araştırma kapsamındaki modeller yardımıyla öğretimin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğrenme yönteminin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarıları ve uzamsal canlandırma yetenekleri arasındaki farklılıkları ve değişimleri belirleyebilmek için uygulamaya başlamadan önce “Atomun Yapısı” ünitesi için “Akademik Başarı Testi” (ABT), “Uzamsal Canlandırma Testi” (UCT) uygulanmıştır. Araştırma gruplarında uygulamalar yapıldıktan sonra ABT, UCT ve ZMT son test olarak çalışma kapsamındaki öğrencilerin tamamına uygulanmıştır. Ayrıca 3D modellerin uygulanacağı gruptaki öğrenci görüşlerini belirleyebilmek için 3D Modeller için Görüş Ölçeği (3DMGÖ) son test olarak uygulanmıştır.

3.2. Araştırma Grubu

Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim gören ikinci sınıflar oluşturmaktadır. Çalışma 2010-2011 öğretim yılının bahar yarıyılında Modern Fiziğe Giriş dersinin “Atomun Yapısı” ünitesine uygulanmıştır. Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı ikinci sınıflarından biri bilgisayar desteği ile hazırlanmış olan 3D Modellerin kullanıldığı “Deney Grubu” (DG) (n=34) olarak belirlenmiştir. Yine aynı bölümde öğrenim gören diğer bir sınıf ise geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı “Kontrol Grubu” (KG) (n=33) olarak seçilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları aşağıda verilmiştir.

- 1 – Akademik Başarı Testi (ABT) (Ek-1)
- 2 – Zihinsel Model Testi (ZMT) (Ek-2)
- 3 – Uzamsal Canlandırma Testi (UCT) (Ek-3)
- 4 –3D Bilgisayar Modelleri için Görüş Ölçeği (3DMGÖ) (Ek-4)

3.3.1. Akademik Başarı Testi (ABT)

Çalışmaya katılan öğrencilerin “Atomun Yapısı” ünitesindeki akademik başarıları ABT ile ölçülmüştür. Bu test “Atomun Yapısı” ile ilgili konularda bilgi, kavrama ve uygulama boyutlarında çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. ABT deki sorular ders kitapları, alanyazın taraması sonucu elde edilen bilgiler ve diğer kaynaklardan yararlanılarak hazırlanmıştır. ABT ilk önce 25 sorudan oluşturulmuş, daha sonra ise kapsam geçerliğini test etmek amacıyla bu konuda deneyimli öğretim elemanlarından oluşan uzman grubun görüşüne sunulmuştur. Uzmanlar, soruların konu içeriğine uygun ve yeterli sayıda olduğu kanaatlerini dile getirmişler ve sadece soru cümlelerinde bazı değişiklikler önermişlerdir. Yapılan düzeltmelerden sonra, test ölçümlerinin güvenilirlik çalışması, 2009-2010 öğretim yılında aynı dersi alan öğrenciler üzerinde yapılmıştır. ABT’nin beş sorusu madde toplam korelasyonları negatif olduğu için testten çıkarılmıştır. Böylece test toplam 20 maddeden oluşturulmuş ve test ölçümlerinin güvenilirlik katsayısı (cronbach alfa) 0.64 olarak hesaplanmıştır. ABT’den elde edilen puanların hesaplanabilmesi için her sorunun doğru cevabı 5 puan olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla bu testten alınabilecek maksimum puan 100, minimum puan ise 0’dır. ABT’ye ait konu içerikleri ve belirtke tablosu Tablo 3.3.1.’de yer almaktadır.

Tablo 3.3.1.

ABT için belirtke tablosu

Konular	Bilgi düzeyi	Kavrama düzeyi	Uygulama düzeyi	Toplam
Atom ve atom modelleri	1	2	1	4
Thomson atom modeli	2	1	0	3
Rutherford atom modeli	1	1	1	3
Bohr atom modeli	1	1	1	3
H atomunun enerji düzeyleri ve spektrum serileri	3	2	2	7
TOPLAM	8	7	5	20

3.3.2. Uzamsal Canlandırma Testi (UCT)

Araştırmaya katılan öğrencilerin uzamsal canlandırma yeteneklerini tespit etmek için Bodner ve Guay (1997) tarafından aynı amaca yönelik kullanılan Purdue Visualization of Rotations Test'inin Türkçe versiyonu kullanılmıştır. Testin Türkçe versiyonu Karaçöp (2010)'ten alınmıştır. Bu test öğrencilerin üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini zihinlerinde canlandırabilme yeteneklerini tespit etmek amacıyla hazırlanmış 20 çoktan seçmeli sorudan oluşturulmuştur. Bu testin ölçümlerinin güvenilirlik katsayısı Bodner and Guay (1997) tarafından Kuder–Richardson 20 formülü (KR-20) kullanılarak 0,78-0,80 olarak tespit edilmiştir. Testteki sorular cevaplanırken önce sorunun en üst sırasındaki nesnenin nasıl döndürüldüğünün belirlenmesi, sorunun orta sırasındaki nesnenin bir önceki ile aynı şekilde döndürüldüğünde nasıl görüneceğinin resminin zihninde canlandırılması ve son olarak sorunun en alt sırasında verilen beş çizimden (A, B, C, D veya E) nesne döndürüldüğünde oluşan durumu göstereni seçilmesi basamaklarının izlenmesi öngörülmektedir.

3.3.3. Zihinsel Model Testi (ZMT)

Araştırmaya katılan öğrencilerin zihinlerinde uygulama sonrası oluşan modelleri tespit etmek için ve iki grup arasında herhangi bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla açık uçlu çizim sorularından oluşmaktadır. Bu teste ait sorular çizimlere ve çizimlerin yanında kısa açıklamalara dayandırılmış ve her öğrenci için ayrı ayrı ele alınmıştır. Böylece öğrencilerin zihinlerinde var olan modeller tespit edilmiş ve 3D modellerin bunlara etkisi anlaşılmıştır. Test 5 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Testin kapsam geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuştur. Test ile ilgili herhangi olumsuz bir görüş bildirilmemiştir. Testin her bir sorusu, açıklama kısmı 5 ve çizim kısmı 5 puan olacak şekilde değerlendirilmiştir.

3.3.4. 3D Bilgisayar Modelleri için Görüş Ölçeği (3DMGÖ)

Bu ölçek “Atomun Yapısı” ünitesinin işlenişi süresince deney grubundaki öğrencilerin kullanılan modeller hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. 3DMGÖ Atomun Yapısı ünitesinde ilgili modelleri gören öğrencilerin tamamına uygulama sonrasında sunulmuştur. Herhangi bir kısıtlama olmaksızın öğrencilerin görüşlerini açık ve net bir biçimde ifade edebilmeleri amacıyla zaman ve ifade sınırı ortadan kaldırılmış ve öğrencilerden kimlik ifadesi olmadan kendilerine verilen boş kâğıtlara fikirlerini yazmaları istenmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında elde edilen verilerin analizleri için SPSS 16.0 (Statistical Package for Social Sciences) programı kullanılmıştır. İstatistiksel hesaplamalarda analiz sonuçları değerlendirilirken anlamlılık düzeyi 0.05 alınmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin ABT ve UCT ön-test ve son-testlerinden elde edilen puanların analizleri için, tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla; iki farklı örneklem grubunun ortalamalarını karşılaştırmaya yarayan (Kalaycı, 2005) bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. DG'nin UCT'den elde etmiş olduğu ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması için, aynı örneklem grubu üzerinde analizler yapmaya yarayan (Kalaycı, 2005) eşleştirilmiş t-testine başvurulmuştur. Ayrıca araştırma kapsamında kullanılan 3D modellerin sonuçları etkileyip etkilemediğini eğer etkiledi ise bu etkinin ne büyüklükte olduğunu belirlemek amacıyla etki büyüklüğü (effect size) hesabına başvurulmuştur. Etki büyüklüğü; genel olarak bir deneme etkisinin büyüklüğünün ölçüsü olan indislerin (örneğin; r^2 , η^2 , ω^2 , R^2 , ϕ^2) kümesine verilen isimdir (Rosnow, Rosenthal ve Rubin, 2000). İstatistiksel sonuçların kullanılması ve yorumlanması üzerine kurulmuş ve yürütülen araştırmalarda içeriğin pratik anlamlılığının değerlendirilmesi için en etkili yoldur (McMillan ve Schumacher, 2006). En kısa ve açıklayıcı şekli ile ise etki büyüklüğü, teorik sonuçların pratikte neyi ne kadar ifade ettiğidir. Bu araştırmada iki farklı etki büyüklüğü hesabından yararlanılmıştır. Bunlar, gruplar arası karşılaştırmalara yönelik ilişkinin gücünü değerlendirmede kullanılan katsayılarından biri olan eta-kare

(η^2) ve standardize edilmiş etki büyüklüğü değeri olan Cohen-d değeridir (Büyüköztürk, 2007). Bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan formüller şu şekildedir (McMillan ve Schumacher, 2006, s.295; Büyüköztürk, 2007, s.29):

$$\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + (N_1 + N_2 - 2)}$$

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SD_p}$$

Burada;

t = t puanı

N = gruplardaki denek sayısı

\bar{X} = grupların ortalama puanları

SD_p = tüm grubun standart sapması

olarak ifade edilmektedir. eta-kare (η^2) için değer aralıkları: 0.10 ve altı küçük, 0.24 orta ve 0.31 ve üstü yüksek şeklindedir (Leech, Barrett ve Morgan, 2005, s:133). Cohen-d için ise değer aralıkları: 0.20 ve altı küçük, 0.50 orta ve 0.80 üstü yüksek etkili şeklinde sıralanmaktadır (McMillan ve Schumacher, 2006, s:295). Çalışmada kullanılan eta-kare (η^2) değeri ZMT için yapılan MANOVA testi kapsamında, Cohen-d ise yukarıdaki formülle hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün yorumlanması ise bir örnek yardımıyla şu şekilde özetlenebilir: Etki büyüklüğü standart normal dağılımının Z değerleri ile tamamen aynıdır. Örneğin, Cohen-d etki büyüklüğü 0.8 deney grubunda tam ortadaki kişinin puanının kontrol grubunun puanlarının %79'unu aştığı anlamına gelir. Etki büyüklüğünün 0,6 olması deney grubunda orta değere sahip olan kişinin puanının başlangıçta eşit olduğu kontrol grubundan %73 daha yüksek olduğunu gösterir. Eğer gruplar 25'er kişiden oluşmuşsa, deney grubunda orta değere sahip olan kişinin (grupta 13. sıradaki kişi) kontrol grubundaki 7. sıradaki kişi ile aynı puana sahip olduğu ifade edilebilir. Aşağıdaki tabloda, hesaplanan Cohen-d değeri için yorumlarda geçerli olan yüzdeler verilmiştir (Coe, 2000; 2002):

Tablo 3.4.1.

Cohen-d etki büyüklüğü için değerler ve yüzdeler

Cohen'in standardı	Etki büyüklüğü (d)	Geçerli olan yüzdeler
Yüksek	2.0	97.7
	1.9	97.1
	1.8	96.4
	1.7	95.5
	1.6	94.5
	1.5	93.3
	1.4	91.9
	1.3	90
	1.2	88
	1.1	86
Orta	1.0	84
	0.9	82
	0.8	79
	0.7	76
	0.6	73
Düşük	0.5	69
	0.4	66
	0.3	62
	0.2	58
	0.1	54
	0.0	50

ZMT puanlarının analizinde; bağımlı değişkenlerin hepsini birden gözeterek, bağımsız değişkendirdeki gruplar arasında bir farklılık olup olmadığını test etmeye yarayan (Kalaycı, 2005) tek yönlü MANOVA'ya başvurulmuştur. Araştırmaya katılan grupların sorular için ayrı ayrı puanları hesaplanarak bu puanlar arasında farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla ise bağımsız gruplar t-testinden yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra ZMT puanlarının hesaplanması ve açıklama ve çizim puanları açısından DG ve KG arasındaki farkların ortaya konulabilmesi amacıyla içerik analizi yapılarak her bir sorunun yüzde ve frekans değerleri kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, açıklama ve çizim boyutlarında soruların değerlendirilebilmesi için “doğru çizim (dç) – doğru açıklama (da)”, “doğru çizim – kısmi açıklama (ka)”, “doğru çizim – yanlış açıklama (ya)”, “kısmi çizim (kç) – doğru açıklama”, “kısmi çizim – kısmi açıklama (ka)”, “kısmi çizim – yanlış açıklama”, “yanlış çizim (ya) – doğru açıklama”, “yanlış çizim – kısmi açıklama” ve “yanlış çizim – yanlış açıklama” olmak üzere toplam dokuz kategori

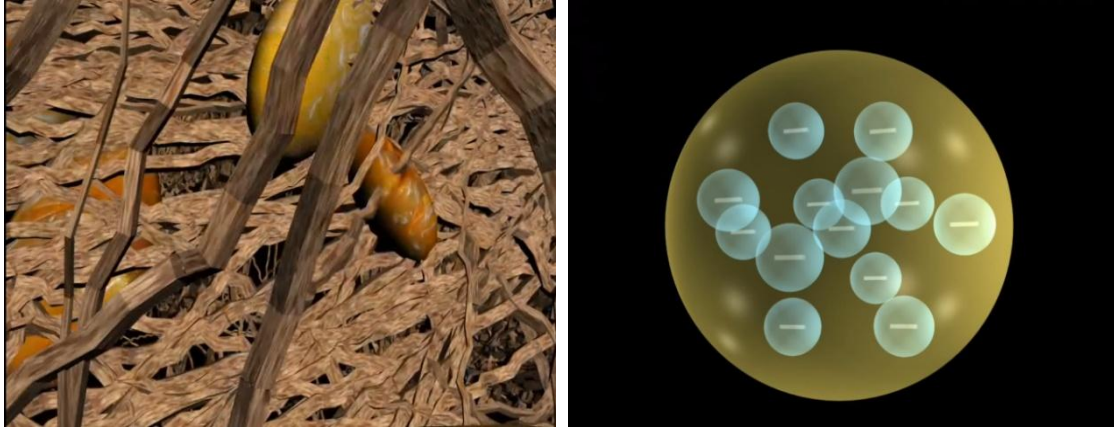
oluşturulmuş, grupların bu kategorilere ait cevapları analiz edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin 3DMGÖ için kullandıkları ifadelerin ise nitel analizi yapılarak, görüşlere ait kategoriler oluşturulmuştur.

3.5. Uygulama

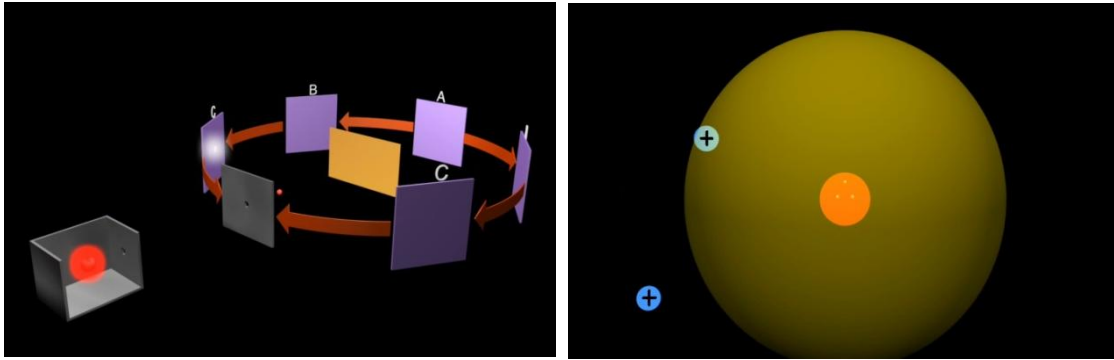
Bu bölümde araştırma kapsamında uygulanmış olan 3D bilgisayar modelleri ile öğretim ve geleneksel öğretim yönteminin “Atomun Yapısı” ünitesinin işleniş sürecindeki uygulamaları yer almaktadır. Atomun Yapısı ünitesindeki ana konuların öğretimi, çeşitli kaynaklardan faydalanılarak hazırlanan aynı içerikteki ders materyali takip edilerek deney gruplarında ve kontrol grubunda benzer fiziksel donanım ve çevresel şartlara sahip sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Modern Fiziğe Giriş dersi haftada iki ders saati (her ders saati 50 dk) olarak programda yer almaktadır. Atomun Yapısı ünitesinin öğretimi bütün gruplarda 5 haftada (10 ders saatinde) tamamlanmıştır.

3.5.1. 3D Bilgisayar Modelleri ile Öğretim

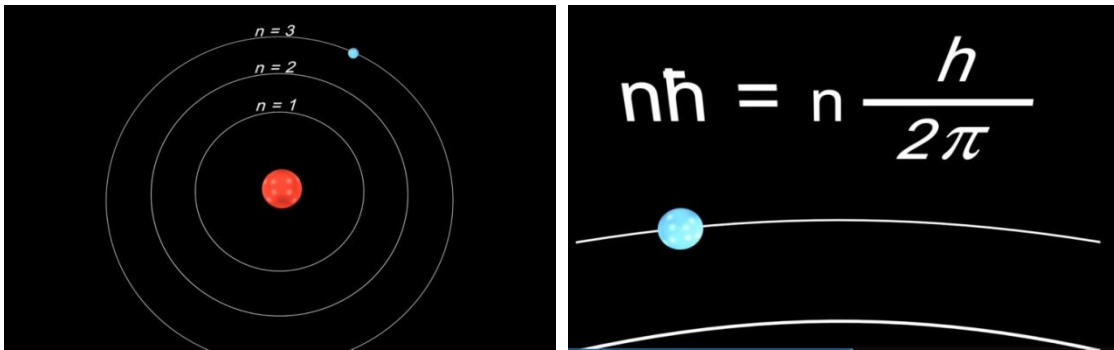
3D bilgisayar modelleri ile öğretim yapılan deney grubunda, yürütülen çalışmada kullanılmak üzere hazırlanan 3D modeller kullanılmıştır. Bu modeller uzman kişiler tarafından 3D Studio Max programı yardımıyla bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Bu program, genellikle tasarım görselleştirme uzmanları, oyun geliştiricileri ve görsel efekt sanatçıları tarafından sıkça kullanılan profesyonel bir animasyon ve modelleme yazılım paketidir. Deney grubunda yürütülen çalışmada; öğrenciler her bir ana konu ve bu ana konular içerisinde yer alan alt konular hakkında araştırmacı tarafından bilgilendirilmiştir. Her bir alt konu ile ilgili bilgiler verildikten sonra bu konulara göre düzenlenmiş modeller, amaçlar doğrultusunda bilgisayar ve projeksiyon cihazı yardımıyla görsel ve işitsel olarak tüm sınıfa gösterilmiştir. Konuların anlatılması sırasında anlaşılmayan noktalarda modeller tekrar tekrar gösterilmiştir. Konular ve konularla ilgili modeller üzerinde sınıf tartışmaları yapılarak çalışmalar tamamlanmıştır. Deney grubuna konunun öğretilmesi amacıyla sunulan modellerden bazı örnek kareler aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.



