

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**“GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ” ÜNİTESİ İÇİN
BİLİŞSEL YÜK KURAMI İLKELERİNE GÖRE GELİŞTİRİLEN
TEKNOLOJİ DESTEKLİ REHBER MATERYALLERİN
ETKİLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Erdem KAYA

**TRABZON
AĞUSTOS, 2015**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**“GÜNEŞ SİSTEMİ VE ÖTESİ: UZAY BİLMECESİ” ÜNİTESİ İÇİN
BİLİŞSEL YÜK KURAMI İLKELERİNE GÖRE GELİŞTİRİLEN
TEKNOLOJİ DESTEKLİ REHBER MATERYALLERİN
ETKİLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Erdem KAYA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü’nce Doktora Unvanı
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Salih ÇEPNİ**

**TRABZON
AĞUSTOS, 2015**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 13/08/2015

Tez Danışmanı : Prof Dr. Salih ÇEPNİ



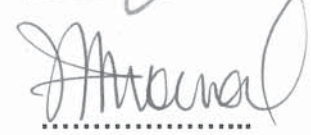
Üye : Prof. Dr. Ali Günay BALIM



Üye : Doç. Dr. Erol TAŞ



Üye : Doç. Dr. Hasan KARAL



Üye : Doç. Dr. Tuncay ÖZSEVGİ



Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Erdem KAYA

13/08/2015

ÖN SÖZ

Güneş ve Ay tutulmaları, yıldız kaymaları, kuyruklu yıldız geçişleri gibi birçok ilginç olay eski çağlardan bu yana insanların dikkatini çekmiştir. Bu tür olayların sistematik bir şekilde izlenip kayıtlarının tutularak yorumlanması ile astronomi biliminin gelişmesi sağlanmıştır. Astronomi, temel bilimler için çok önemli bir disiplindir. Fizik, kimya, matematik ve diğer bilim dalları ile birlikte gelişimi ilerleyen astronomi, bireylere doğru ve mantıklı düşünme becerileri kazandırarak bilimsel gerçekleri etkili bir şekilde kullanmalarını sağlar. Ayrıca; bireylerin merak, hayal gücü ve keşif duygularını harekete geçirerek bilimsel ve teknolojik gelişmeleri destekler. Bu nedenle astronomi konularının yer aldığı ünitelerin öğretilmesine önem verilmesi gerekmektedir. Nitekim bu çalışmada; 7. sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinin öğretiminde Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre teknoloji destekli rehber materyaller geliştirilmiş ve etkililikleri araştırılmıştır.

Doktora tezi danışmanlığımı üstlenerek, çalışmanın yürütülmesi sırasında yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Salih ÇEPNİ'ye sonsuz şükranlarımı sunarım. Mesleki ve kişisel tecrübeleri ile tez çalışmasının bütün aşamalarında yol gösteren sayın hocalarım Doç. Dr. Tuncay ÖZSEVGECİ ve Doç. Dr. Hasan KARAL'a minnettarlığımı bildirmek isterim. Manevi yardım ve desteklerini benden esirgemeyen hocam Doç. Dr. Erol TAŞ ve Doç. Dr. Beyhan İŞBAKAN TAŞ'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Tezin pilot ve asıl uygulamalarında yardımcı olan Fen ve Teknoloji öğretmenleri; Sn. Mustafa ALAN ve Sn. Hüseyin YORULMAZ'a minnettarlığımı belirtmek isterim.

Son olarak; her türlü sıkıntıma katlanan, yardımlarını eksik etmeyen çok kıymetli eşim Hümeysra Çağlayan KAYA, varlıkları ile her zaman beni mutlu eden kızlarım Öykü Doğa KAYA ve Deniz Selen KAYA'ya çok teşekkür ederim. Madden ve manen hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve yardımlarını benden hiçbir zaman esirgemeyen annem Nebahat KAYA, kıymetli babam Abdulkadir KAYA, kardeşlerim Özlem İNALÖZ, Çiğdem KAYA AVCI ve FİGEN ÇIPLAK'a sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Bu zor süreçte desteklerini yanımda hissettiğim kayınvalidem Ceyhan ACARTÜRK ve kayınpederim Hüreyde ACARTÜRK'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Erdem KAYA
Trabzon, 2015