Şekil 3.5.1. Thomson atom modelinden örnek görüntüler



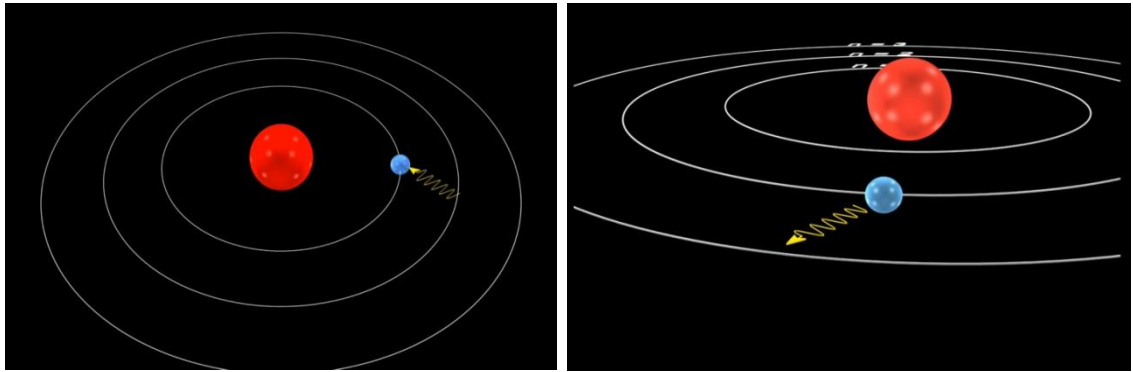
Şekil 3.5.2. Rutherford'un deney düzeneğinden örnek görüntüler



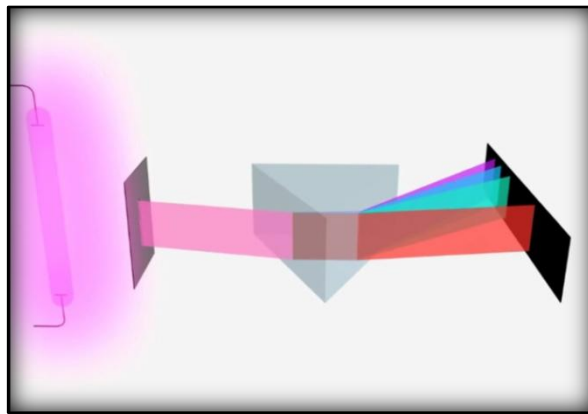
Şekil 3.5.3. Bohr atom modelinin I. önkabulünden örnek görüntüler



Şekil 3.5.4. Bohr atom modelinin II. önkabulünden örnek görüntüler



Şekil 3.5.5. Uyarılma ve taban hale dönme süreci ile ilgili örnek görüntüler



Şekil 3.5.6. Hidrojenin spektrum serileri ile ilgili örnek görüntü

Hazırlanan bu modeller ile ilgili olarak hangi konu için hazırlandığı, kısaca içerikleri ve süreleri gibi özellikleri aşağıdaki tabloda sunulmaya çalışılmıştır:

Tablo 3.5.1.

3D bilgisayar modellerinin özellikleri

Model	Konu	Amaç	Süre (s)
Model 1	Thomson atom modeli	Thomson'un öngördüğü atom modelinin anlatılması ve atom ile ilgili görüşlerinin ortaya konması	91 s
Model 2		Rutherford'un yapmış olduğu deneye ait düzenek, deney süreci ve sonuçları	178 s
Model 3	Rutherford atom modeli	Rutherford'un öne sürdüğü atom modeli	76 s
Model 4		Rutherford atom modelinin açıklamakta yetersiz kaldığı noktalar	91 s
Model 5	Bohr atom modeli	Bohr atom modelinin I. postulatı	90 s
Model 6		Bohr atom modelinin II. postulatı	90 s
Model 7	Atomlarda enerji düzeyleri	Atomların uyarılması süreci	85 s
Model 8		Uyarılan atomların taban hale dönmesi süreci	100 s
Model 9	H atomunun spektrum serileri	Spektrum serilerinin nasıl belirlendiğine dair bir deney düzeneği	138 s

Bahsi geçen bu modeller, uygulamanın yürütüldüğü derslerde, konu ile ilgili giriş yapıldıktan hemen sonra öğrencilere sunulmuş, modelde gördükleri olgunun veya sürecin kendileri için ne ifade ettiği ile ilgili görüş alındıktan sonra, yine aynı modelle paralel olarak (model sunulurken) konular anlatılmıştır. Konuların tekrar edilmesi ve anlaşılmayan yerlerin üzerinden geçilmesi amacıyla yine modellere eşlik etmesi yoluna gidilmiştir.

3.5.2. Geleneksel öğretim

Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Geleneksel öğretim ilkeleri şöyle özetlemek mümkündür: Geleneksel öğretim öğretmen merkezlidir. Öğrenciye sunulacak bilgilerin yapılandırılması ve aşama aşama sunulmasında öğretmen etkindir. Öğrenciye kazandırılacak bilgiler, bu bilgiyi kazandırmak için ayrılacak zaman belirlidir. Öğrencinin performansı izlenir ve öğrenciden anında dönüt alınarak yönlendirilebilir. Öğretimin hedefleri, öğrencilerin yeteneklerine uygun materyallerin seçimi, öğretimin ilerleyişi öğretmenin kontrolünde olmakla birlikte, etkileşim otoriter değildir. Ders akademik odaklıdır. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak araştırmacı tarafından “Atomun Yapısı” ünitesinin öğretimi gerçekleştirilmiştir. Ders kaynağı olarak öğrenciye önceden verilen ders kitapları takip edilmiştir. Konu başlıkları ve alt başlıklar tahtaya yazılarak, öğrencilere bu konuda ne söyleyebilecekleri sorulmuş ve öğrencilerin ilgileri derse çekilmeye çalışılmıştır. Anlatım sırasında gerekli yerler öğrenciye sorularak, alınan cevaba göre konuya devam edilmiş veya tekrar edilmiştir. Her alt başlık bitiminde konunun anlaşılıp anlaşılmadığı sorularak kısa bir tekrar yaptırılmıştır. Her dersin sonunda bir sonraki konuya hazır gelmeleri bildirilerek dersler tamamlanmıştır. Uygulamanın; deney grubu ve kontrol grubunda aynı kişi tarafında yürütülmesi öğretmen faktörünü ortadan kaldırmıştır.

3.6. Değişkenler

Araştırmadaki bağımlı ve bağımsız değişkenler aşağıdaki gibidir.

3.6.1. Bağımsız Değişkenler

Uygulamada kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiştir.

3.6.2. Bağımlı Değişkenler

Öğrencilerin Atomun Yapısı ünitesi ile ilgili akademik başarıları, 3Boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırma yetenekleri, zihinsel modelleri ve uygulanan tekniklerle ilgili görüşleri çalışmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmuştur.

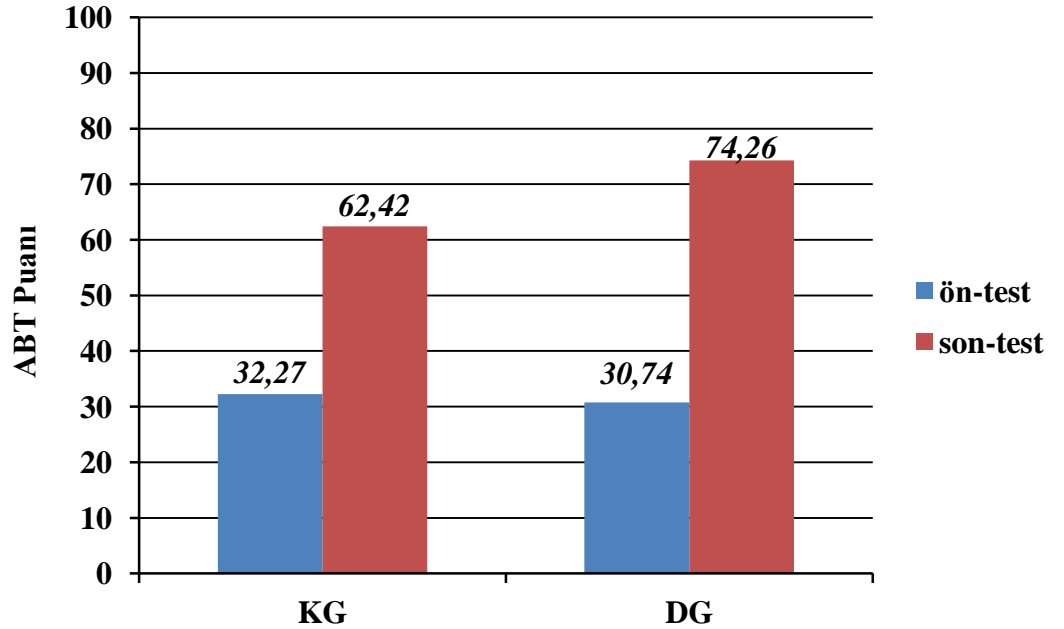
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde, atomun yapısı ünitesindeki konuların öğretiminde bilgisayar destekli hazırlanan 3D modellerin ve geleneksel öğretim yönteminin etkisinin araştırılmasında elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.1.1. ABT İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular

Atomun yapısı ünitesindeki uygulamaya katılan DG ve KG'ndaki öğrencilerin, çalışmadan önceki bilgi düzeylerini ve uygulama sonrası puanlarını tespit etmek için kullanılan ABT'den elde ettikleri puan ortalamalarına ait grafik aşağıda verilmiştir.



Grafik 4.1.1. ABT ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait grafik
(Maksimum puan: ABT=100)

Grafik 4.1.1.'den KG ve DG'nin ABT ön-test puan ortalamalarının sırasıyla 32.27 ve 30.74 olduğu anlaşılmakta ve KG'nin ortalama puanının DG'den yüksek olduğu görülmektedir. Bu puan ortalamalarının istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t-testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.1.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.1.

ABT ön-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
KG	33	32.27	14.14	0.420	65	0.676**
DG	34	30.74	15.77			

**p>.05

Tablo 4.1.1. 'deki analiz sonuçları incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemektedir ($t_{(65)}=0.420$, $p>.05$). Elde edilen bulgulardan grupların “atomun yapısı” ünitesi hakkında birbirine yakın düzeyde ön bilgiye sahip oldukları söylenebilir.

Yine Grafik 4.1.1.'den anlaşılacağı üzere, uygulama süreci sonunda öğrencilere uygulanan ABT'de KG öğrencileri 62.42, DG öğrencileri ise 74.26 puan ortalamasına sahiptirler. Bu puan ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını belirlemek için bağımsız gruplar t-testine başvurulmuştur. Yapılan testin analiz sonuçları Tablo 4.1.2.'de sunulmuştur.

Tablo 4.1.2.

ABT son-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

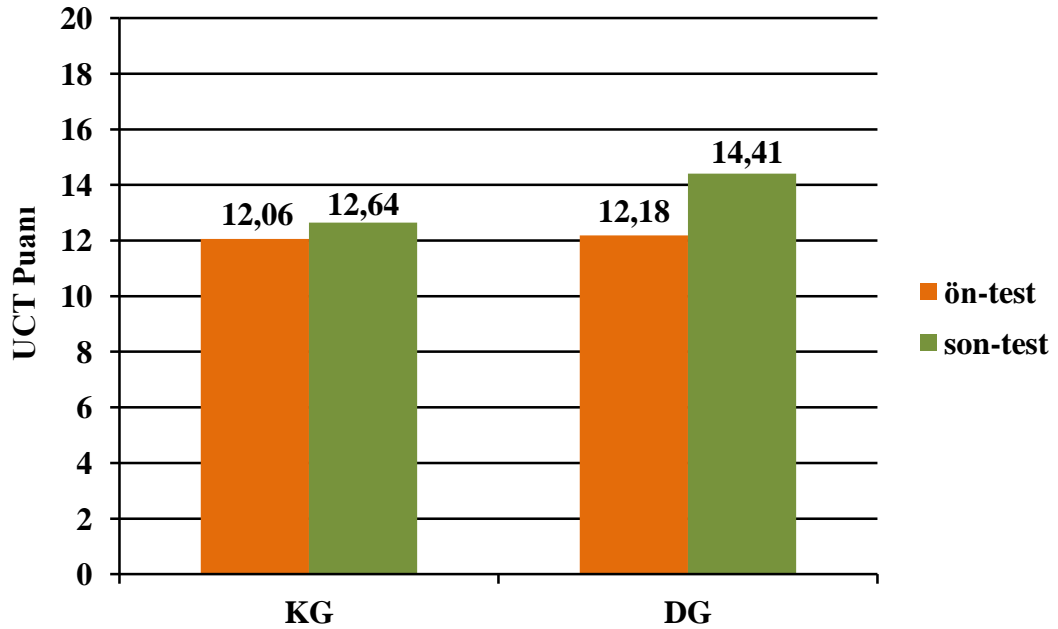
Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
KG	33	64.42	13.92	3.097	65	0.003*
DG	34	74.26	17.15			

*p<.05

Tablo 4.1.2.'deki analiz sonuçları incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı bir fark göze çarpmaktadır ($t_{(65)}=1.843$, $p<.05$). Ortalama puanlar dikkate alındığında bu farkın DG'deki öğrencilerin lehine ortaya çıktığı söylenebilir ($\bar{X}_{KG}=64.42$, $SS=13.92$; $\bar{X}_{DG}=74.26$, $SS=17.15$). Elde edilen bulgu ışığında DG öğrencilerinin atomun yapısı ünitesindeki akademik başarılarının KG öğrencilerinden daha yüksek düzeyde olduğu söylenebilir. DG öğrencileri lehine ortaya çıkan bu farkta, kullanılan yöntem olan 3D bilgisayar modellerinin etkisinin ne boyutta gerçekleştiğini anlamak için Cohen-d etki büyüklüğü hesabına başvurulmuştur. Cohen-d değeri 0.63 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 3D bilgisayar modellerinin DG'nin ABT deki gelişimine etkisinin “orta” düzeyde gerçekleştiğini ifade etmektedir.

4.1.2. UCT İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular

Atomun yapısı ünitesindeki uygulamaya katılan KG ve DG'ndeki öğrencilerin, çalışmadan önceki ve uygulama sonrasındaki uzamsal canlandırma yeteneklerini puan bazında tespit etmek için kullanılan UCT'den elde ettikleri puan ortalamalarına ait grafik aşağıda verilmiştir.



Grafik 4.1.2. UCT ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait grafik

(Maksimum puan: UCT=20)

Grafik 4.1.2. incelendiğinde UCT ön-test için KG ve DG'na ait puan ortalamaları 12.06 ve 12.18 olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bu puan farkının istatistiksel olarak anlamlılık oluşturup oluşturmadığının anlaşılabilmesi için bağımsız gruplar t-testine başvurulmuş ve analiz sonuçları Tablo 4.1.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.3.

UCT ön-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
KG	33	12.06	2.60	0.146	65	0.884**
DG	34	12.18	3.76			

**p>.05

Tablo 4.1.3. incelendiği zaman gruplar arasında anlamlı bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir ($t_{(65)}=0.146$, $p>.05$). Elde edilen bulgulardan uygulama süreci öncesinde her iki grup öğrencilerinin birbirine yakın derecede uzamsal canlandırma yeteneğine sahip oldukları söylenebilir.

KG ve DG'deki öğrencilerin UCT son-test puan ortalamaları ise Grafik 4.1.2.'de de görüldüğü üzere sırasıyla 12.64 ve 14.41 olarak bulunmuştur. Ön-test sonuçlarına göre son-test puan ortalamalarında ortaya çıkan bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını anlamak için yine bağımsız gruplar t-testine başvurulmuş ve analiz sonuçları Tablo 4.1.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.4.

UCT son-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
KG	33	12.64	3.39	1.843	65	0.070**
DG	34	14.41	4.40			

**p>.05

Tablo 4.1.4. incelendiğinde UCT son-test için araştırma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın ortaya çıkmadığı görülmektedir ($t_{(65)}=1.843$, $p>.05$). Bu sonuç uygulama sürecinin sonucunda da her iki grup öğrencilerinin uzamsal canlandırma yeteneklerinin birbirine yakın düzeyde kaldığını göstermektedir.

Bu sonuca rağmen araştırma gruplarının UCT’de elde ettikleri ön-test ve son-test puan ortalamaları dikkate alındığında KG’nin puanları hemen hemen aynı seviyede kalırken DG’nin puan ortalamalarında 2.23 puanlık bir artış göze çarpmaktadır ($\bar{X}_{DG/ön-test}=12.18$; $SS=3.76$ ve $\bar{X}_{DG/son-test}=14.41$; $SS=4.40$). Bu artış yüzdeler olarak hesaplandığında yaklaşık olarak %18.3’lük bir puan artışına karşılık gelmektedir. DG’nin kendi içindeki bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla eşleştirilmiş t-testine başvurulmuş ve sonuçları Tablo 4.1.5.’de verilmiştir.

Tablo 4.1.5.

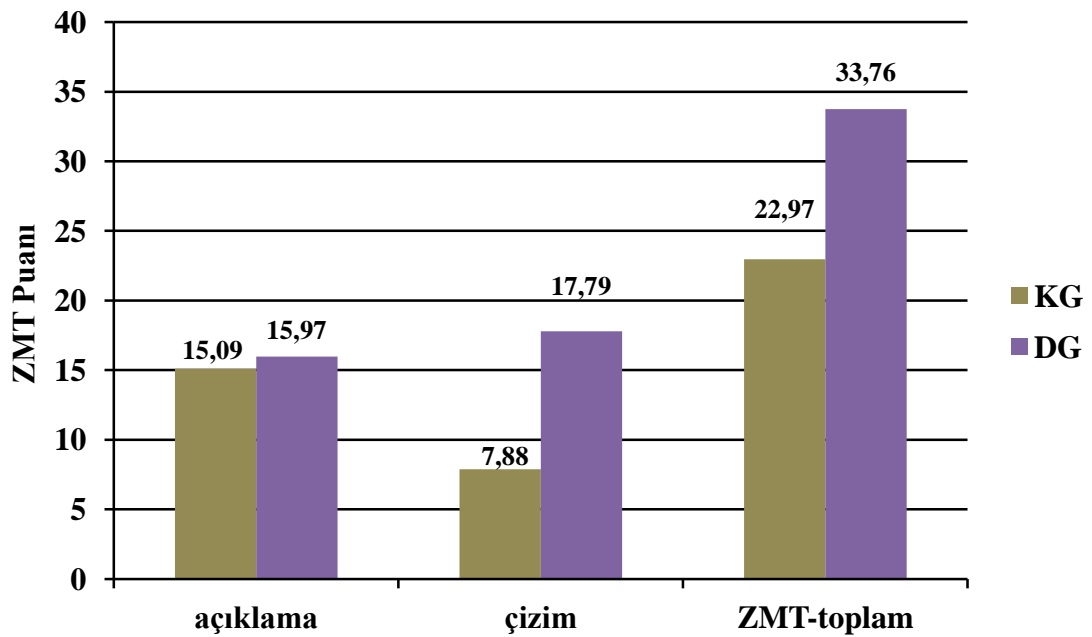
UCT için DG’nin test puanlarına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Test	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
ön-test	34	12.18	3.76	4.238	33	0.000*
son-test	34	14.41	4.40			

* $p<.05$

4.1.3. ZMT İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular

Araştırmaya katılan grupların uygulama sonrasında atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmek amacıyla ZMT'den yararlanılmıştır. ZMT de yer alan sorular, açıklama ve çizim alt boyutlarında ayrı ayrı ve beraberinde her bir boyut soru soru değerlendirilmiştir. KG ve DG'nin ZMT'den aldıkları puan ortalamaları Grafik 4.1.3.'de sunulmuştur.



Grafik 4.1.3. ZMT izim, açıklama ve toplam puan ortalamalarına ait grafik

(Maksimum puan: ZMT-toplam=50)

Grafik 4.1.3. incelendiği zaman ZMT-açıklama puan ortalamaları için KG ve DG'nin sırasıyla 15.09 ve 15.97, ZMT-izim puan ortalamaları için 7.88 ve 17.79 ve son olarak ZMT-toplam puanları için ise 22.97 ve 33.76 puana sahip oldukları görülmektedir. Grupların açıklama ve çizim alt boyutları ve toplam puan açısından sahip oldukları değerlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla MANOVA testine başvurulmuştur. Yapılan test sonucunda Wilks' Lambda sig. değeri .000 olarak bulunmuştur ($F_{2,64}=57.564$; $p<.05$). Bu değer KG ve DG arasında bağımlı değişkenlerden en az birisinde anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Bu bağımlı değişkenlerin hangisine göre gruplar arasında fark olduğuna dair analiz sonuçları Tablo 4.1.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.1.6.

ZMT puan ortalamaları için MANOVA analiz sonuçları

Bağımlı değişken	Karelerinin toplamı	sd	Karelerinin ortalaması	F	p	η^2
ZMT-çizim ^a	1646.389	1	1646.389	114.937	.000*	0.639
ZMT-açıklk. ^b	12.959	1	12.959	1.321	.255**	0.020
ZMT-toplam ^c	1951.480	1	1951.480	65.686	.000*	0.503

*p<.05; **p>.05

^a ZMT-çizim için $R^2 = 0.639$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.633$)^b ZMT-açıklama için $R^2 = 0.020$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.005$)^c ZMT-toplam için $R^2 = 0.503$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0.495$)

Tablo 4.1.6. da yer alan analiz sonuçları incelendiğinde, araştırma gruplarının hem ZMT-çizim ($F_{1,65}=114.937$; $p<.05$) hem de ZMT-toplam ($F_{1,65}=65.686$; $p<.05$) puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Grafik 4.1.3.'de yer alan ortalama puanlar dikkate alındığında gruplar arasında ortaya çıkan bu farkın, hem ZMT-çizim ($\bar{X}_{KG}=7.88$, $SS=4.60$; $\bar{X}_{DG}=17.79$, $SS=2.76$) hem de ZMT-toplam ($\bar{X}_{KG}=22.97$, $SS=5.70$; $\bar{X}_{DG}=33.76$, $SS=5.18$) puanları açısından DG lehine olduğu söylenebilir. Elde edilen bulgular, 3D bilgisayar modellerinin öğrencilerin zihinsel modellerini geliştirdiğini göstermektedir. Ayrıca yine bu tablodaki eta-kare (η^2) değerine göre, kullanılan 3D bilgisayar modellerinin öğrencilerin atomun yapısı konularındaki zihinsel modellerinin gelişimi üzerine “yüksek” ($\eta^2=0.639$) etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Bunun yanı sıra alt boyutlar değerlendirilirken her bir soru için ayrı ayrı bağımsız gruplar t-testine başvurulmuş, KG ve DG'nin soru bazında sahip çizim ve açıklama puanlarının anlamlı bir farklılığa sahip olup olmadığı belirlenmiştir. Açıklama kısmı için elde edilen analiz sonuçları Tablo 4.1.7.'de sunulmuştur. Tablodaki analiz sonuçları incelendiğinde ZMT-açıklama kısmı için KG ve DG'nin sorulara verdikleri cevapların puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Soru 1 için $t_{65}=0.305$; Soru 2 için $t_{65}=0.550$; Soru 3 için $t_{65}=1.250$; Soru 4 için $t_{65}=1.598$; Soru 5 için $t_{65}=0.426$; tüm sorular için $p>.05$).

Tablo 4.1.7.

ZMT-açıklama kısmına ait soruların bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Soru	Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Soru 1	KG	33	3.24	0.90	0.305	65	0.762**
	DG	34	3.18	0.86			
Soru 2	KG	33	3.52	0.89	0.550	65	0.584**
	DG	34	3.41	0.61			
Soru 3	KG	33	2.42	1.22	1.250	65	0.216**
	DG	34	2.82	1.38			
Soru 4	KG	33	3.00	1.27	1.598	65	0.115**
	DG	34	3.50	1.28			
Soru 5	KG	33	2.91	1.30	0.426	65	0.672**
	DG	34	3.06	1.55			

**p>.05

KG ve DG'nin çizim kısmına ait sorulardan ilkinde verdikleri cevaplardan elde edilen puanlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımsız gruplar t-testinin sonuçları Tablo 4.1.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.8.

1. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Soru	Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Soru 1	KG	33	2.73	1.60	1.480	65	0.144**
	DG	34	3.29	1.52			

**p>.05

Tablo 4.1.8. incelendiğinde soru 1 için KG ve DG'nin puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($t_{65}=1.480$; $p>.05$). Elde edilen bulgu ışığında KG ve DG'deki öğrencilerin birinci soru için puan olarak birbirine yaklaşık değerlere sahip oldukları ve zihinsel modellerinin birbirlerine yakın düzeyde olduğu söylenebilir. KG ve DG'nin çizim ve açıklamaları için kategorilere ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.1.9. ve Grafik 4.1.4.'de sunulmuştur.

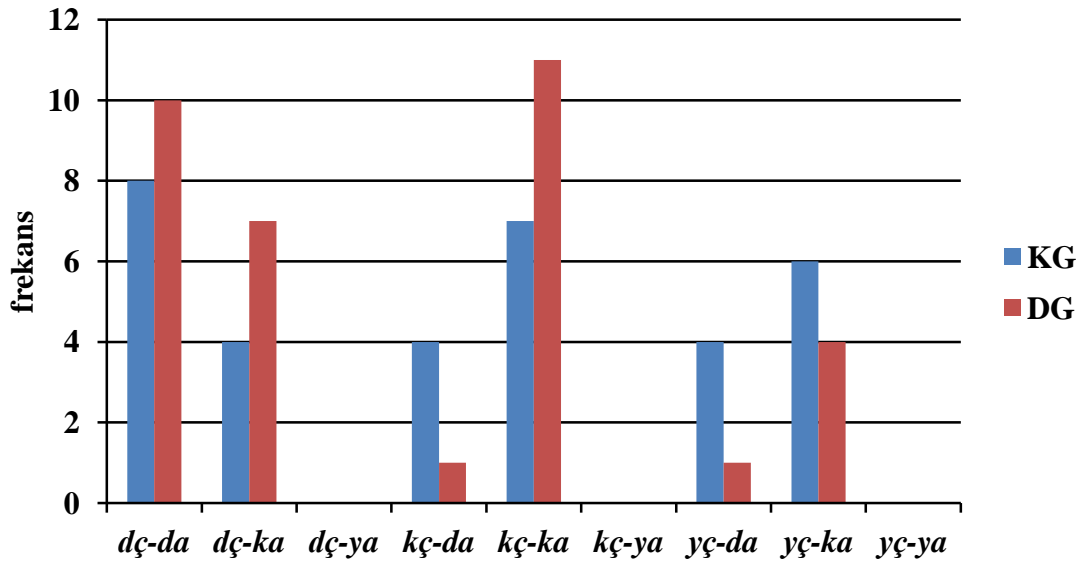
Tablo 4.1.9.

Soru 1 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri

Grup	N		Doğru	Kısmi	Yanlış
			Açıklama(da)	Açıklama(ka)	Açıklama(ya)
			f (%)	f (%)	f (%)
KG	33	Doğru Çizim (dç)	8 (24.2)	4 (12.1)	-
DG	34		10 (29.4)	7 (20.6)	-
KG	33	Kısmi Çizim (kç)	4 (12.1)	7 (21.2)	-
DG	34		1 (2.9)	11 (32.3)	-
KG	33	Yanlış Çizim (yç)	4 (12.1)	6 (18.2)	-
DG	34		1 (2.9)	4 (8.8)	-
KG		Toplam		33 (100)	
DG				34 (100)	

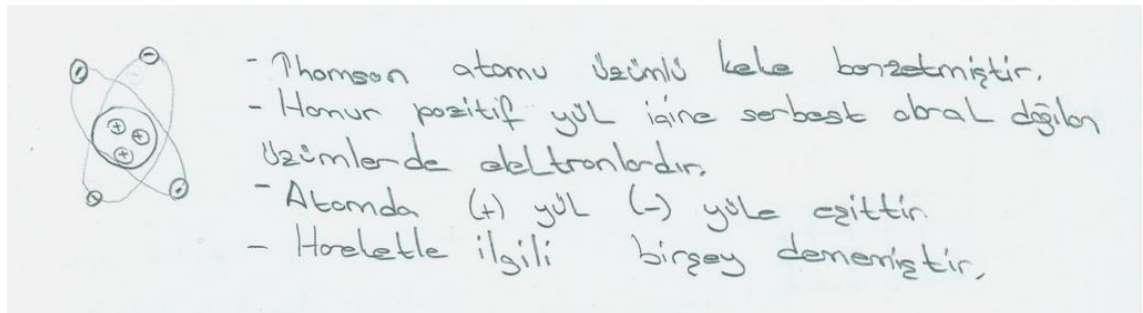
Tablo 4.1.9. incelendiğinde DG öğrencilerinin toplam %50'si doğru çizim yaparken bu değer KG öğrencileri için toplam %36.3 olarak belirlenmiştir. Doğru açıklamalar için ise bu yüzdeler DG için toplam % 35.2, KG için ise toplam %48.4 olarak ortaya çıkmıştır. Kısmi çizimler için ise DG'nin yüzdesinin %38.2, KG'nin ise %36.3 olduğu görülmektedir. Her iki grubunda yanlış açıklamama yapmamış olması da göze çarpan diğer bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır.

Grafik 4.1.4.'de görüldüğü üzere DG toplam 17 doğru çizim yaparken bu sayı KG için 12'de kalmıştır. Grupların doğru açıklama sayıları ise DG için 12 ve KG için 16 olarak görülmektedir. Yine grafikten DG'nin 13, KG'nin ise 12 kısmi çizim yaptığı dolayısıyla grupların birbirine yakın değerler elde ettikleri anlaşılmaktadır.

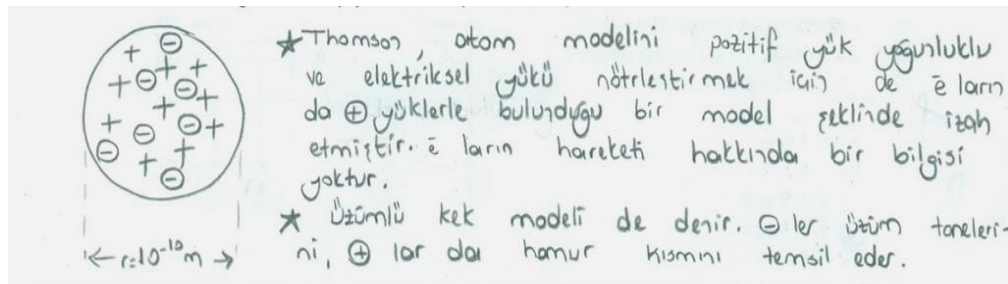


Grafik 4.1.4. 1. Soru için kategorilere ait frekans değerleri

Aşağıdaki şekillerde ise öğrencilerin birinci soru ile ilgili örnek çizimleri ve açıklamaları yer almaktadır.



Şekil 4.1.1. Birinci soru için KG öğrenci cevaplarından yç-da kategorisine ait örnek



Şekil 4.1.2. Birinci soru için DG öğrenci cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek

KG ve DG'nin çizim kısmı kapsamındaki 2. soruya verdikleri cevaplara ait puanların analiz sonuçları Tablo 4.1.10.'da verilmiştir. Tablo incelendiği zaman grupların ikinci soruya verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark ortaya çıktığı görülmektedir ($t_{65}=7.803$; $p<.05$). Ortalama puanlar dikkate alındığında bu farkın DG öğrencileri lehine olduğu anlaşılmaktadır ($\bar{X}_{KG}=1.12$, $SS=1.69$; $\bar{X}_{DG}=3.26$, $SS=0.79$). Bu bulgu sonucunda DG öğrencilerinin ikinci soru için oluşan zihinsel modellerinin KG öğrencilerinden daha doğru olduğu söylenebilir.

Tablo 4.1.10.

2. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Soru	Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Soru 2	KG	33	1.12	1.69	7.803	65	0.000*
	DG	34	3.26	0.79			

* $p<.05$

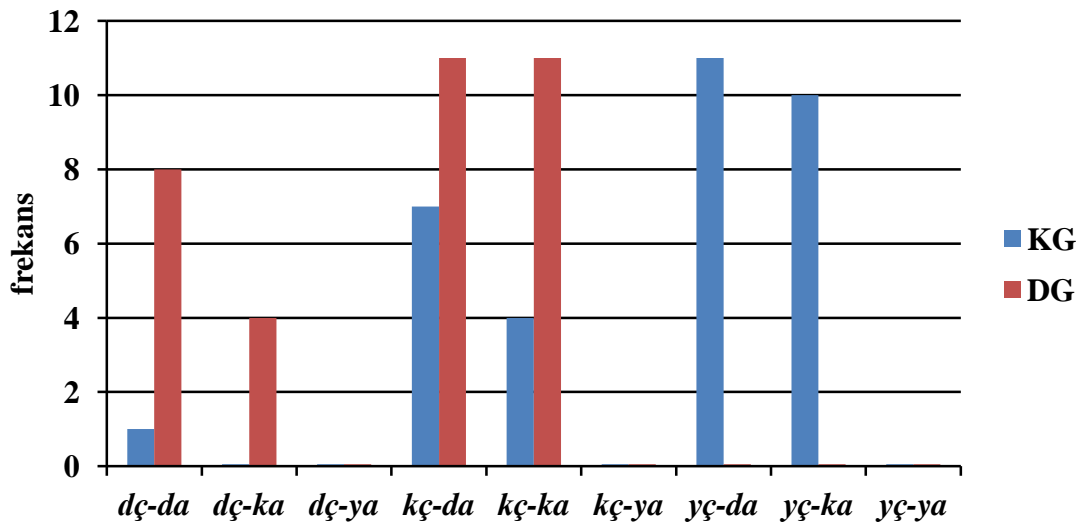
KG ve DG'nin çizim ve açıklamaları için kategorilere ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.1.11. ve Grafik 4.1.5.'de sunulmuştur.

Tablo 4.1.11.

Soru 2 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri

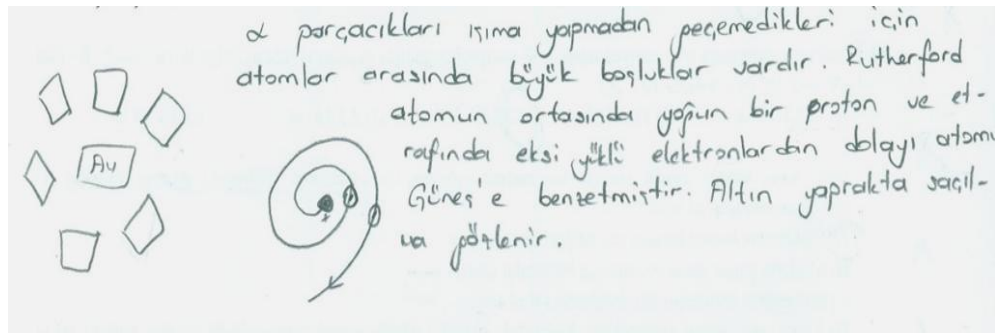
Grup	N		Doğru	Kısmi	Yanlış
			Açıklama(da)	Açıklama(ka)	Açıklama(ya)
			f (%)	f (%)	f (%)
KG	33	Doğru Çizim (dç)	1 (3.0)	-	-
DG	34		8 (23.5)	4 (11.8)	-
KG	33	Kısmi Çizim (kç)	7 (21.2)	4 (12.1)	-
DG	34		11 (32.3)	11 (32.3)	-
KG	33	Yanlış Çizim (yç)	11 (33.3)	10 (30.3)	-
DG	34		-	-	-
KG	Toplam		33 (100)		
DG	Toplam		34 (100)		

Tablo 4.1.11. incelendiğinde DG öğrencilerinin doğru çizim yüzdesinin (%35.3) KG öğrencilerinin yüzdesinin (%3) çok üzerinde olduğu görülmektedir. Bu üstünlük kısmi çizimler için de DG lehine devam etmiştir (DG=%64.6; KG=%33.3). Doğru açıklamalar için ise bu yüzdeler birbirine çok yakın olmasına rağmen (DG=%55.8; KG=%57.5), KG'nin çok fazla yanlış çizim yapmış (%63.3) olması çizim puanlarının DG'nin lehine farklılaşmasına sebep olmuştur. Bu soru için de her iki grubun da yanlış açıklama yapmamış olduğu yine Tablo 4.1.11.'den görülmektedir.

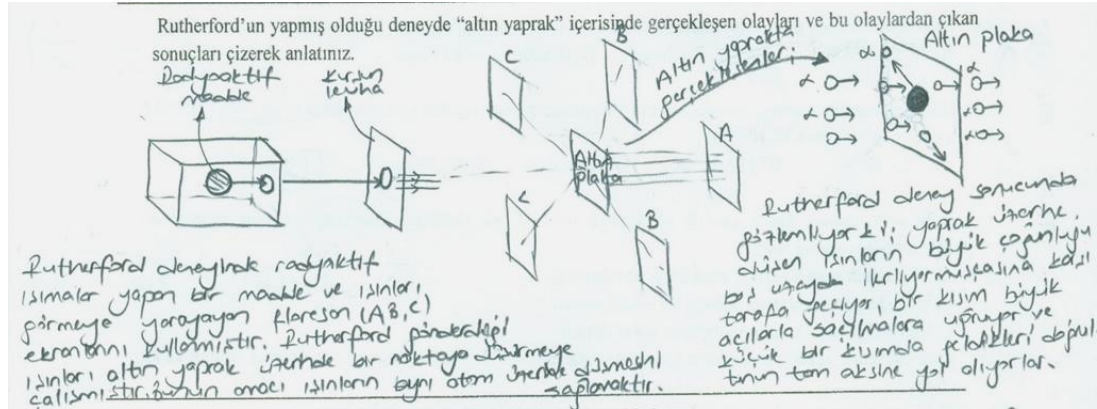


Grafik 4.1.5. 2. Soru için kategorilere ait frekans değerleri

Aşağıdaki şekillerde ise öğrencilerin ikinci soru ile ilgili örnek çizimleri ve açıklamaları yer almaktadır.



Şekil 4.1.3. İkinci soru için KG öğrenci cevaplarından yç-ka kategorisine ait örnek



Şekil 4.1.4. İkinci soru için DG öğrenci cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek

KG ve DG'nin çizim kısmı için üçüncü soruya verdikleri yanıtların arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının anlaşılması için yapılan testin analiz sonuçları Tablo 4.1.12.'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık olduğu anlaşılmaktadır ($t_{65}=6.049$; $p<.05$). Ortalama puanlar dikkate alındığında bu farkın DG öğrencileri lehine olduğu ortaya çıkmaktadır ($\bar{X}_{KG}=1.70$, $SS=1.55$; $\bar{X}_{DG}=3.74$, $SS=1.18$). Bu bulgu sonucunda DG öğrencilerinin üçüncü soru için oluşan zihinsel modellerinin KG öğrencilerinden daha doğru olduğu söylenebilir.

Tablo 4.1.12.

3. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Soru	Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Soru 3	KG	33	1.70	1.55	6.049	65	0.000*
	DG	34	3.74	1.18			

* $p<.05$

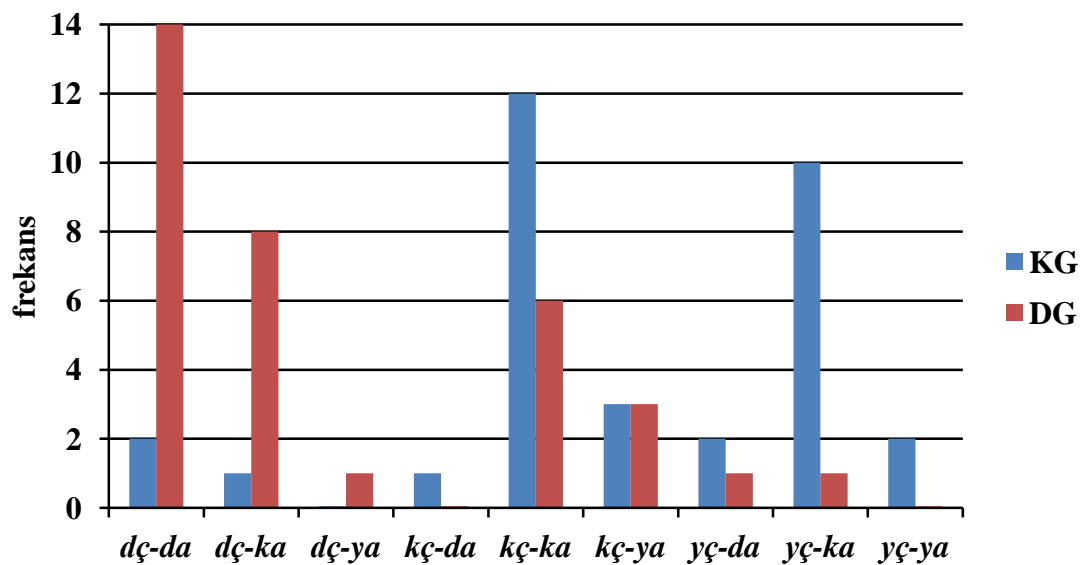
KG ve DG'nin üçüncü soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.1.13. ve Grafik 4.1.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.1.13.