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xx

1. GİRİŞ.....	1
1. 1. Araştırmanın Amacı	9
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	10
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	12
1. 4. Araştırmanın Varsayımları.....	13
1. 5. Tanımlar.....	13
2. LİTERATÜR TARAMASI	14
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi.....	14
2. 1. 1. İnsan Bilişsel Yapısı	14
2. 1. 1. 1. Çalışan Bellek.....	14
2. 1. 1. 2. Uzun Süreli Bellek.....	16
2. 1. 2. Doğal Bilgi İşlem Sistemleri.....	17
2. 1. 2. 1. Bilgilerin Depolanması İlkesi	18
2. 1. 2. 2. Ödünç Alma ve Yeniden Düzenleme İlkesi.....	18
2. 1. 2. 3. Rastgele Bilgi Oluşturma Ve Test Etme İlkesi	19
2. 1. 2. 4. Değişimin Dar Sınırları İlkesi	20
2. 1. 2. 5. Çevresel Düzenleme ve Birleştirme İlkesi	21
2. 1. 3. Bilişsel Yük Kuramı	21
2. 1. 4. Bilişsel Yük Türleri.....	22
2. 1. 4. 1. Asıl Bilişsel Yük.....	22
2. 1. 4. 2. Konu Dışı Bilişsel Yük.....	23
2. 1. 4. 3. Etkili Bilişsel Yük.....	25

2. 1. 5. Bilişsel Yüke Neden Olan Faktörler	26
2. 1. 6. Bilişsel Yük Kuramı ve Öğrenme	27
2. 1. 7. Bilişsel Yükün Yapısı	28
2. 1. 8. Bilişsel Yükün Ölçülmesi	30
2. 1. 8. 1. Öznel Teknikler	30
2. 1. 8. 2. Fizyolojik Teknikler	31
2. 1. 8. 3. Görev-Performansa Dayalı Teknikler	31
2. 1. 9. Bilişsel Yük Etkileri	31
2. 1. 9. 1. Hedeften Bağımsız Etkisi	32
2. 1. 9. 2. Çalışılmış Örnek Etkisi	34
2. 1. 9. 3. Problem Tamamlama Etkisi	35
2. 1. 9. 4. Bölünmüş Dikkat Etkisi	37
2. 1. 9. 5. Biçem Etkisi	37
2. 1. 9. 6. Gereksizlik Etkisi	38
2. 1. 9. 7. Öge Etkileşimi Etkisi	39
2. 1. 9. 8. Yalıtılmış Etkileşimli Öğeler Etkisi	40
2. 1. 9. 9. Hayal Etme Etkisi	41
2. 1. 9. 10. Uzmanlıkta Tersine Dönmesi Etkisi	41
2. 1. 9. 11. Rehberliğin Azaltılması Etkisi	42
2. 1. 9. 12. Geçici Bilgi Etkisi	43
2. 1. 10. Dört Bileşenli Öğretim Tasarımı Modeli	44
2. 1. 10. 1. Öğrenme Görevleri	46
2. 1. 10. 2. Destekleyici Bilgiler (Supportive Information)	46
2. 1. 10. 3. İşlem Bilgileri (Procedural Information)	46
2. 1. 10. 4. Kısmi-görev uygulamaları	46
2. 1. 11. Bilişsel Yük Kuramı İle İlgili Yapılan Çalışmalar	47
2. 1. 11. 1. Bilişsel Yük Kuramı İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	47
2. 1. 11. 2. Bilişsel Yük Kuramı İle İlgili Yurt İçinde Yapılmış Çalışmalar	52
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu	56
3. YÖNTEM	57
3. 1. Araştırmanın Modeli	57
3. 2. Araştırmanın Örnekleme	58
3. 3. Verilerin Toplanması	58
3. 3. 1. Veri Toplama Araçları	60
3. 3. 1. 1. Başarı Testi	60