Soru 3 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri

Grup	N		Doğru	Kısmi	Yanlış
			Açıklama(da)	Açıklama(ka)	Açıklama(ya)
			f (%)	f (%)	f (%)
KG	33	Doğru Çizim (dç)	2 (6.0)	1 (3.0)	-
DG	34		14 (41.2)	8 (23.5)	1 (2.9)
KG	33	Kısmi Çizim (kç)	1 (3.0)	12 (36.4)	3 (9.1)
DG	34		-	6 (17.6)	3 (8.8)
KG	33	Yanlış Çizim (yç)	2 (6.0)	10 (30.3)	2 (6.0)
DG	34		1 (2.9)	1 (2.9)	-
KG		Toplam		33 (100)	
GD				34 (100)	

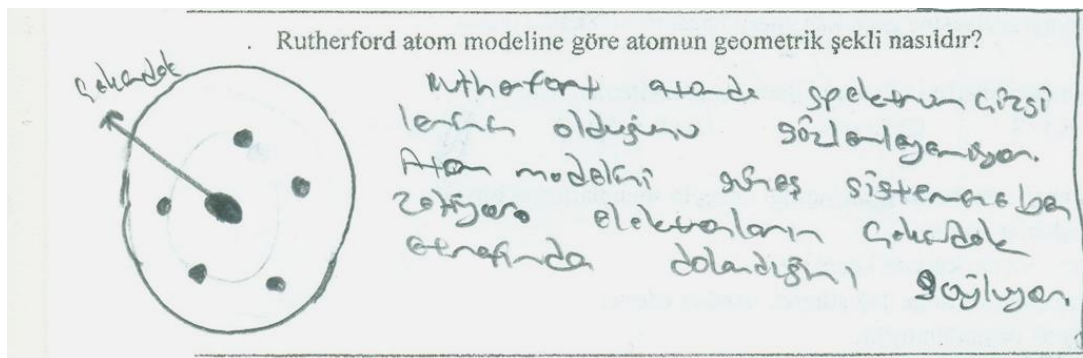
Tablo 4.1.13. incelendiği zaman DG'nin toplam doğru çizim yüzdesinin (%67.6) KG'nin toplam doğru çizim yüzdesinin (%9) çok üzerinde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde DG'nin doğru açıklama yüzdesinin (%44.1) KG'nin doğru açıklama yüzdesinin (%15) üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu soru için KG'nin toplam %42.3'lük yanlış çizim yüzdesi dikkat çeken diğer bir nokta olurken bu yüzde DG için sadece %5.8 olarak gerçekleşmiştir.



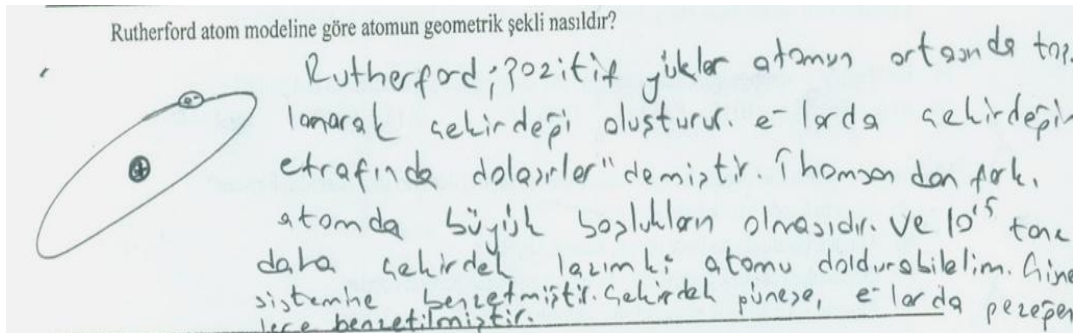
Grafik 4.1.6. 3. Soru için kategorilere ait frekans değerleri

Grafik 4.1.6. incelendiği zaman Tablo 4.1.13.'ün sonuçları daha net görülmektedir. DG'nin toplam 24 doğru çizimine karşılık KG'nin sadece 3 doğru çizim yaptığı anlaşılmaktadır. Aynı şekilde KG'nin toplam 14 yanlış çizimine karşılık DG'de sadece 2 tane yanlış çizim bulunmaktadır. Doğru açıklama sayılarında ise DG'nin 15, KG'nin 5 sayısına ulaştığı göze çarpmaktadır.

Aşağıdaki şekillerde ise öğrencilerin üçüncü soru ile ilgili örnek çizimleri ve açıklamaları yer almaktadır.



Şekil 4.1.5. Üçüncü soru için KG öğrenci cevaplarından yç-ka kategorisine ait örnek



Şekil 4.1.6. Üçüncü soru için DG öğrenci cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek

KG ve DG'nin 4. soruya verdikleri cevapların çizim kısmına ait puanlarının analiz sonuçları Tablo 4.1.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.14.

4. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Soru	Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Soru 4	KG	33	1.06	1.39	9.455	65	0.000*
	DG	34	3.68	0.80			

*p<.05

Tablo 4.1.14. incelendiğinde KG ve DG arasında dördüncü soruya ait çizim puanları arasında anlamlı bir farklılığın ortaya çıktığı anlaşılmaktadır ($t_{65}=9.455$; $p<.05$). Ortalama puanlar göz önüne alındığında bu farkın DG lehine olduğu görülmektedir ($\bar{X}_{KG}=1.06$, $SS=1.39$; $\bar{X}_{DG}=3.68$, $SS=0.80$). Bu bulgu sonucunda DG öğrencilerinin dördüncü soru için oluşan zihinsel modellerinin KG öğrencilerinden daha doğru olduğu söylenebilir.

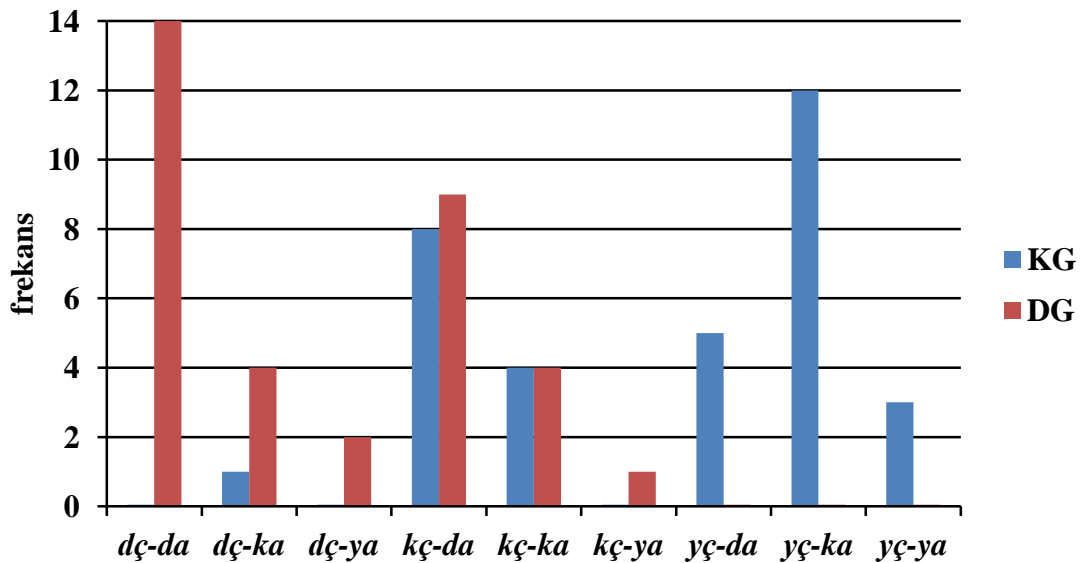
KG ve DG'nin dördüncü soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.1.15. ve Grafik 4.1.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.15.

Soru 4 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri

Grup	N		Doğru	Kısmi	Yanlış
			Açıklama(da)	Açıklama(ka)	Açıklama(ya)
			f (%)	f (%)	f (%)
KG	33	Doğru Çizim (dç)	-	1 (3.0)	-
DG	34		14 (41.2)	4 (11.8)	2 (5.9)
KG	33	Kısmi Çizim (kç)	8 (24.2)	4 (12.1)	-
DG	34		9 (26.4)	4 (11.8)	1 (2.9)
KG	33	Yanlış Çizim (yç)	5 (15.5)	12 (36.4)	3 (9.1)
DG	34		-	-	-
KG		Toplam	33 (100)		
DG			34 (100)		

Tablo 4.1.15. incelendiğinde DG'nin %58.9'luk doğru çizim yüzdesine karşılık KG'nin sadece %3'lük bir yüzdeye sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü soru için KG toplam %61 yanlış çizim yaparken DG'nin hiç yanlış çizim yapmadığı anlaşılmaktadır. Doğru açıklama yüzdeleri dikkate alındığında ise DG'nin %67.6, KG'nin %39.7'lik değerleri göze çarpmaktadır.



Grafik 4.1.7. 4. Soru için kategorilere ait frekans değerleri

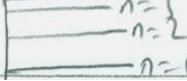
Grafik 4.1.7. incelendiği zaman DG'nin 20 doğru çizimine karşılık KG'nin sadece 1 doğru çizim yapabildiği gözlenmektedir. Bunun yanı sıra yanlış çizimler dikkate alındığında KG'nin toplam 20 yanlış çizimine karşılık DG'nin yanlış çiziminin olmadığı göze çarpmaktadır. Açıklamalar göz önüne alındığında ise DG'nin toplam 23 doğru ve 10 kısmi açıklamasına karşılık KG'nin 13 doğru ve 5 kısmi açıklaması bulunmaktadır. Kısmi çizimler için ise her iki grubun doğru sayıları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur.

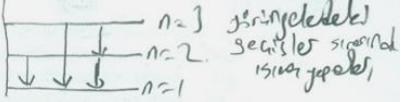
Aşağıdaki şekillerde öğrencilerin dördüncü soru ile ilgili örnek çizimleri ve açıklamaları yer almaktadır.

Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.

1) Elektronlar, atom yörüngelerinde L açısal momentumunun $(\frac{h}{2\pi})$ tam katları olarak şekilde kararlı yörüngelerde ışın yapmadan dolaşırlar.

2) Elektronlar kararlı yörüngelerde ikin ışın yapmazlar. Ancak yüksek enerjili kararla yörüngeden (yük), düşük enerjili kararlı yörüngelere geçerken ($E_{yük}$) ışın yaparlar. $E_{yük} - E_{düşük}$ ışın yayılması, foton şeklinde olabilir.

1) 

2) 

Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.

$F_m = \frac{mv^2}{r}$

$F_g = k \cdot \frac{Ze^2}{r^2}$

$F_g = F_m$ eşit olmalı.

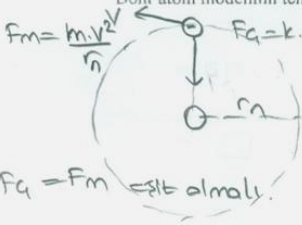
$L = mvr_n$

* Elektronun yörüngelerdeki momentumu $L = mvr$ dir

* e- çekirdek etrafındaki yörüngelerde dolaşır.

n=1 seviyesinde ise temel haldedir.

* $L = \frac{nh}{2\pi}$ açısal momentumu ile ışın yapmadan kararlı yörüngelerde dolaşırlar




Şekil 4.1.7. Dördüncü soru için KG öğrenci cevaplarından yç-ka kategorisine ait örnekler


Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.

1) Bohr atom modelinde

1) elektronlar L açısal momentumun tam katlarında ışın yapmadan dolaşırlar $L = \frac{nh}{2\pi}$

2) elektronlar yüksek enerjili kararlı bir yörüngeden / az enerjili kararlı bir yörüngeye geçtiklerinde foton yayınlırlar (örneğin: n=3'den n=2'ye)





Şekil 4.1.8. Dördüncü soru için DG öğrenci cevaplarından dç-da kategorisine ait örnek

KG ve DG'nin son soruya verdikleri cevapların çizim kısmına ait puanlarının analiz sonuçları Tablo 4.1.16.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.16.

5. soru için elde edilen puanlara ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Soru	Grup	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Soru 5	KG	33	1.27	1.66	7.900	65	0.000*
	DG	34	3.82	0.86			

*p<.05

Tablo 4.1.16. incelendiğinde KG ve DG arasında son soruya ait çizim puanları arasında anlamlı bir farklılığın ortaya çıktığı anlaşılmaktadır ($t_{65}=7.900$; $p<.05$). Ortalama puanlar göz önüne alındığında bu farkın DG lehine olduğu görülmektedir ($\bar{X}_{KG}=1.27$, $SS=1.66$; $\bar{X}_{DG}=3.82$, $SS=0.86$). Bu bulgu sonucunda DG öğrencilerinin beşinci soru için oluşan zihinsel modellerinin KG öğrencilerinden daha doğru olduğu söylenebilir.

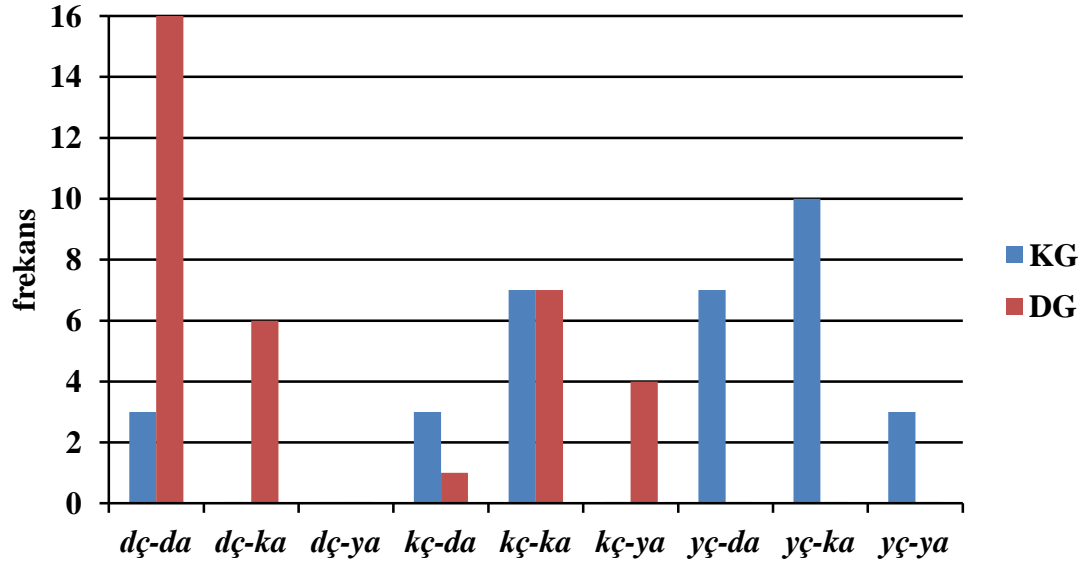
KG ve DG'nin son soruya verdikleri cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.1.15. ve Grafik 4.1.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.17.

Soru 5 için kategorilerin frekans ve yüzdeleri

Grup	N		Doğru	Kısmi	Yanlış
			Açıklama(da)	Açıklama(ka)	Açıklama(ya)
			f (%)	f (%)	f (%)
KG	33	Doğru Çizim (dç)	3 (9.1)	-	-
DG	34		16 (47.0)	6 (17.7)	-
KG	33	Kısmi Çizim (kç)	3 (9.1)	7 (21.2)	-
DG	34		1 (2.9)	7 (20.6)	4 (11.8)
KG	33	Yanlış Çizim (yç)	7 (21.2)	10 (30.0)	3 (9.1)
DG	34		-	-	-
KG	Toplam		33 (100)		
DG	Toplam		34 (100)		

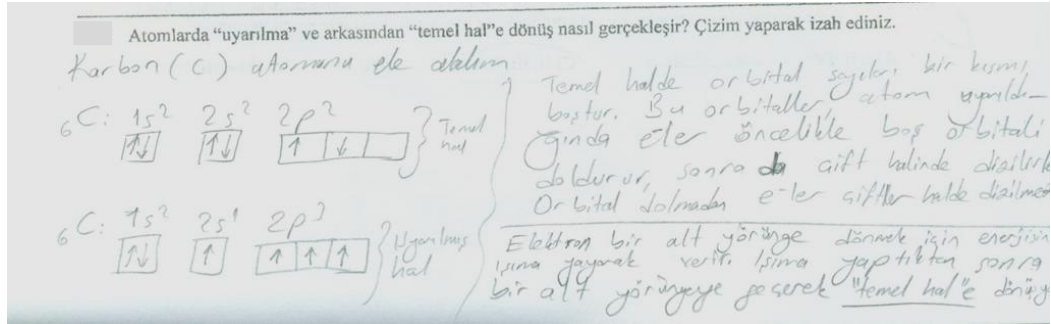
Tablo 4.1.17. incelendiği zaman DG'nin %64.7'sinin doğru çizim yaparken KG'nin ise %9.1'inin doğru çizim yaptığı görülmektedir. Doğru açıklamalar için ise bu yüzdeler KG ve DG için sırasıyla %39.4 ve %49.9 olarak göze çarpmaktadır. Son soru için yine KG'nin %60.3'lük yanlış çizim yüzdesine karşılık DG'nin yanlış çizimi bulunmamaktadır.



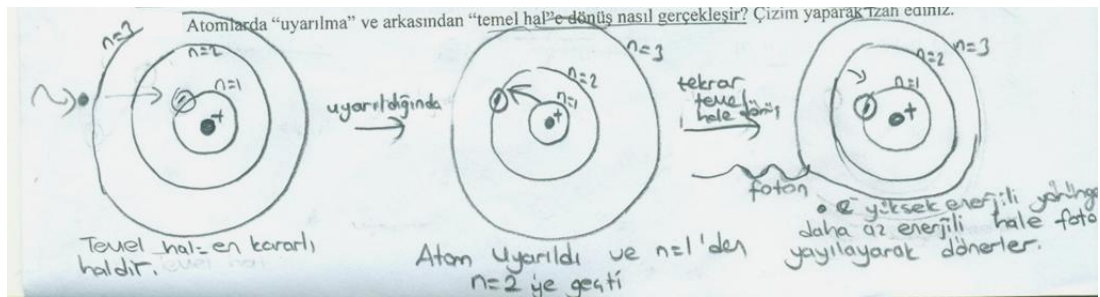
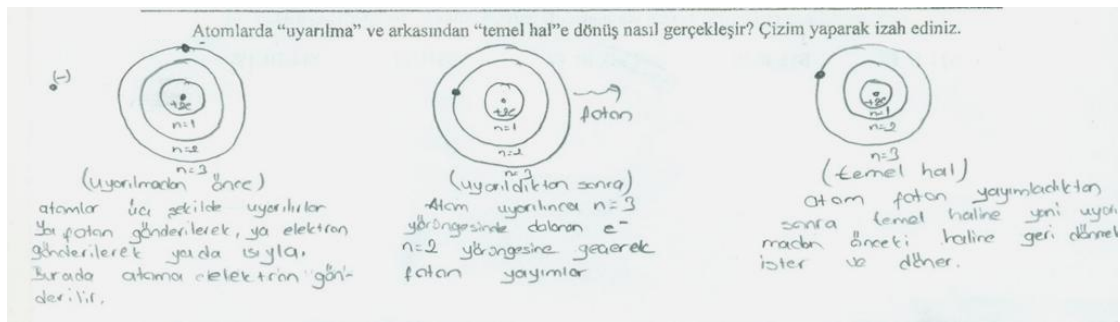
Grafik 4.1.8. 5. Soru için kategorilere ait frekans değerleri

Grafik 4.1.8. göz önüne alındığında DG ile KG'nin son soru için doğru çizim sayıları arasındaki fark açıkça görülmektedir. DG'nin 22 doğru çizimine karşılık KG'nin sadece 3 doğru çizimi bulunmaktadır. Doğru açıklama sayıları dikkate alındığında ise yine DG'nin toplam 17 doğru açıklamasına karşı KG'nin toplam 9 doğru açıklaması bulunduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca son soru ile ilgili olarak DG'nin hiç yanlış çizimi bulunmazken KG'nin toplam 20 yanlış çizim yaptığı görülmektedir.

Aşağıdaki şekillerde öğrencilerin dördüncü soru ile ilgili örnek çizimleri ve açıklamaları yer almaktadır.



Şekil 4.1.9. Beşinci soru için KG öğrenci cevaplarından uç-ya kategorisine ait örnek



Şekil 4.1.10. Beşinci soru için DG öğrenci cevaplarından dç-da kategorisine ait örnekler

Bunların yanı sıra DG ve KG öğrencilerinin tüm soruları kapsayan cevaplarına ait örnekler EKLER (Ek-5, Ek-6 ve Ek-7) bölümünde yer verilmiştir.

4.1.4. 3DMGÖ İçin Elde Edilen Verilerin Analizine Ait Bulgular

Bu bölümde atomun yapısı ünitesinin 3D bilgisayar modelleri ile öğretimi sürecine katılan DG öğrencilerinin, 3DMGÖ'ne verdikleri cevapların analiz sonuçları yer almaktadır.

DG öğrencilerinin 3D bilgisayar modelleri ile ilgili görüşleri içerik analizi yapılarak; bilginin öğrenilmesine sağladığı katkılar, bilginin aktarım sürecine ve ortamına sağladığı katkılar ve tekniğin daha etkili kullanımı olmak üzere üç kategoriye ayrılmış ve bu kategorilerdeki ifadelerin frekansları Tablo 4.1.18'de verilmiştir.

Tablo 4.1.18.

3DMGÖ ile ilgili ifadelere ait kategori ve frekanslar

İfadeler	f
Bilgilerin havada kalmamasını sağladı	4
Tekrar etmediğim halde konuyu bildiğimi fark ettim	2
Konunun öğrenilmesine kolaylık sağladı	16
Konuyu daha kalıcı öğrendiğimi fark ettim	14
Görselleştirmeye yardımcı olması	23
Soyut konuları somutlaştırarak anlamayı sağlaması	17
Konuyu ezberlemeden öğrenmeye yardımcı olması	7
Daha canlı ve dikkat çekici renkler kullanılabilir	5
İlgi çekmek için ses efektleri eklenebilir	4
Diğer derslerde de mutlaka kullanılmalı	5

Tablo 4.1.18. incelendiğinde öğrencilerin büyük bir kısmı kullanılan modellerin görselleştirmeye yardımcı olduğunu ve soyut konuları somutlaştırmada etkili bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte DG öğrencilerinin yine önemli bir kesimi 3D bilgisayar modellerinin konunun kalıcı olarak öğrenilmesindeki olumlu etkisini dile

getirmişlerdir. Olumlu bakış açılarının yanı sıra bazı öğrenciler ise modellerde kullanılan renklerin daha dikkat çekici ve canlı olabileceğini ifade ederek ses efektleri kullanılmasının 3D modellere olumlu katkı sağlayacağını düşündüklerini ifade etmişlerdir. Konu ile ilgili öğrencilerin kendi ifadelerine örnekler aşağıdaki şekilde sunulmuştur:

Öğrenci için görsellik öğrenme bakımından daha kalıcı ve iyidir. Birşeyi kitaptan okumak yerine çekil üzerinde anlatılması hem kolay hem de ezberden uzaklaşmak için iyi bir tekniktir. İzlediğimiz videoların olumsuz yanı yoktu benim açımdan izlememiz çok da iyi oldu. Hatta izlerken bilgilerim netleşti. Bu bilmeymiş kolaymış zar birşeyi yokmuş dediyimdeki oldu.

İzlediğimiz videolar görsel olarak bilgilerin daha kalıcı olmasını sağlıyor. Bilgilerimizi hatırlamak istediğimizde görsel açıdan aktarıldığı kolları hemen gelir. Konuları videoda izlemek hem dersin etkiciliği hem de kalıcılığı bakımından olumlu sonuçlar verir. Soyut değil de somut olarak nitelendirilmeyi görmemizi sağlar.

Ayrıca konu itibarı ile biraz bilgiler havada kalıyor. Videolar bu konuda kalın bilgilerin oluşmasını sağlar. İleride konunun teorik kısmını unutuyor fakat videoları hatırlayıp konu ile ilgili yorum yapabiliyoruz. Videolar bence olumlu etki bıraktı, kalıcılığı sağladı.

Benim için genel anlamda çok iyiydi. Çünkü konular oldukça soyut konular ama slaytlarla bu daha kalıcı ve somut hale geldi, şimdiye kadar ezberle aklım da kalan konular artık kefanda anlatılabiliyor. Bence daha iyi anlatılabilir. diğer örneğin sadece bir örnek bu daha renkli ve kişisel örneğin olsa hitap edebilecek aynı zaman da biraz daha uzun slaytlar ya da videolar da bu daha kalıcı olabilir.

Atom modelleri soyut konular olduğu için bu konuyu video şeklinde incelememiz atom modellerini daha iyi anlamamız neden oldu

Şekil 4.1.11. Öğrencilerin 3D bilgisayar modelleri ile ilgili görüşlerinden örnekler

Ayrıca kullanılan renklerin mat bir renk olduğunu düşünüyorum. Göz alıcı renğin olması daha ic acıcı olur diye düşünüyorum.

videolar biraz sadece biraz daha kalıcı katılabilir örneğin ses gibi video örnekleri şeklinde sesli bir anlamda çok iyi oldu.

Şekil 4.1.12. Öğrencilerin 3D bilgisayar modelleri ile ilgili önerilerinden örnekler

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen bulguların sonuçlarına ve bu sonuçlar doğrultusunda, ileride yapılabilecek araştırmalara ilişkin önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç

Bu çalışmada, modern fiziğe giriş dersinin “atomun yapısı” ünitesinin öğretiminde 3D bilgisayar modellerinin etkisi araştırılmıştır. Bu nedenle, öğrencilerin akademik başarıları, uzamsal canlandırma yetenekleri, konu ile ilgili zihinsel modelleri ve yöntemi hakkındaki düşüncelerinin neler olduğu, tespit edilmiştir. Çalışma öncesi ve sonrasında uygulanan testlerden elde edilen verilere dayanılarak aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Hem bilişsel öğrenme hem de yapılandırmacı öğrenme kuramı, yeni bilgilerin öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin üzerine inşa edildiği fikrini ön plana çıkarmıştır. Buradan hareketle, araştırmada kullanılan 3D bilgisayar modellerinin etkisini ortaya koymak ve araştırma gruplarını karşılaştırabilmek amacı ile araştırmaya katılan öğrencilerin, uygulamadan önce ilgili konulara ait ön bilgi düzeyleri tespit edilmiş ve elde edilen ABT ön-test puanları incelendiğinde araştırma gruplarının ön bilgi düzeylerinin farklı olmadığı sonucuna varılmıştır (Grafik 4.1.1. ve Tablo 4.1.1.). Atomun yapısı ünitesindeki konuların öğretimi için uygulamaya katılan KG ve DG öğrencilerinin, ABT son-test puanlarının istatistiksel analizlerinden elde edilen bulgulardan; konuların öğretiminde 3D bilgisayar modelleri yardımıyla ve geleneksel öğretim yöntemiyle yürütülmesini öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir

fark oluşturduğu görülmektedir (Tablo 4.1.2.). Her iki grubun ortalama puanları göz önüne alındığında bu farkın 3D bilgisayar modelleri yardımıyla öğretimin yapıldığı DG öğrencileri lehine ortaya çıktığı görülmüştür (Grafik 4.1.1.). Kullanılan bu modellerin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin ise “orta” düzeyde (Cohen-d etki büyüklüğü=0.630) gerçekleştiği sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç 3D bilgisayar modellerinin öğrencilerin atomun yapısı hakkındaki akademik başarılarını arttırdığını göstermektedir. Bu araştırmada kullanılan modeller ve bu modellerle birlikte öğretmen tarafından konulara ilişkin bilgilerin sunulması, ikili kodlama teorisine uygun olarak, hem betimsel hem de ilişkisel kodlamaya imkân sağlamıştır. Dolayısıyla bu çalışma modellerin bu şekilde öğretimde kullanılmasının, soyut konuların öğretiminde etkili olduğu sonucunu da ortaya koymuştur. Bu araştırmanın, “3D bilgisayar modellerinin geleneksel öğretime göre daha yüksek akademik başarı sağladığına” ilişkin sonuçları, daha önce yapılan araştırmaların sonuçları ile de uyumludur (Frederiksen ve diğerleri, 1999; Barab ve diğerleri, 2000; Sanger ve Badger, 2001; Taylor ve diğerleri, 2003; Gobert ve Pallant, 2004; Young, 2004; Dickey, 2005; Kim, 2006; Küçüközer, 2008; Küçüközer ve diğerleri, 2009).

Bu çalışmada elde edilen UCT ön-test puanları incelendiğinde KG ve DG’deki öğrencilerin başarılarının 20 puan üzerinden 12 puan civarında olduğu görülmüştür (Grafik 4.1.2.). Ayrıca Tablo 4.1.3.’deki analiz sonuçları incelendiğinde her iki grup arasında UCT ön-test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir olmadığı da görülmektedir. Bu sonuç UCT son-test sonuçları ile paralellik göstermektedir (Tablo 4.1.4.). UCT son-test için yine her iki grup arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Ancak UCT son-testten elde edilen puan ortalamaları incelendiğinde DG’nin ortalama puanının ön-testten elde edilen ortalama puandan daha fazla olduğu göze çarpmaktadır (Grafik 4.1.2.). Bu puan farkının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sebep olup olmadığının anlaşılabilmesi için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları DG’nin UCT ön-test ve UCT son-test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.1.5.). Ortaya çıkan bu farkın oluşmasında 3D modellerin etkisinin ne boyutta olduğunu belirlemek için yapılan Cohen-d hesaplamasının sonucu 0.544 olarak bulunmuştur ki bu sonuç modellerin öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimine etkisinin “orta” düzeyde olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, yapılan bu çalışma 3D bilgisayar modellerinin öğrencilerin uzamsal canlandırma yeteneklerinin geliştirilebilmesi açısından kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan birçok çalışma bu sonucu desteklemekle kalmayıp aynı zamanda uzamsal yeteneğin bazı öğretimsel tasarımlarla geliştirilebileceği ve öğretilebileceğini ileri sürmüştür. Bu çalışmalar bilgisayar temelli üç boyutlu canlandırmaların kullanıldığı öğretimin yeterli uzamsal tecrübelerle sahip öğrenenlerin uzamsal yeteneklerini geliştirmelerini sağlayabileceğini göstermişler ve üç boyutlu canlandırmaların öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve uzamsal yeteneklerini artırdığını ortaya koymuştur (Alias, Black ve Gray, 2002; Dalgano ve diğerleri, 2002; Taylor ve diğerleri, 2003; Kwon, 2003; Lojoie, 2003; Wang, Chang ve Li, 2007; Williamson ve Jose, 2008).

Fen konularının içeriği incelendiği zaman modellerin merkezi bir öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır. Hatta bazı soyut teorilerin ve kavramların açıklanabilmesi için bilimsel modeller bazen tek yol olabilmektedir. Özellikle zihinsel modeller bireylerin hem öğrenmesi hem de öğrendiklerini ortaya koyabilmesi açısından daha da önemli hale gelmektedir. DG ve KG öğrencilerinin uygulama süreci sonunda geliştirdikleri zihinsel modellerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının anlaşılması için başvurulan MANOVA testi sonucunda, grupların açıklamaları arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamış olsa da zihinsel modellerini ortaya koyabilmek için kendilerinden istenen çizimler için DG öğrencilerinin daha başarılı oldukları anlaşılmıştır (Grafik 4.1.3. ve Tablo 4.1.6.). Bununla birlikte ZMT kapsamında yer alan sorulara grupların verdikleri cevapların kategorilerine ait frekansları gösteren grafikler (Grafik 4.1.4., Grafik 4.1.5., Grafik 4.1.6., Grafik 4.1.7. ve Grafik 4.1.8.) öğrencilerin doğru çizim yaptıkça açıklamalarını da doğru yaptıklarını ortaya koymaktadır. Yine aynı grafikler, 3D bilgisayar modellerinin kullanıldığı DG için yığılmanın doğru çizim ve buna bağlı kategorilere ait tarafta gerçekleşirken, KG için ise tam tersine yanlış çizim ve buna bağlı kategorilere yakın tarafta gerçekleştiğini göz önüne sermektedir. ZMT kapsamında yer alan sorular için öğrenci çizimleri ayrı ayrı incelendiğinde de ilk soru haricinde diğer sorular için DG öğrencileri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmaktadır (Tablo 4.1.8., Tablo 4.1.10., Tablo 4.1.12., Tablo 4.1.14. ve Tablo 4.1.16.). DG öğrencilerinin lehine ortaya çıkan bu farkların üzerinde uygulama

sürecinde kullanılan 3D bilgisayar modellerinin etkisinin belirlenmesi için ise yapılan MANOVA testi sonucunda elde edilen eta-kare değeri dikkate alınmıştır (Tablo 4.1.6.). Bulunan değer $\eta^2=0.639$ olarak göze çarpmaktadır ki bu değer, kullanılan modellerin öğrencilerin zihinsel gelişimi üzerinde “yüksek” bir etkiye sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulgular ışığında 3D bilgisayar modellerinin hem öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimi için hem de soyut konuların öğrenciler tarafından daha kolay anlaşılması ve öğrenilmesi açısından oldukça yararlı araçlar olduğu rahatlıkla ifade edilebilir. Daha önce yapılan benzer çalışmalar da (Harrison ve Treagust, 2000; Taylo ve diğerleri, 2003; Gobert ve Pallant, 2004; Meheut, 2004; Bekiroğlu Ogan, 2007) araştırma sonucunda ulaşılan bu sonucu desteklemektedirler.

3D bilgisayar modellerinin yardımıyla öğretimin yapıldığı DG’de, öğrenciler modeller hakkında ileri sürmüş oldukları görüşlerde; modellerin, kullanıldığı öğrenme ortamlarını görselleştirmeye yardımcı olarak soyut konuların somutlaştırılarak anlaşılmasını kolaylaştırdığını ve konuyu ezberlemek zorunda kalmadan öğrenmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir. Öğrenciler, bu modellerin öğrendikleri bilgilerin havada kalmamasını ve bu bilgilerin daha kolay öğrenilmesini sağladığını ifade ederek, konunun daha kalıcı öğrenildiğini ve tekrar etmemiş olsalar dâhi konuyu bildiklerini dile getirmişlerdir. Son olarak elde edilen bulgular bu çalışma kapsamında kullanılan modellerin eksik yanlarını da ortaya koymuş ve öğrencilerin daha çok ses ve daha renkli görseller istediklerini göz önüne sermiştir. Bu görüşlerle ilgili olarak olumlu ve sevindirici olarak nitelendirilebilecek bir diğer sonuç ise öğrencilerin bu modellerin diğer derslerde de mutlaka kullanılması gerektiğine ve daha fazla tekrarlanmasına dair görüşleridir (Tablo 4.1.18., Şekil 4.1.11. ve Şekil 4.1.12.).

5.2. Öneriler

Fen dersleri içerisinde zor olan konuların öğretimini ve öğrenilmesini kolaylaştıracak yöntem ve teknikler, eğitim ve öğretim ortamlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, atomun yapısı ünitesinin öğretimini ve öğrenilmesini aynı zamanda soyut konuların somutlaştırılarak öğretimini kolaylaştırmak için, 3D bilgisayar modelleri kullanılmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre 3D bilgisayar

modelleri geleneksel öğretim yöntemine göre atomun yapısı ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarını arttırmış, zihinsel modellerini geliştirmiş ve uzamsal canlandırma yeteneklerini geliştirmede önemli bir katkı sağlamıştır. Dolayısıyla öncelikle soyut konuların öğretimi için bu kavramların somutlaştırılması gerektiğine dair öneride bulunulabilir. Elbette bu somutlaştırma süreci için farklı yöntemler ve yollardan da istifade edilebilir (örneğin; simülasyonlar, animasyonlar veya gerçek modeller). Bunun yanı sıra bu amaç doğrultusunda kullanılacak olan modellerin hazırlanması sürecinde de öğrenci ihtiyaçları, öğretilecek konunun içeriğinin gereklilikleri, sınıf ortamı veya öğrencilerin ön bilgi düzeyleri gibi öğretim sürecinin önemli bileşenleri de mutlaka göz önüne alınmalıdır. 3D modeller kullanılarak bir konunun öğretimi ve o konuyu öğrencilerin kolayca öğrenmeleri için; uygulanacak yöntemin konu içeriğine göre seçilmesi, öğretim ortamının iyi hazırlanması, öğrencilerin bilgiye ulaşmalarına imkân sağlanması, yöntemin uygulanmasında yeterli zaman ve öğrencilere sorumluluk bilincinin verilmesi, sunulan materyallerin dikkat dağıtıcı olmaması, kullanılan modellere öğrencilerin kolayca ulaşabilmeleri gibi etkenlere de dikkat edilmesi gerekir.

Bu genel önerilerin yanında, çalışmamızla ilgili olarak daha sonra yapılacak çalışmalara yol göstermesi amacıyla özel önerilerde bulunmak gerekirse;

- Zihinsel modeller ile ilgili olarak erişilmeye çalışılan “açıklama kısmı” na ait olarak gruplar arasında farklılığın çıkmasının sebepleri araştırılmalıdır,

- Araştırma yöntemi olarak çoklu deneysel desenlerden istifade edilmelidir,

- Zihinsel model testi gibi açık uçlu sorulardan oluşan testler kullanılırken, güvenilirliğin arttırılması ve farklı bakış açılarının ortaya koyulabilmesi için uyuma yüzdeleri hesaplanmalıdır,

- Öğrencilerin bu konu ile ilgili var olabilecek kavram yanılgıları ortaya konulmalıdır,

gibi önerilerde bulunulabilir.

KAYNAKÇA

- Ad, G.M., Rotbain Y. and Stavay R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics, *Journal of Research In Science Teaching* 45(3), 273–292.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım H.İ. ve Şensoy Ö. (2005). Fen eğitiminde ilköğretim 6. sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 103-116.
- Akgün, Ö. E. (2005). Bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğrencilerin fen bilgisi başarısı ve tutumları üzerindeki etkisi *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1). Web: http://efdergi.yyu.edu.tr/makaleler/cilt_II/ozetler/o_akgun.htm 12.02.2011'de alınmıştır.
- Akpınar, Y. (1999). *Bilgisayar destekli öğretim ve uygulamalar*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akyol, D. (2009). *Fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aldağ, H. ve Sezgin, M.E. (2002). Multimedya uygulamalarında ikili kodlama. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15, 29-44.
- Alias, M., Black, T.R. and Gray, D.E. (2002). Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students. *International Educational Journal*, 3(1), 1–12.
- Altın, K. (2009). *Bilgisayar destekli fen ve teknoloji öğretimi*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Altınışik, S. ve Orhan, F. (2002). Sosyal bilgiler dersinde çoklu ortamın öğrencilerin akademik başarıları ve derse karşı tutumları üzerindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 41-49.
- Arıcı, N. ve Dalkılıç, E. (2006). Animasyonların bilgisayar destekli öğrenme katkısı: bir uygulama örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 421-430.

- Arıcı, N. ve Yekta M. (2005). Mesleki ve teknik eğitimde çoklu ortam araçları kullanılmış web tabanlı öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 144-153.
- Arkün, S. (2007). *Addie tasarım modeline göre çoklu öğrenme ortamı geliştirme süreci ve geliştirilen ortam hakkında öğrenci görüşleri üzerine bir çalışma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arslan, B. (2003). Bilgisayar destekli eğitime tabi tutulan ortaöğretim öğrencileriyle bu süreçte eğitici olarak rol alan öğretmenlerin BDE'e ilişkin görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 67-75.
- Asan, A. (2003). School experience course with multimedia in teacher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 21-34.
- Aşkar, P. (2002). *Bilgisayar destekli öğretim ortamı*. İstanbul: Nobel Yayın.
- Aydoğdu, C. (2006). Bilgisayar destekli kimyasal bağ öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 80-90.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. (2002). Is working memory stil working? *European Psychologist*, 7(2), 85-97.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews-Neuroscience*, 4, 829-839.
- Bahar, M. (Editör). (2006). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pagem A Yayıncılık.
- Bailenson, N.J., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A.C., Lundblad, N. and Jin M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: digital transformations of teachers, students, and social context. *The Journal of The Learning Sciences*, 17, 102-141.
- Baki, A., Köse, T. ve Karakuş, F. (2008). Uzay geometri öğretiminde 3d dinamik geometri yazılımı kullanımı: öğretmen görüşleri. Web: ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/12.doc 17.07.2011'de alınmıştır.
- Barab, S.A. Hay, K.E. Barnett, M. and Keating, T. (2000) Virtual solar ssystem project: building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.

- Bayrak, B., Kanlı, U. ve Kandil İ.Ş. (2007). To compare the effects of computer based learning and the laboratory based learning on students' achievement regarding electric circuits, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 6(1), 15-24.
- Bayram, N. (2009). *Din kültürü ve ahlak bilgisi derslerinde mültimedya olanaklarının kullanımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Bekiroğlu Ogan, F. (2006). Pre-service physics teachers' knowledge of models and perceptions of modeling. Online Submission, Paper presented at the Annual GIREP Conference, (Amsterdam, The Netherlands). eric document number: 494979.
- Bekiroğlu Ogan, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal Of Science Education*, 29(5), 555-593.
- Bell R.L. and Trundle K.C. (2007). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 346–372.
- Bodner, G.M. and Guay, R.B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17.
- Borges, A.T. and Gilbert, J.K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal Of Science Education*, 21(1), 95-117.
- Boulter, C.J. and Buckley, B.C. (2000). Constructing a topology for science education In J.K. Gilbert and C.J. Boluter. (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp.41-58). UK: Kluwer Academic Publishers.
- Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*. 25, 89-100.
- Buckley, B.C. and Boulter, C.J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building in mental models. In J.K. Gilbert and C.J. Boluter. (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp.119-136). UK: Kluwer Academic Publishers.