3. 3. 1. 2. Hatırlama Testi.....	61
3. 3. 1. 3. Bilişsel Yük Ölçeği	62
3. 3. 1. 4. Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Hazırlanan Öğretim Tasarımı Hakkında Öğrenci Görüş Anketi.....	63
3. 3. 2. Veri Toplama Süreci / Deneysel İşlem / Uygulama Akışı	63
3. 3. 2. 1. Deney Grubu İçin Öğretim Yazılımının Geliştirilmesi	63
3. 3. 2. 2. Pilot Uygulama.....	65
3. 3. 2. 2. 1. Deney Grubuna Yapılan Pilot Uygulama.....	65
3. 3. 2. 3. Asıl Uygulama	69
3. 3. 2. 3. 1. Deney Grubuna Yapılan Asıl Uygulama	69
3. 3. 2. 3. 2. Kontrol Grubuna Yapılan Asıl Uygulama	71
3. 4. Verilerin Analizi	72
3. 4. 1. Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	73
3. 4. 2. Hatırlama Testlerinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	73
3. 4. 3. Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	74
3. 4. 4. Öğrenci Görüş Anketinden Elde Edilen Verilerin Analizi	74
4. BULGULAR	75
4. 1. Başarı Testi Uygulamalarından Elde Edilen Bulgular	75
4. 1. 1. Başarı Testi Ön Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular	75
4. 1. 2. Başarı Testi Son Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular	76
4. 1. 3. Başarı Testi Kalıcılık Uygulamasından Elde Edilen Bulgular	76
4. 2. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Birinci Oturumundan Elde Edilen Bulgular	77
4. 2. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular.....	77
4. 2. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular	79
4. 2. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular.....	81
4. 3. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin İkinci Oturumundan Elde Edilen Bulgular	88

4. 3. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	88
4. 3. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular.....	90
4. 3. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	92
4. 3. 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular	96
4. 4. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Üçüncü Oturumundan Elde Edilen Bulgular	99
4. 4. 1. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	99
4. 4. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular.....	101
4. 4. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	103
4. 4. 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular	107
4. 5. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Genelinden Elde Edilen Bulgular.....	110
4. 5. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular.....	110

4. 5. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular	112
4. 5. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular	114
4. 5. 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular	118
4. 6. Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Hazırlanan Öğretim Yazılımı Hakkında Öğrenci Görüş Anketinden Elde Edilen Bulgular	121
5. TARTIŞMA	124
5. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Puanlarına İlişkin Bulgularla İlgili Tartışma	124
5. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5, Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma	125
5. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5, Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma	128
5. 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9, Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma	132
5. 5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9, Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma	133
5. 6. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15, Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma	136
5. 7. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15, Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma	137

5. 8. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Genelinden Elde Edilen Bulgular İle İlgili Tartışma	140
5. 9. Öğrenci Görüş Anketinden Elde Edilen Bulgular İle İlgili Tartışma.....	143
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	144
6. 1. Sonuçlar.....	144
6. 2. Öneriler	147
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler	148
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler.....	148
7. KAYNAKLAR	149
8. EKLER.....	161
9. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ.....	163

ÖZET

“Güneş Sistemi Ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” Ünitesi İçin Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Geliştirilen Teknoloji Destekli Rehber Materyallerin Etkililiğinin Belirlenmesi

Bu çalışmanın amacı; ilköğretim 7. sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilen teknoloji destekli rehber materyaller ile yapılan öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına, bilişsel yüklenmelerine ve öğretimin verimliliğine etkilerini incelemektir. Çalışmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Asıl uygulama Ordu İli Ünye İlçesinde bulunan Anafarta İlköğretim Okulu’nun iki farklı şubesinde bulunan toplam 67 ilköğretim yedinci sınıf öğrencisi ve bir fen ve teknoloji öğretmeni ile birlikte yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak; Başarı Testi, Hatırlama Testleri, Bilişsel Yük Ölçekleri ve Öğrenci Görüş Anketi kullanılmıştır. Başarı Testi hem grupların denkliliğini belirlemek amacıyla ön test, hem de uygulamadan sonra son test olarak kullanılmıştır. Hatırlama Testleri ve Bilişsel Yük Ölçekleri her oturumda uygulanmıştır. Bunun yanında öğrenci görüş anketi, deney grubundaki öğrencilerin hem öğretim yazılımı hem de öğretim tasarımı hakkındaki görüşlerini belirlemede yararlanılmıştır. Nicel veriler; bağımsız t-testi, Mann-Whitney U testi, ANOVA, Kruskal-Wallis H testi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, deney ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki karşılaştırmada Bonferroni ve Mann-Whitney U testleri kullanılmıştır. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilen rehber materyaller hakkındaki Öğrenci Görüş Anketi analizi ise betimleyici istatistik ile yapılmıştır.