- Buckley, B.C., Gobert, J.D. and Christie, M.T. (2002). *Model-based teaching and learning with hypermodels: what do they learn? how do they learn? how do we know?* Presented as part of the symposium Hypermodel Research in Theory and Practice. April 2002, American Educational Research Association, New Orleans.
- Buckley, B.C., Gobert, J.D., Kindfield, A.C.H., Horwitz, P., Tinker, R.F. and Gerlits, B. (2004). Model-based teaching and learning with BioLogica™: What do they learn, how do they learn, how do we know? *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23–41.
- Bülbül, O. (2009). *Fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Büyükkaragöz, S.S. ve Çivi, C. (1999). *Genel öğretim metotları*. (10. Bası). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *DeneySEL Desenler, Öntest-Sontest Kontrol Grubu Desen ve Veri Analizi*. (2. Baskı). Ankara: Pagem A Yayıncılık.
- Byl, P. and Taylor, J. (2007). A web 2.0/web3d hybrid platform for engaging students in e-learning environments. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 8(3), 108-127.
- Cartier, J., Rudolph, J. and Stewart, J. (2001). The nature and structure of scientific models. Web: <http://ncisla.wceruw.org/publications/reports/Models.pdf> 14.06.2011 'de alınmıştır.
- Chandler, P. and Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- ChanLin, L.J. (2000). Attributes of animation for learning scientific knowledge. *Journal of Instructional Psychology*, 27(4), 228-238.
- Chittaro, L. and Roberto, R. (2007). Web3D Technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49, 3-18.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.

- Coe, R. (2000). What is an “effect size?” a guide for users. Web: http://www.ncddr.org/pd/workshops/07_12_05sr2/9.1_Coe_2000_120507.doc 05.10.2011’de alınmıştır.
- Coe, R. (2002). It's the effect size, stupid. what effect size is and why it is important. Web: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00002182.htm> 05.10.2011’de alınmıştır.
- Coleman, S.L. and Gotch, A.J. (1998). Spatial perception skills of chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 75(2), 206-209.
- Coll, R. and Treagust, D.F. (2003). Learners’ mental models of metallic bonding: a cross-age study. *Science Education*, 87, 685-707.
- Çavaş, B., Çavaş, H.P. ve Can, B. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 110-116.
- Çepni, S., Taş, E. and Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students cognitive levels, misconceptions, and attitudes towards science. *Computer and Education*, 46(2), 192-205.
- Çilenti, K. (1985). *Fen Eğitimi Teknolojisi*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Çoruh, L. (2011). *Sanat tarihi dersinde bir öğrenme modeli olarak sanal gerçeklik uygulamasının etkililiğinin değerlendirilmesi (Erciyes üniversitesi mimarlık ve güzel sanatlar fakülteleri örneği uygulaması)*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dahlqvist, P. (2000). Animations in physics learning. Web: http://people.dsv.su.se/~patricd/Publications/Animations_in_Physics_Learning.pdf 07.05.2009’da alınmıştır.
- Dalgarno, B., Hedberg, J. and Harper, B. (2002). The contribution of 3D environments to conceptual understanding. Web: <http://www.ascilite.org.au/conferences/auckland02/proceedings/papers/051.pdf> 17.07.2011’de alınmıştır.
- de Jong, T., Martin, E., Zamarro, J., Esquembre, F., Swaak, J. and van Joolingen, W.R. (1999). The integration of computer simulation and learning support: an example from the physics domain of collisions. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(5), 597–615.

- Demircioğlu, H. ve Geban, Ö. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözüme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183-185.
- Derviş, N. (2009). *Bilgisayar destekli fen ve teknoloji öğretiminin öğrencilerin “yaşamımızı etkileyen manyetizma” ünitesindeki akademik başarılarına, tutumlarına ve bilimsel düşünme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dickey, D.M. (2005). Three-dimensional virtual worlds and distance learning: two case studies of active worlds as a medium for distance education. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 439-451.
- Duit, R and Treagust, D.F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Teaching*, 36(5). 597-615.
- Ebenezer, V.J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73-91.
- Efe, A. H. (2009). *Lise 9.sınıf öğrencilerine, “canlılığın temel birimi hücre” ünitesinin simülasyonla öğretiminin bloom taksonomisinin bilişsel seviyelerine ve simülasyona yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Emlek, B. (2007). *Dinamik modelleme ile bilgisayar destekli trigonometri öğretimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Franco, C. and Colinvau, D. (2000). Grasping mental models. In J.K. Gilbert and C.J. Boluter. (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp.93-118). UK: Kluwer Academic Publishers.
- Frederiksen, J.R., White, B.Y. and Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: the importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Garcia, R.R., Quiros, J.S., Santos, R.G., Gonzalez S.M. and Fernanz, S.M. (2005). Interactive multimedia animation with macromedia flash in descriptive geometry teaching. *Computers & Education*, 49, 615-639.

- Gemici, Ö., Korkusuz, M. E., Bozan, M. ve Sarıkaya, A. (2001). *Bilgisayar destekli fen eğitimi ve bir örnek uygulama*. Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 7-8 Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Gilbert, J. (1995). The role of models and modelling in some narratives in science learning. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 18-22 Nisan. San Francisco, ABD.
- Gilbert, J.K. and Boulter, C.B. (1998). Learning science through models and modeling. In B. Fraser and K. Tobin. (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp.53-66). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gobert, J. D. and Pallant, A. (2004). Fostering students. epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 7-22.
- Gobert, J.D. (2000). A topology of casual models for plate tectonics: inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22(9), 937-977.
- Gobert, J.D. and Buckley, B.C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891 – 894.
- Greca, I.M. and Moreira, M.A. (2000). Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29(134), 36-48.
- Gülçiçek, Ç., Bağcı, N. ve Moğol, S. (2004) Öğrencilerin atom yapısı-güneş sistemi pedagojik benzeştirme (Analoji) modelini analiz yeterlikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159. Web: <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/159/gulcicek-bagci-mogol.htm> 12.04.2011’de alınmıştır.
- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.

- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Haidar, A.H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (2), 181-197.
- Hançer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanlışları üzerinde etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atom and molecules: implications for teaching chemistry. *Science Education* (80)5, 509-534.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are they better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000). A topology of science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Harrison, A.G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (2000). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: a case study of multiple model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Hartman, N.W., Connolly, P.E., Gilger, J.W. and Bertoline, G.R. (2006). *Developing a virtual reality-based spatial visualization assessment instrument*. Presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference, Chicago, IL.
- Hartshorne, R. (2008). Effects of hypermedia-infused professional development on attitudes toward teaching science, *Educational Computing Research*, 38(3). 333-351.
- Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(6), 392-404.
- Işık, İ., Işık, A.H. ve Güler, İ. (2008). Uzaktan eğitimde 3 boyutlu web teknolojilerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1(2), 75-78. Web: ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/12.doc 17.07.2011'de alınmıştır.

- İşman, A. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M.B. ve Kıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(1), 41-47.
- İyibil, Ü. ve Arslan, A.S. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- Kalaycı, Ş. (Editör). (2005). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. (1. Baskı). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Karaçöp, A. (2010). *Öğrencilerin elektrokimya ve kimyasal bağlar ünitelerindeki konuları anlamalarına animasyon ve jigsaw tekniklerinin etkileri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karahan, M. (2001). Eğitimde bilgi teknolojileri ders notları. Web: <http://web.inonu.edu.tr/~mkarahan/calismalarim/egtbilgitek.pdf> 29.04.2011'de alınmıştır.
- Katırcı, E. (2010). *Farklı çoklu ortamların öğrencilerin mekanik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve bilişsel yüklenmelerine etkilerinin incelenmesi: görsel-uzamsal zekâ boyutunda bir analiz*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 151-158.
- Kearsley, G. and Shneiderman, B. (1998). Engagement theory: a framework for technology based teaching and learning. *Educational Technology*, 38(5), 20-23.
- Keser, H. (1998). *Bilgisayar destekli öğretim için bir model önerisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, E. (2006). *Çoklu ortamlara dayalı öğretimde paralel tasarım ve görev zorluğunun üniversite öğrencilerinin başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Kıyıcı, G. ve Yumusak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology* 4(4), 130-134.
- Kim, D. and Gilman, D.A. (2008). Effects of text, audio, and graphic aids in multimedia instruction for vocabulary learning. *Educational Technology & Society*, 11(3), 114-126.
- Kim, P. (2006). Effects of 3D virtual reality of plate tectonics on fifth grade students' achievement and attitude toward science. *Interactive Learning Environments*. 14(1), 25-34.
- Koponen, I.T. (2007). Models and modeling in physics education: a critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions. *Science Education*, 16,751-753.
- Korakakis, G., Pavlatou, E.A., Palyvos, J.A. and Spyrellis. N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: a case study for 8th grade students in Greece. *Computers and Education*, 52(2), 390-401.
- Kurnaz, M.A. ve Arslan, A.S. (2011). Model tabanlı öğrenme yaklaşımını temel alan öğrenme ortamının öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeylerine etkisi. *e-uluslararası eğitim araştırmaları dergisi*, 2(2), 1-16.
- Kutluer, S. (2008). *Molekül geometrisi, hibritleşme ve moleküllerin polarlığı konularıyla ilgili bilgisayar destekli materyal geliştirme ve uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Küçük, M. (2006). *İlköğretimde çoklu ortam ve bilgisayar kullanımının gerekliliği (Konya ili örnekleme)*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Küçüközer, H. (2008). The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon. *Physics Education*, 43(6), 632-636.
- Küçüközer, H., Korkusuz, M.E., Küçüközer, H.A. ve Yürütmezoğlu, K. (2009). The effect of 3d computer modeling and observation-based instruction on the conceptual change regarding basic concepts of astronomy in elementary school students. *Astronomy Education Review*, 8 (1).

- Kwon, O.N. (2003). Fostering spatial visualization ability through web-based virtual-reality program and paperbased program. *Lecture Notes in Computer Science*, 2713, 701–706.
- Lajoie, S.P. (2003). Individual differences in spatial ability: developing technologies to increase strategy awareness and skills. *Educational Psychologist*, 38(2), 115–125.
- Leech, N.L., Barrett, K.C. and Morgan, G.A. (2005). *SPSS for intermediate statistics: Use and interpretation*. (Second Edition). London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Linn, M.C. (2003). Technology and science education. Starting points, research programs and trends. *International Journal of Science Education*, 25(6), 727–758.
- Liu, T.C., Lin, Y.C. and Kinshuk, (2010). The application of Simulation-Assisted Learning Statistics (SALS) for correcting misconceptions and improving understanding of correlation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(2), 143–158.
- Liu, X. (2006). Effects of combined hands-on laboratory and computer modeling on student learning of gas laws: a quasi-experimental study. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 89–100.
- Lowe, R.K. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157–176.
- Mayer, R.E. (2001). *Multimedia learning*. UK: Cambridge University Press. Web: http://books.google.com/books?id=ymJ9ow_6WEC&printsec=frontcover&hl=tr#v=onepage&q&f=false 20.02.2011 de ulaşılmıştır.
- Mayer, R.E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
- Mayer, R.E. and Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-119.
- Mayer, R.E., Dyck, J.L. and Cook, L.K. (1984). Techniques that help readers build mental models from scientific texts: definitions pretraining and signaling. *Journal Of Educational Psychology*, 76(6), 1089-1105.
- McMillan, J. H. and Schumacher, S. (2006). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*. (Sixth Edition). Boston, MA: Allyn and Bacon.

- Meheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.
- Moreno, R. and Valdez, A. (2005). Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environment: the role of student interactivity and feedback. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 35-45.
- Muller, D.A., Bewes, J., Sharma, M.D. and Reimann P. (2008). Saying the wrong thing: improving learning with multimedia by including misconceptions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 144–155.
- Nelson, B. and Ketelhut, D. (2007). Scientific inquiry in educational multi-user virtual environments. *Educational Psychology Review*, 19, 265-283.
- Nersessian, N.J. (1995). Should physicists preach what they practice? Constructive modeling in doing and learning physics. *Science ve Education*, 4, 203–226.
- Ong, S. and Manan, M. (2004). Virtual reality simulations and animations in a web-based interactive manufacturing engineering module. *Computers & Education*, 43(4), 361-382.
- Orde, B. J. (1997). Drawing as visual-perceptual and spatial ability training. Web: http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/c4/7b.pdf 10.02.2011'de alınmıştır.
- Ozan, Ö. (2008). Eğitim amaçlı çoklu ortam uygulamalarına ilişkin bir değerlendirme aracı. Web: ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/176.doc 14.06.2011'de alınmıştır.
- Örnek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(4), 35-45.
- Özdener, N. (2005) Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 93-98.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (Constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.

- Öztürk, C. (2004). 21. Yüzyılın Eşiğinde Türkiye’de Öğretmen Yetiştirme. O. Oğuz, A. Oktay ve H. Ayhan. (Ed.) *21. Yüzyılda Eğitim ve Türk Eğitim Sistemi* (2. Basım) içinde (s. 183-225). İstanbul. DEM Yayınları.
- Pekdağ, B. (2005). Fen eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojileri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 86-94.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Pektas, M. Türkmen, L. ve Solak, K. (2006). Bilgisayar destekli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının sindirim sistemi ve boşaltım sistemi konularını öğrenmeleri üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 465-472.
- Rieber, L.P. and Noah, D. (2008). Games, simulations and visual metaphor in education: antagonism between enjoyment and learning, *Educational Media International*, 45(2), 77-92.
- Rosnow, R.L., Rosenthal, R. and Rubin, D.B. (2000). Contrasts and correlations in effect-size estimation. *Psychological science*, 11(6), 446-453.
- Royer, J.M. Cisero, A.C. and Carlos, M.S. (1993). Techniques and procedures for assesing cognitive skills. *Review for Educational Research*, 63(2), 201-243.
- Saka, A.Z. ve Yılmaz M. (2005). Bilgisayar destekli çalışma yapraklarına dayalı materyal geliştirme ve uygulama. *The Turkish Online Journal of Educatinal Technology*, 4(3), 120-131.
- Sambur, E. ve Can, S. (2007). *Web destekli laboratuvar öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarı ve bilgisayar tutumları üzerine etkisi*. XVI. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, 5-7 Eylül, Tokat.
- Sanger, M.J. and Badger, S.M. (2001). Using computer-based visualization strategies to improve students’ understanding of molecular polarity and miscibility. *Journal of Chemical Education*, 78(10), 1412–1416.
- Schnotz, W. and Rasch, T. (2005). Enabling, Facilitating, and Inhibiting Effects of Animations in Multimedia Learning: Why Reduction of Cognitive Load Can Have Negative Results on Learning. *Educational Technology: Research and Development*, 53(3), 47-58.
- Seel, N.M. (2001). Epistemology, situated cognition and mental models: like a bridge over troubled water. *Instructional Science*, 29, 403-427.

- Seferoğlu, S.S. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. (2. Baskı). Ankara: Pagem A Yayıncılık.
- Semerci, A. (2003). Öğretim amaçlı bir çoklu ortam yazılımı geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi. *Polis Bilimleri Dergisi*, 5(3-4),47-61.
- Sezgin, M.E. (2009). *Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanan öğretim yazılımının bilişsel yüke, öğrenme düzeylerine ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Sezgin, M.E. ve Köymen, Ü. (2002). İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya yazılımının fen bilgisi öğretiminde akademik başarıya olan etkisi. *Sakaraya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 137-143.
- Shen, J. & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling, a case study on elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91, 948-966.
- Sırabaşı, A. (2006). *Bilgisayar destekli öğretimin lise öğrencilerinin asit-baz ve pH konusunu öğrenmedeki başarılarına ve kimyaya karşı olan tutumlarına etkisinin geleneksel yöntemle karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Srinivasan, S. and Crooks, S. (2005). Multimedia in a science learning environment, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 14(2), 151-167.
- Straford, S.J., Krajcik, J. and Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, 7(3), 215-234.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Şahin, T. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şen, A.İ. (2001). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli yeni yaklaşımlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 61-71.

- Taylor, I. Barker, M. and Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1205-1225.
- Treagust, F.D. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal Of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Treagust, D.F., Chittleborough, G. and Mamiala, T.L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*. 24(4), 357-368.
- Tsou, W., Wang, W. and Tzeng, Y. (2006). Applying a multimedia storytelling website in foreign language learning. *Computers & Education* 47, 17–28.
- Uşun, S. (2000). *Dünyada ve Türkiye’de Bilgisayar Destekli Öğretim*. Ankara: Pagem A Yayıncılık.
- Uşun, S. (2004). *Bilgisayar destekli öğretimin temelleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Uşun, S. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- Valanides, N. and Angeli, C. (2008). Learning and teaching about scientific models with a computer modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24(2), 220–233.
- Van Driel, J.H. and Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.
- Van Merriënboer, J.J.G. and Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology, Research and Development*, 53(3), 5-13.
- Vasniadou, S. and Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vural, B. (2004). *Eğitim öğretimde teknoloji ve materyal kullanımı*. İstanbul: Hayat Yayıncılık.
- Wang, H.C., Chang, C.Y. and Li, T.Y. (2007). The comparative efficacy of 2D- versus 3D-based media design for influencing spatial visualization skills. *Computers in Human Behavior*, 23, 1943–1957.

- Westera W., Hommes M.A., Houtmans M. and Kurvers H.J. (2003). Computer-supported training of psycho-diagnostic skills. *Interactive Learning Environments*, 11(3), 215–231.
- Wieman, C.E. and Perkins, K.K. (2006). A powerful tool for teaching science. *Nature Physics*, 2, 290-292.
- Williams, E.G. and Clement, J.J. (2006). Strategy levels for guiding discussion to promote explanatory model construction in circuit electricity. Physics Education Research Conference 2006. Physics Education Research Conference series Syracuse, NewYork: July26-27, Volume 883, pp.169-172.
- Williamson, V.M. and Jose, T.J. (2008). The effects of a two-year molecular visualization experience on teachers' attitudes, content knowledge, and spatial ability, *Journal of Chemical Education*, 85(5), 718-723.
- Winberg, T.M. and Berg, C.A.R. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1108-1133.
- Wittrock, M.C. (1989). Generative process of comprehension. *Educational Psychologist*, 24(4), 345-376.
- Woodfield, B.F. Catlin, H.R. Waddoups, G.L. Moore, M.S. Swan, R. Allen, R. Bodily, G. (2004). The virtual chemlab project: a realistic and sophisticated simulation of inorganic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 81(11), 1672-1678.
- Wu, H.K., Krajcik, J.S. and Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.
- Wu, K. and Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465–492.
- Yalçın, M. (2008). *Madde ve ısı ünitesinin öğretilmesinde bilgisayar destekli uygulamaların etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yenice, N. (2003). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin fen ve bilgisayar tutumlarına etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 79-85.

- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (6.Baskı) .Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, B. (2009). *Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, H.T. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Yıldız, S. (2009). *İlkokuma yazma öğretiminde çoklu ortam uygulamalarının etkililiği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Yiğit, N. (2004). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli uygulamaların başarıya etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 161. Web: <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/161/yigit.htm> 12.02.2010'de alınmıştır.
- Yiğit, N. ve Akdeniz, A.R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: elektrik devreleri örneği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 99-113.
- Yolcu, B. (2008). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile geliştirme çalışmaları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Young, Y.Y. (2004). *A learner-centered approach for training science teachers through virtual reality and 3D visualization technologies: Practical experience for sharing*. Conference Paper for The Fourth International Forum on Education Reform (September, 2004).
Web:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.129.4865&rep=rep1&type=pdf> 27.05.2011'de alınmıştır.
- Zhang, B., Liu, X. and Krajcik, J.S. (2006). Expert models and modeling processes associated with a computer-modeling tool. *Science Education*, 90(4), 579–604.