Deney grubunda uygulanan rehber materyallerin kontrol grubunda uygulanan mevcut öğretim materyali ile kıyaslandığında öğrencilerin akademik başarılarını artırmada anlamlı derecede etkili olduğu tespit edilmiştir ($t_{(65)} = -4,688$; $p < 0.05$). Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilen animasyonlar ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin süreçte eğlenerek kalıcı ve anlamlı öğrenmelerine katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre bilişsel olarak daha düşük yüklenmeleri sonucunda daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Çalışma yapılan önerilerle tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi, Bilişsel Yük Kuramı, Bilişsel Yük, Öğretim Verimliliği, Animasyon

ABSTRACT

Determining The Effectiveness of Technology Supported Guided Materials Based on Cognitive Load Theory Principles Related to “Solar System and Beyond: Space Puzzle” Unit

The aim of this study is to investigate the effect of guide materials based on Cognitive Load Theory principles relate to “Solar System and Beyond: Space Puzzle” unit on 7th students’ achievements, cognitive load and instructional efficiency. Semi-experimental research design was used in this study. Main application is carried out with 67 grade 7 students and 1 science and technology teacher in Anafarta Elementary School in Ünye. Data are obtained with; .Achievement Test, Retention Tests, Cognitive Load Scales and Student Opinion Questionnaire. Achievement Test was used both as a pre test to determine the equivalency of the groups and post test after the application. Retention Tests and Cognitive Load Scales were implemented at each concept learning and sessions during the process. Besides, Student Opinion Questionare was only used to elicit students’ opinions in the experimental group regarding to both the animations and instructional design. The quantitative data analyzed with Independent t-test, Mann-Whitney U, ANOVA and Kruskall-Wallis H. Bonferroni and Mann-Whitnet U tests were used to compare the differences of expert and novice students enrolled in the experimenatl and control groups. Student Opinion Questionnaire related to animations and instructional design prepared according to Cognitive Load Theory principles was analyzed by using descriptive statistics.

It is determined that guided materials based on Cognitive Load Theory principles made significant meaningful effect on studnets’ achievement compared with current instruction program ($t_{(65)} = -4.688$; $p < 0.05$). It was found that; learning environment enriched with animations developed Cognitive Load Theory principles provide the learning environment by having fun, permanent and meaningful learning. Compared to students in the control group, students in the experimental group learned with guide materials based on Cognitive Load Theory principles have lower cognitive load and it was concluded that they provide more effective learning. The study completed with further implications and suggestions to researchers.

Keywords: Solar System and Beyond: Space Puzzle, Cognitive Load Theory, Cognitive Load, Instructional Efficiency, Animation

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Yıldızlar Kavramı Bilişsel Yük Ölçeği Örneği	31
2.	Bilişsel Yük Etkileri ve İlgili Bilişsel Yük Türleri (Plass, Moreno ve Brünken, 2010, s., 30).	32
3.	Örneklemdaki Öğrencilerin Cinsiyet ve Uygulama Gruplarına Göre Dağılımları.....	58
4.	Başarı Testindeki Soruların Kazanımlara Göre Dağılımı	60
5.	Ünite Kapsamı	64
6.	Deney Grubuna Yapılan Asıl Çalışmanın 1. Ders Uygulama Akışı Örneği	70
7.	Kontrol Grubuna Yapılan Asıl Çalışmanın 1. Ders Uygulama Akışı Örneği	72
8.	Veri Toplama Araçları, Ölçtüğü Değişkenler, Kullanıldığı Aşamalar ve Analiz Yöntemleri	73
9.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Ön Test Uygulaması t-testi Sonuçları.....	75
10.	Başarı Testi ön test ve son test uygulamaları ortalama puanları.....	76
11.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Uygulaması t-testi Sonuçları.....	76
12.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Kalıcılık Uygulaması t-testi Sonuçları	77
13.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri BYÖ Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri.....	78
14.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	78
15.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları.....	79
16.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları	80