EKLER

EK-1 (AKADEMİK BAŞARI TESTİ)

1. Thomson atom modeliyle ilgili olarak;

- I. Thomson atomu üzümlü keke benzetmiştir.
- II. Pastanın hamur kısmı pozitif yükü temsil eder.
- III. Üzüm taneleri eksi yüklü elektronları temsil eder.

yukarıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

2. Thomson atom modeliyle ilgili olarak;

- I. Atomun gövdesini pozitif yük oluşturur.
- II. Elektronlar atomun çekirdeği etrafında rastgele hareket ederler.
- III. Protonlar atomun çekirdeğinde yoğunlaşmıştır.

yukarıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

3. 1911'de Rutherford yaptığı deney sonucunda yeni bir atom modeli geliştirmiştir. Bu modele göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Atomun yapısı, Thomson'un ileri sürdüğü gibi üzümlü kek şeklinde değildir.
- II. Bir atomda pozitif yükün tümü, çekirdek denilen küçük bölgede toplanmıştır.
- III. Çekirdeğin toplam kütlesi atomun kütlelerinin yaklaşık yarısı kadardır.
- IV. Alfa parçacıklarının büyük kısmı hiçbir saçılmaya uğramadığına göre atomda büyük boşluklar vardır.

- A) I ve II B) II ve III C) I, III ve IV D) I,II ve IV E) Hepsi

4. 1913 yılında Bohr yeni bir atom modeli ileri sürmüştür. Bu model Rutherford atom modelinin üzerine hangi yenilikleri eklemiştir?

- I. Atomun geometrik şeklini yeniden ortaya koymuştur.
- II. Atomlardan yapılan ışınların nedenini ortaya koymuştur.
- III. Atomun, pozitif yüklü bir çekirdek ile bunun etrafında kararlı yörüngeler üzerinde dolanan negatif yüklü elektronlardan oluştuğunu ortaya koymuştur.
- IV. Elektronların pozitif yüklü çekirdek etrafında dairesel yörüngelerde Coulomb kuvveti ve merkezciil kuvvetin eşitliği ile hareket ettiklerini ortaya koymuştur.

- A) I ve II B) II ve III C) I, III ve IV D) I,II ve IV E) Hepsi

5. Bohr atom modeline göre;

- I. Elektronlar elektromanyetik teorenin öngördüğü gibi dairesel hareketleri sırasında yörünge değiştirmedikçe ışıma yapmazlar.
- II. Elektronlar aldıkları enerji ile daha üst yörüngelere geçebilir veya enerji vererek alt yörüngelere inebilirler.
- III. Geçişler sırasında elektronun ayrıldığı ve geldiği yörüngelerdeki enerjilerin toplamına eşit değerde enerjiye sahip bir foton yayınlanır.

yukarıda verilen ifadelerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

6. Bohr atom modeliyle ilgili olarak; verilen ifadelerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- I. Bohr atom modeli tek elektronlu atomların yapısını açıklayabilir.
- II. Çok elektronlu atomların yapısını açıklamada yeterli olmayabilir.
- III. Bohr atom modeli günümüzde geçerliliğini korumaktadır.

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

7. Aşağıda atom modellerine ait bazı ifadeler yer verilmiştir. Hangi şıkta bu ifadelerin sahipleri ile ilgili yapılan eşleştirmeler doğru olarak verilmiştir?

- I. Atom bir küre şeklindedir ve pozitif yük bu kürenin içine düzgün dağılmıştır.
- II. Çekirdeğe yakın elektronun iyonlaşma enerjisi sonsuz uzaklıktaki elektronun enerjisinden daha küçüktür.
- III. Bütün maddeler atom adı verilen küçük parçalardan oluşmuştur.
- IV. Atom pozitif yüklü bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan oluşmuştur.

<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>
A) Thomson	Bohr	Dalton	Rutherford
B) Dalton	Rutherford	Thomson	Bohr
C) Rutherford	Thomson	Bohr	Dalton
D) Dalton	Bohr	Rutherford	Thomson
E) Thomson	Rutherford	Bohr	Dalton

8. Hidrojen atomunda n=4 enerji seviyesine uyarılan elektronun temel hale dönüşü sırasında kaç ışıma olabilir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

9. Hidrojenin spektrum serilerinden hangisi “görünür bölge” de yer alır?

- A) Lyman B) Balmer C) Paschen D) Bracket E) Pfund

10. Aşağıda verilen enerji değerlerinden hangisi Hidrojen atomuna ait enerji seviyelerinden biri değildir?

- A) -3.40 eV B) -2.75 eV C) -1.51 eV D) -0.85 eV E) -0.54 eV

11. Bohr atom modeline göre Hidrojen atomunda,

- I. Yörünge yarıçapları: $r_1, 4r_1, 9r_1, \dots, n^2r_1$ şeklinde kuantumlanmıştır.
 II. Elektronların hızları: $v_1, 4v_1, 9v_1, \dots, n^2v_1$ şeklinde kuantumlanmıştır.
 III. Elektronların enerjileri: $-E_1, -E_1/4, -E_1/9, \dots, -E_1/n^2$ şeklinde kuantumlanmıştır.
 IV. Bohr modeline göre elektronlar açısal momentumu $nh/2\pi$ olan kararlı yörüngelerde ışımaya yapmadan dolanırlar.

yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) I ve II B) I ve III C) I, II ve IV D) I, III ve IV E) Hepsi

12. Aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Atom herhangi bir uyarılma enerjisi almadan önce temel haldedir.
 II. Temel halde atom en kararlı yapıya sahiptir.
 III. Bir atom tarafından alınabilecek en küçük enerji miktarı o atomun I. uyarılma enerjisidir.
 IV. Bütün atomların birinci uyarılma enerjileri aynıdır.

- A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) II ve IV E) Hepsi

13. Aşağıda verilenlerden hangisi Rutherford'un açıklayamadığı durumlarından birisidir?

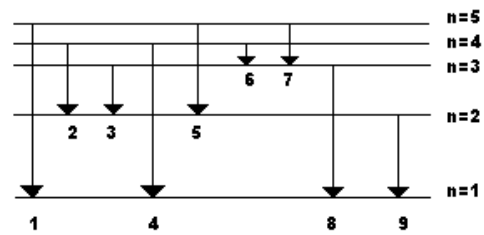
- A) Elektromanyetik teoriye göre, yörüngelerde ivmeli hareket yapan elektronların enerjilerinin azalması sonucu çekirdeğe düşmesi gerekirken, çekirdeğe düşmemelerini açıklayamamıştır.
 B) Atomun içinde büyük boşlukların olması gerektiğini açıklayamamıştır.
 C) Elektronların dış bir etki olmaksızın yörüngelerinden sapmalarının sebebini açıklayamamıştır.
 D) Atomun merkezinde yer alan çekirdeğin kütesinin, atomun toplam kütesine göre büyüklüğünü açıklayamamıştır.
 E) Atomun elektriksel olarak yüksüz olması gerektiğini açıklayamamıştır.

14. Yandaki şekilde uyarılmış hidrojen

atomuna ait bazı geçişler düzensiz

gösterilmiştir. Bu geçişlerden hangileri

Lyman serisine ait olabilir?



- A) 2, 4 ve 6
 B) 1, 5 ve 7
 C) 2, 5, 7 ve 8
 D) 1, 4, 8 ve 9
 E) 3, 6 ve 9

15. Hidrojen atomunda $n=5$ seviyesinden, $n=2$ seviyesine geçişte yapılan ışımaya hangi spektrum serisine aittir?

- A) Lyman B) Balmer C) Paschen D) Brackett E) Pfund

16. Hidrojen atomunda $n=6$ seviyesinden, $n=3$ seviyesine geçişte yapılan ışımaya dalgı boyu nedir?

($R=13,6 \text{ eV}$, $c=3.10^8 \text{ m/s}$, $h=6,62.10^{-34} \text{ Js}$)

- A) $12,1.10^{-7} \text{ m}$ B) $11,6.10^{-7} \text{ m}$ C) $10,9.10^{-7} \text{ m}$ D) $9,5.10^{-7} \text{ m}$ E) $8,9.10^{-7} \text{ m}$

17. Bohr atom modeli klasik görüşle oluşmasına rağmen, tek elektronlu (hidrojen) atomun yapısını iyi açıklamasının nedeni nedir?

- A) Elektronun ivmeli hareket etmediğini öne sürmesi
 B) Modelin güneş sistemini andıran bir model olması
 C) Rutherford saçılmasının sonuçlarını kabul etmesi
 D) Elektronun, açısal momentumu kuantumlu olacak biçimde kararlı yörüngelerde hareket ettiğini kabul etmesi
 E) Elektronun sadece alçak enerji seviyesine geçerken enerji kazanmasını kabul etmesi

18. Bir elektronun yörünge geçişindeki enerjiyi (E) veren ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $E_i + E_s$ B) $(E_i - E_s) / 2$ C) $E_s - E_i$ D) $(E_i + E_s) / 2$ E) $E_i - E_s$

19. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi Rutherford'un yaptığı deneyin sonuçlarından birisidir?

- A) Atomun içinde büyük boşluklar vardır.
 B) Atomun çekirdeği hacimce büyük, kütlece küçüktür.
 C) Elektronlar çekirdek çevresinde yörünge değiştirerek hareket ederler.
 D) Atomun şekli bir küre olarak düşünülmüştür.
 E) Bir atomun sahip olması gereken elektron sayısı 1'dir.

20. Aşağıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. Thomson modelinde atom (+) yüklü bir çekirdeğe sahiptir.
 II. Rutherford modelinde atom güneş sistemine benzetilmiştir.
 III. Rutherford modeli uyarılmış atomların belli frekanslarda ışınlar yaymalarını açıklayamamıştır.
 V. Bohr modelinde elektronlar kararlı yörüngelerde hareket ettikleri için enerji yaymazlar.

- A) I, II, IV B) I, II, III C) II, III, IV D) II, III E) I, III, IV

Akademik Başarı Testi Cevap Anahtarı

Soru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cevap	E	A	D	B	C	E	A	D	B	B
Soru	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Cevap	D	C	A	D	B	C	D	E	A	C

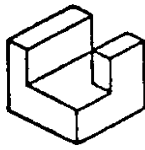
EK-2 (ZİHİNSEL MODEL TESTİ)

1. Thomson modeline göre atomun yapısı nasıldır? Çizerek açıklayınız.
2. Rutherford'un yapmış olduğu deneyde "altın yaprak" içerisinde gerçekleşen olayları ve bu olaylardan çıkan sonuçları çizerek anlatınız.
3. Rutherford atom modeline göre atomun geometrik şekli nasıldır?
4. Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.
5. Atomlarda "uyarılma" ve arkasından "temel hal"e dönüş nasıl gerçekleşir? Çizim yaparak izah ediniz.

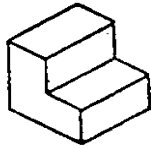
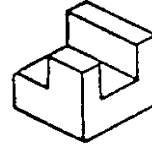
EK-3 (UZAMSAL CANLANDIRMA TESTİ)

YÖNERGE

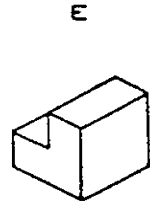
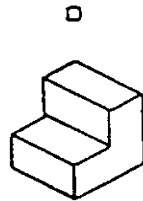
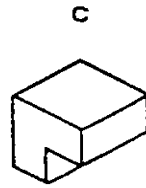
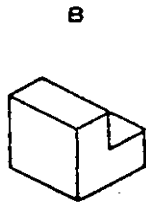
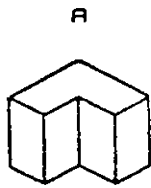
Bu test sizlerin üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini ne kadar iyi zihninizde canlandırabileceğinizi göstermek amacıyla hazırlanmış 20 çoktan seçmeli sorudan oluşturulmuştur. Bu testin içerdiği soru tipinden bir örnek aşağıdaki gösterilmiştir.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse



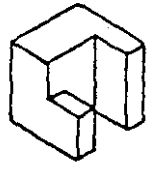
Her bir soru için, aşağıdakileri yapmalısınız;

1. Sorunun en üst sırasındaki nesnenin nasıl döndürüldüğünü belirle.
2. Sorunun orta sırasındaki nesnenin bir önceki ile aynı şekilde döndürüldüğünde nasıl görüneceğinin resmini zihninde canlandır.
3. Sorunun en alt sırasında verilen beş çizimden (A, B, C, D veya E) nesne döndürüldüğünde oluşan durumu göstereni seç ve cevap anahtarına işaretle.

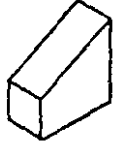
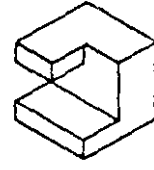
Yukarıda gösterilen örneğin doğru cevabı hangisidir?

A, B, C ve E cevapları yanlıştır. Sadece D nesnenin döndürüldükten sonraki görünümüdür. Unutmayın her sorunun sadece bir doğru cevabı var.

Şimdi yukarıda verilen örneği de dikkate alarak verilen döndürme uygulandığında nesnenin doğru durumunu gösteren çizimi seçmeye çalışınız.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

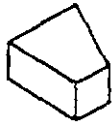
A

B

C

D

E



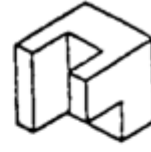
Bu örnekteki döndürme daha karmaşıktır. Bu örneğin doğru cevabı B dir.

NOT: Soru kâğıtları üzerindeki küçük çizgi, nokta vs şeklindeki karalamaları dikkate almayınız. Bunlar yazım hatalarından kaynaklanmaktadır.

Soru 1.

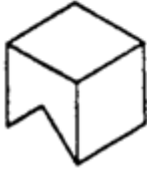


Döndürüldüğünde

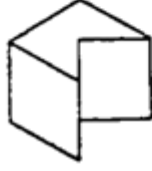


Aynı Şekilde Döndürülürse

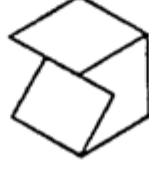
A



B



C



D



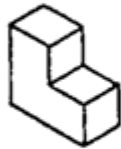
E



Soru 2.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

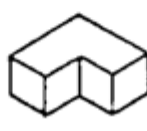
A



B



C



D



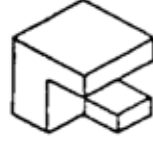
E



Soru 3.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



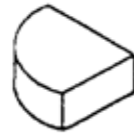
C



D



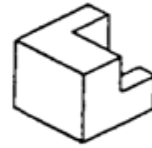
E



Soru 4.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



C



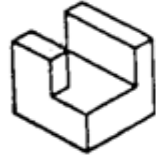
D



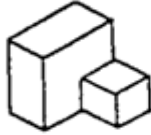
E



Soru 5.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

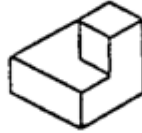
A



B



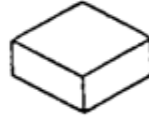
C



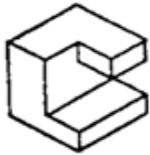
D



E



Soru 6.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



C



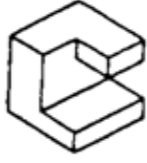
D



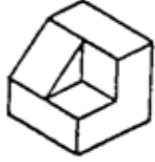
E



Soru 7.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

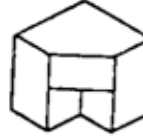
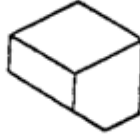
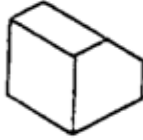
A

B

C

D

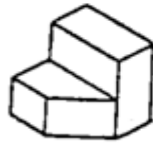
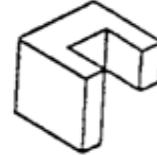
E



Soru 8.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

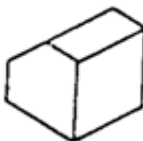
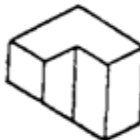
A

B

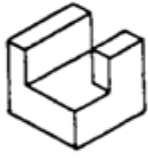
C

D

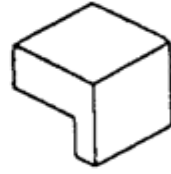
E



Soru 9.



Döndürüldüğünde

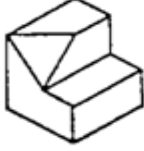


Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



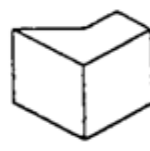
C



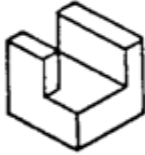
D



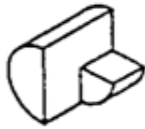
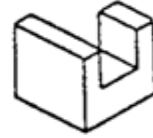
E



Soru 10.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



C



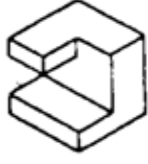
D



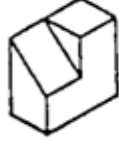
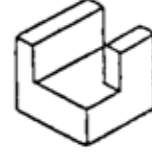
E



Soru 11.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

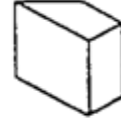
A

B

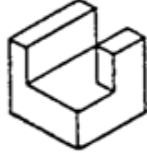
C

D

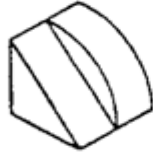
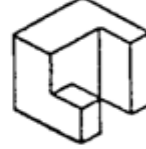
E



Soru 12.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

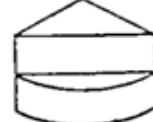
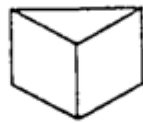
A

B

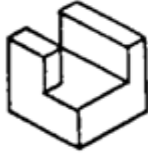
C

D

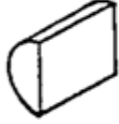
E



Soru 13.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A

B

C

D

E



Soru 14.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A

B

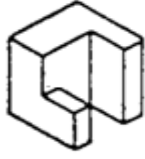
C

D

E



Soru 15.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

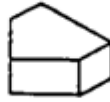
A

B

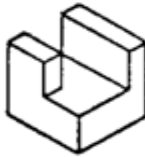
C

D

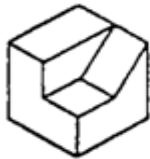
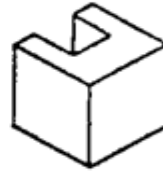
E



Soru 16.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

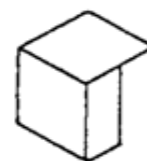
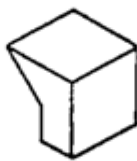
A

B

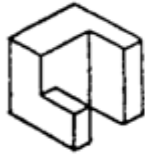
C

D

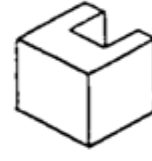
E



Soru 17.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

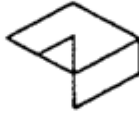
A



B



C



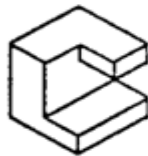
D



E



Soru 18.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



C



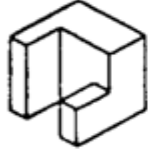
D



E



Soru 19.

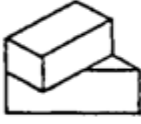


Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



B



C



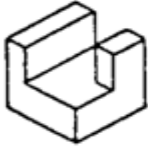
D



E



Soru 20.



Döndürüldüğünde



Aynı Şekilde Döndürülürse

A



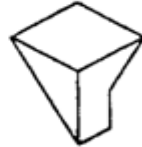
B



C



D



E

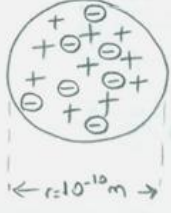


Uzamsal Canlandırma Testi Cevap Anahtarı

Soru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cevap	A	D	A	B	E	C	B	E	A	C
Soru	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Cevap	B	E	A	E	D	A	B	D	D	E

EK-5 (DG ÖĞRENCİLERİNİN ZMT KAPSAMINDA VERDİKLERİ CEVAPLARDAN ÖRNEKLER)

Thomson modeline göre atomun yapısı nasıldır? Çizerek açıklayınız.




★ Thomson, atom modelini pozitif yük yoğunluklu ve elektriksel yükü nötrleştirmek için de e^- ların da \oplus yüklerle bulunduğu bir model şeklinde izah etmiştir. e^- ların hareketi hakkında bir bilgisi yoktur.

★ Üzümli kek modeli de denir. e^- lar üzümlerini, \oplus lar da hamur kısmını temsil eder.


Rutherford'un yapmış olduğu deneyde "altın yaprak" içerisinde gerçekleşen olayları ve bu olaylardan çıkan sonuçları çizerek anlatınız.

Altın yaprakın görüntüsü.



★ Rutherford, altın yaprağa gelen parçacıkların büyük bir kısmının sapmaya uğramadan geçtiğini belli bir kısmının küçük açı yaparak sapacağını bazıları da büyük açılarla sapacağını görmüştür. Bu bir sebebe bağlamıştır. Atomun içinde büyük boşluklar bulunur demmiştir. Ayrıca pozitif yükün yoğun olduğu bir bölge vardır o da çekirdektir demmiştir. (çünkü He^+ tanecği \oplus yüklüdür eğer levhaya çarptıktan sonra saçılıyorsa demek ki aynı yüke sahip bir bölge vardır ve birbirlerini itiyorlardır.)

Rutherford atom modeline göre atomun geometrik şekli nasıldır?

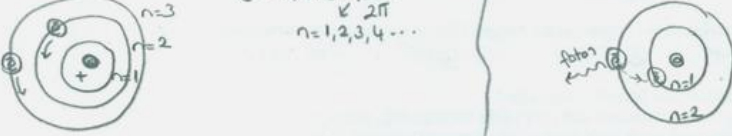


→ Merkezde $+$ yüklü çekirdek bulunur.
→ Etrafındaki yörüngelerde $f_c = f_m$ eşitliğinden kaynaklanan bir hareketle dolayan e^- lar bulunur.
→ Bu modeli güneş sistemine benzetmiştir.

Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.

① e^- lar L açısal momentumun tam katı olan yörüngelerde izmarı yapmadan dolaşır. $L = n\hbar = n \frac{h}{2\pi}$
 $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

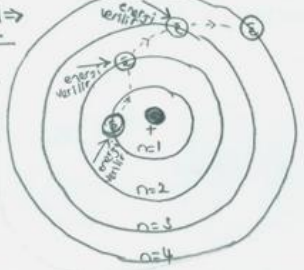
② Yüksek enerjili kararlı bir yörüngede e^- lar geçebilir. Düşük enerjili kararlı bir yörüngede e^- lar geçebilir.



Atomlarda "uyarılma" ve arkasından "temel hal"e dönüş nasıl gerçekleşir? Çizim yaparak izah ediniz.

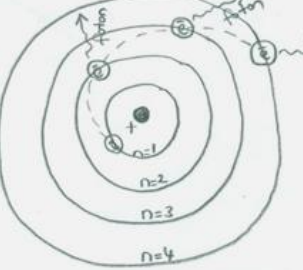
UYARILMA ⇒

Dışarıdan e^- na enerji verilir.

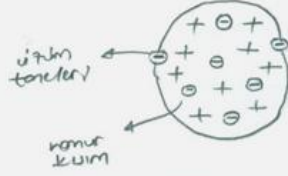


TEMEL HALE DÖNÜŞ ⇒

e^- , foton yayarak enerjisini azaltır. Temel hale geçer.



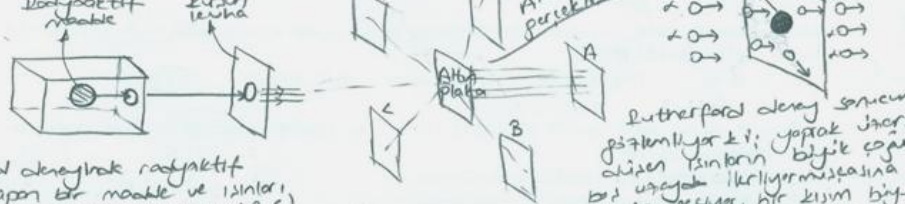
Thomson modeline göre atomun yapısı nasıldır? Çizerek açıklayınız.
Thomson atomu içimci bir keke ya da karpuzla benzetmiştir.



Thomson'un atom modelinde - taneler keke içerisindeki içim taneleriyle, + tanelerler ise kekin nemur kumuyla temsil edilmektedir.

Thomson elektronun hareketi hakkında herhangi bir şey söylememiştir zaten bu elektronları modelinde sabit olarak dizilmesini göstermiştir.

Rutherford'un yapmış olduğu deneyde "altın yaprak" içerisinde gerçekleşen olayları ve bu olaylardan çıkan sonuçları çizerek anlatınız.

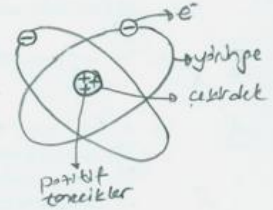


Rutherford deneyde radyoaktif maddeler yapmış bir madde ve ışınları pürmeye yarayan floresan (A, B, C) ekranlarını kullanmıştır. Rutherford pürme ışınları altın yaprak içine bir nöbetçi ışınları çalışmıştır. Bu ışınların aynı atom içerideki yapıdır.

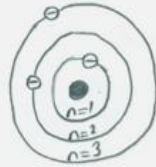
Rutherford deney sonucunda göstermiştir ki; yaprak içine çıkan ışınların büyük çoğunluğu bir açıyla ilerliyor. Bir kısmı büyük açıyla saçılmaya uğruyor ve küçük bir kısımda geri dönüyor. Tüm ışınlar aynı yöne gidiyor.

Rutherford atom modeline göre atomun geometrik şekli nasıldır?

Rutherford yaptığı deney sonucunda; atom içerisinde büyük boşlukların bulunduğunu, pozitif tanelerinin atom içerisinde bir alanda yoğunlaştığını, elektronların ise çekirdek etrafında dairesel hareketi yaptıklarını göstermiştir. Buna göre atomun geometrik şekli nasıldır?



Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekilde çizerek açıklayınız.



Bohr Rutherford'un açıkladığı 2. durumu ifade etmiştir.
1) Bohr'a göre atom içerisindeki dairesel elektronlar belirli yörünge ve enerji seviyelerinde bulunurlar.

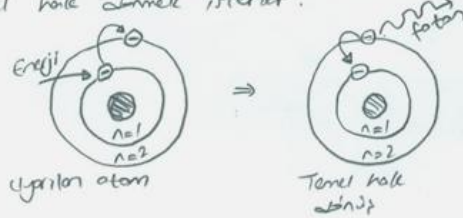
2) Yüksek enerjili bir yörüngeye daha düşük enerjili bir yörüngeye geçiş yapan elektronlar enerji kaybederler.

$$L = n \cdot \frac{h}{2\pi} \text{ sabit } (6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js})$$

temel yörünge

Atomlarda "uyarıma" ve arkasından "temel hal"e dönüş nasıl gerçekleşir? Çizim yaparak izah ediniz.

Bir atom için temel hal en kararlı haldir. Bir yörüngeye uyarılan atomlar en kısa sürede temel hale dönmeye isterler.

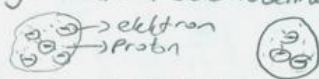


Temel hale geçmek için elektron ışınlar yapar. Işımlar farklı şekillerde olabilir; foton, ısı vb.

EK-6 (KG ÖĞRENCİLERİNİN ZMT KAPSAMINDA VERDİKLERİ CEVAPLARDAN ÖRNEKLER)

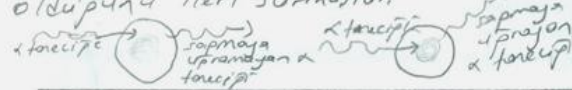
Thomson modeline göre atomun yapısı nasıldır? Çizerek açıklayınız. A

✓ Thomson atom yapısında pozitif yüklerin olduğunu ve bu atomu içlerinde (+) pozitif yükleri elektriksel olarak nötr yapabilecek sayıda (-) yüklerin homojen bir şekilde dağıldığını söylemiştir. Thomson ile sürdürdüğü bu yapıyı ütümli kek modeline benzetmiştir. Karpuzda buna örnek verebiliriz



Rutherford'un yapmış olduğu deneyde "altın yaprak" içerisinde gerçekleşen olayları ve bu olaylardan çıkan sonuçları çizerek anlatınız.

✓ Rutherford bu deneyde α ışınlarını kullanmıştır.
 ✓ α ışınları yüksek enerjili ve hızlı ışınlardır.
 ✓ α ışınlarının çok büyük bir kısmının sapmaya uğramadan geçtiğini,
 ✓ α ışınlarının bir kısmının sapmaya uğrayarak geçtiğini
 ✓ Rutherford bu olaylardan yola çıkarak atomun yapısında boşlukların olduğunu ileri sürmüştür.



Rutherford atom modeline göre atomun geometrik şekli nasıldır? B

✓ Rutherford; atom çekirdeğinin pozitif yüklerden oluşupunu ileri sürmüş, ve atomun ağırlığının çoğunluğunu pozitif yüklerden oluşan çekirdeğin oluşturduğunu söylemiştir. Atomun çekirdeğini, kütle çekimiyle güneşin etrafında dönen gezegenlere benzetmiştir. Elektronlarında pozitif yüklü çekirdeğin etrafında, Coulomb kuvvetiyle döndüğünü söylemiştir. Rutherford yaptığı farklı ölçümlerle atomun yapısına yeni bir boyut kazandırmada yeterince başarılı olmuştur.

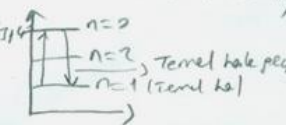
Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.

✓ Atom çekirdeğinin etrafında belirli yönlere ($L = \frac{n \cdot h}{2\pi}$ 'nin tam katları olan yörüngelerde) elektronlar dönerken, ışıma yapmadan döndüğünü söylemiştir Bohr.

✓ Bohr'un ikinci varsayımında ise, elektronlar bir alt enerji seviyesinden bir üst seviyeye geçmesi için enerjinin serbestliği ve elektronun yüksek enerjili bir enerji seviyesinden düşük enerjili bir enerji seviyesine geçerken ışıma yaptığını söylemiştir.

Atomlarda "uyarılma" ve arkasından "temel hal"e dönüş nasıl gerçekleşir? Çizim yaparak izah ediniz.


✓ Atomun uyarılması, atomun enerji almasıyla ilgilidir. Atom enerji almazsa uyarılmaz. Enerji almasıyla atom temel hal durumundadır. Elektronları 1. yörüngede bulunan atomlar temel halde dir. Uyarılan bir atom enerji alır ve üst enerji düzeylerine geçer. Tekrar enerjinin verildiği yörüngeye gelmesi atomun temel hale geçmesini sağlar.



EK-7 (DG ve KG ÖĞRENCİLERİNİN ZMT KAPSAMINDA VERDİKLERİ CEVAPLARDAN ÖRNEKLER, tüm kategoriler için)

Thomson modeline göre atomun yapısı nasıldır? Çizerek açıklayınız.


Thomson modeline göre atom (+) yük bulutunun oluşturan bir küredir ve bu kürede (-) yüklü elektronlar sistemi nötrleyecek şekilde serpiştirilmiştir. Bu atomu üzümlü keke benzetmiştir.



Rutherford'un yapmış olduğu deneyde "altın yaprak" içerisinde gerçekleşen olayları ve bu olaylardan çıkan sonuçları çizerek anlatınız.


Rutherford gönderdiği alfa taneçiklerinin sapmalarına göre;

- 1) α taneçiklerinin büyük bir kısmı hiç sapmaya uğramadan geçmiştir. Buna dayanarak atomun büyük boşlukların bulunduğunu söyleyebiliriz.
- 2) α taneçiklerini çok az bir kısmı 90° den büyük açılarla sapmaya uğramıştır. Buna dayanarak atomun bir (+) yükün bulunduğu söyleyebiliriz. Bunu alfa taneçiklerinin sapma açılarının 90° den büyük olmasıyla ilişkilendirilebilir.
- 3) α taneçiklerinin çok az bir kısmı ise hiç sapmaya uğramadan 180° açı ile geri dönmüştür. Buna dayanarak atomun merkezinde yükün olduğunu söyleyebiliriz.



Rutherford atom modeline göre atomun geometrik şekli nasıldır?


Bu atom modeline göre atomun içerisinde tam merkezinde (+) yüklü bir çekirdek ve etrafında (-) yüklü elektronların dönmesiyle oluşur. Çizim sistemi ne benzerdir.



Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.

iki postulatı;

- 1) Bir atomda elektronlar çekirdeğin çevresinde $L = n \frac{h}{2\pi}$ nin tam katları halinde ısın yapmadan dolaşır.
- 2) Bir atomda elektronlar tam kararlı yörüngelerde ısın yapmazlar. Ancak yüksek enerji kararlı bir yörüngeden düşük enerjili kararlı başka bir yörüngeye geçerken ısın yayarlar. Bu ısın $f_{foton} = \frac{E_i - E_s}{h}$ frekanslı bir foton şeklindedir.



Atomlarda "uyarıma" ve arkasından "temel hal'e" dönüş nasıl gerçekleşir? Çizim yaparak izah ediniz.

(-) (uyarımadan önce)

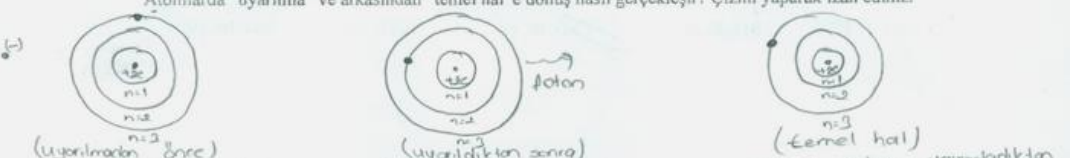
Atomlar üç şekilde uyarılır. Bu foton gönderilerek, ya elektron geçirdileret yada ısınla. Burada atoma elektron gönderilir.

(uyarıldıktan sonra)

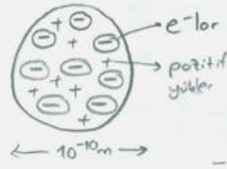
Atom uyarılınca $n=3$ yörüngesinde dolaşan e^- $n=2$ yörüngesine geçerek foton yayımlar.

(temel hal)

Atom foton yayımladıktan sonra temel haline yani uyarılmadan önceki haline geri dönmeye ister ve döner.



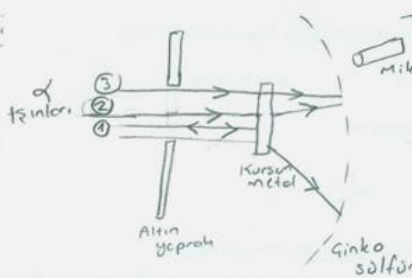
Thomson modeline göre atomun yapısı nasıldır? Çizerek açıklayınız.



- Thomson modelinde;
 - 1) Atom küresel bir şekle sahiptir.
 - 2) Atomun içerisinde nötrallığı sağlamak için (+) yüklü e⁻'lerden başka pozitif (+) yükler vardır.
 - 3) Atomun içerisinde e⁻ler serbest hareket ederler.
 - 4) Atomun içerisinde boşluklar vardır.
- Thomson bu modeli "üzüm suyu kek" benzetmiştir.

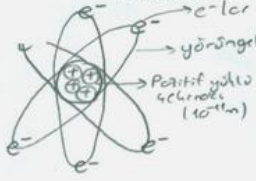
Thomson en önemli buluşu e⁻ler olmuştur.

Rutherford'un yapmış olduğu deneyde "altın yaprak" içerisinde gerçekleşen olayları ve bu olaylardan çıkan sonuçları çizerek anlatınız.



- Rutherford ve arkadaşları Thomson'un atom modelinin doğru olup olmadığını anlamak için bir deney tasarlamıştır. Deneyinde bir altın yaprak, bir metal kullanmıştır. Ağırca radyoaktif bir element olan Radium elementinin, çok hızlı α ışınlarını göndermiştir. Thomson modeline göre gönderilen ışınlar bir sapmaya uğramalıydı. Çünkü Thomson modeline göre atomın içi boşlukla yapıdaydı. α ışınları, e⁻ nüklüsünden 8000 kat daha büyüktü. Bu kadar büyük ışınları e⁻ler sapmaya uğratamazdı. Bu ancak, havaya atılan bir taşın tezi tezi ile çarpması kadar olmalıydı. Ancak deneyde farklı sonuçlar çıktı. Bazı ışınlar geldiği yönde geri döndü (1) (çok az bir kısmı), bazıları küçük sapmalara uğradı. Çok büyük bir kısmı ise sapmaya uğramadan geçti.

Rutherford atom modeline göre atomun geometrik şekli nasıldır?



Rutherford modelini görsel sistemine bantıyordu. Görsel sistemde gezegenler kütle çekim kuvveti ile burada e⁻ler coulomb kuvveti ile doluyordu.

- Bu sorulara göre, Rutherford modelini delini dakturmuştur. Rutherfordun açıkladığı noktalar üzerine ne ederken isimlerden dolayı enerji kaybedip çevresinde dönmelerini açıklıyor. Ağırca e⁻lerin sürekli ışına yapmalarında açıklıyor. Aynı şekilde Bohrun açıkladığı etrafında belli yörüngelerde n'in 1/2n katları şeklinde hareket eden isim yapmadan, her biri delendir. Bir alt enerji seviyesine geçerken foto yayımlarlar. Aynı seviyesine geçtiklerinde sin saçınlar. Bu fotozun enerji Bohr ayırıcı; $r_n = a \cdot \frac{22}{n}$ (yörünge yarıçapı), $E_n = -R \cdot \frac{22}{n^2}$ (enerji) ve $v_n = \frac{1}{n} \cdot \frac{2\pi h z e^2}{m}$ (n'li ifadelerinde bulunur).

Bohr atom modelinin temel varsayımlarını basit bir şekil çizerek açıklayınız.



- Bohr atom modelini delini dakturmuştur. Rutherfordun açıkladığı noktalar üzerine ne ederken isimlerden dolayı enerji kaybedip çevresinde dönmelerini açıklıyor. Ağırca e⁻lerin sürekli ışına yapmalarında açıklıyor. Aynı şekilde Bohrun açıkladığı etrafında belli yörüngelerde n'in 1/2n katları şeklinde hareket eden isim yapmadan, her biri delendir. Bir alt enerji seviyesine geçerken foto yayımlarlar. Aynı seviyesine geçtiklerinde sin saçınlar. Bu fotozun enerji Bohr ayırıcı; $r_n = a \cdot \frac{22}{n}$ (yörünge yarıçapı), $E_n = -R \cdot \frac{22}{n^2}$ (enerji) ve $v_n = \frac{1}{n} \cdot \frac{2\pi h z e^2}{m}$ (n'li ifadelerinde bulunur).

- Bohr atom modelini delini dakturmuştur. Rutherfordun açıkladığı noktalar üzerine ne ederken isimlerden dolayı enerji kaybedip çevresinde dönmelerini açıklıyor. Ağırca e⁻lerin sürekli ışına yapmalarında açıklıyor. Aynı şekilde Bohrun açıkladığı etrafında belli yörüngelerde n'in 1/2n katları şeklinde hareket eden isim yapmadan, her biri delendir. Bir alt enerji seviyesine geçerken foto yayımlarlar. Aynı seviyesine geçtiklerinde sin saçınlar. Bu fotozun enerji Bohr ayırıcı; $r_n = a \cdot \frac{22}{n}$ (yörünge yarıçapı), $E_n = -R \cdot \frac{22}{n^2}$ (enerji) ve $v_n = \frac{1}{n} \cdot \frac{2\pi h z e^2}{m}$ (n'li ifadelerinde bulunur).

Atomlarda "uyarıma" ve arkasından "temel hal"e dönüş nasıl gerçekleşir? Çizim yaparak izah ediniz.



- Bir elektron bir üst enerji seviyesinden temel hale geçerken, iki yörünge arasında enerji seviyesi farkı kadar enerji ışın olarak yayılır. Burada temel hal, atomun en düşük enerjili ve en kararlı halidir. Temel hale geçmesi son günün en düşük enerjili de ifadesine enerji denir. Bu her atom için farklıdır.

- Bir atom bir üst enerji seviyesine uyarılırsa üstten bir 2. enerji seviyesine farklı kadar ışık yayılır. Burada $E_f = E_1 - E_2$ 'da olur. Burada atom enerjisinin de $E_n = -\frac{R}{n^2}$ 'den olur. $E_1 = -E_1$ 'e eşittir. $E_2 = -\frac{R}{4} = -3,4e$

ÖZ GEÇMİŞ

Ağustos 1982'de Erzurum'da doğdu. İlkokulu Erzurum İnönü İlkokulunda tamamladıktan sonra 1993 yılında Erzurum Anadolu Lisesi'ni kazandı. Ortaokul ve lise öğrenimini burada tamamladı ve 2000 yılında buradan mezun oldu. Aynı yıl, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği programına girdi. 2004 yılı, Haziran ayında buradaki öğrenimini tamamladı ve aynı sene içerisinde Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Aralık 2005 tarihinde enstitü görevlendirmesi ile aynı üniversitede, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.'da Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2007 Temmuz ayında Yüksek Lisansını tamamlayan Akıllı aynı yıl doktora eğitimine başladı. Halen aynı bölümde Eğitim Bilimleri Enstitüsü görevlendirmesi ile görevine devam etmektedir. Deniz ile evli olan Akıllı'nın yabancı dili İngilizce'dir.