17.	Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	81
18.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarının Betimsel İstatistikleri.....	82
19.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları.....	83
20.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	83
21.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları.....	84
22.	Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları.....	84
23.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları	85
24.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları.....	87
25.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	87
26.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri.....	89
27.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 Ortalama Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları	89
28.	Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre t-testi Sonuçları	90
29.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları.....	91
30.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları.....	92

31.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Betimsel İstatistikleri	93
32.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 Puanlarına Göre Kruskall-Wallis H Testi Sonuçları	94
33.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	94
34.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları	95
35.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Bonferroni Testi Sonuçları	95
36.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları	96
37.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskall-Wallis H Testi Sonuçları	98
38.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	98
39.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarının Aritmetik ortalamalarının Betimsel İstatistikleri	100
40.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları	100
41.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları	101
42.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları	103
43.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Betimsel İstatistikleri	103

44.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 Puanlarına Göre Kruskall-Wallis H Testi Sonuçları.....	104
45.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	105
46.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları	106
47.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Bonferroni Testi Sonuçları.....	106
48.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları.....	107
49.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskall-Wallis H Testi Sonuçları.....	109
50.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	109
51.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri.....	110
52.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Uygulaması t-testi Sonuçları.....	111
53.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	111
54.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Ünite Geneli Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları.....	112
55.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları.....	114
56.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Betimsel İstatistikleri.....	114

57.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları	115
58.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	116
59.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları	116
60.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Bonferroni Testi Sonuçları	117
61.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları	118
62.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları	120
63.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	120
64.	Öğrencilerin Anketteki Her Bir Soruya Verdikleri Cevabın Frekansları ve Yüzdeleri.....	121

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Baddeley ve Hitch tarafından önerilen çalışan bellek modeli (Baddeley ve Hitch, 1974).....	15
2.	Çalışan belleğin görsel ve sözel kanaldan oluşan yapısı (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005).	16
3.	Konu dışı bilişsel yüke örnek materyal tasarımı. Bölünmüş dikkat etkisi örneği (Tindall-Ford, Chandler ve Sweller, 1997).	24
4.	Konu dışı bilişsel yükün azaltıldığı örnek materyal tasarımı (Tindall-Ford, Chandler ve Sweller, 1997).	25
5.	Bilişsel yük yapısının şematik gösterimi (Paas ve van Merriënboer, 1994).....	29
6.	Dört bileşenin şematik gösterimi: öğrenme görevleri, destekleyici bilgiler, işlem bilgisi ve kısmi görev uygulaması (van Merriënboer ve Kirschener 2003, s., 14).....	45
7.	Araştırma kapsamında izlenen adımların iş akış diyagramı.....	59
8.	Deney ve kontrol gruplarında yürütülen birinci oturum öğretim etkinliğinin verimlilik grafiği üzerinde gösterimi	80
9.	Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin birinci oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi.....	86
10.	Deney ve kontrol gruplarında yürütülen ikinci oturum öğretim etkinliğinin verimlilik grafiği üzerinde gösterimi	91
11.	Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin ikinci oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi.....	97
12.	Deney ve kontrol gruplarında yürütülen üçüncü oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi.....	102
13.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi.....	108
14.	Deney ve Kontrol Gruplarında Yürütülen Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi.....	113

15.	Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi.....	119
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
ANOVA	: Tek Yönlü Varyans Analizi
DU	: Deney Uzman
DUO	: Deney Uzman Olmayan
KU	: Kontrol Uzman
KUO	: Kontrol Uzman Olmayan
BYÖ	: Bilişsel Yük Ölçeği

1. GİRİŞ

Bilginin hızla deęiřmesi, bilgiye duyulan ihtiyacın giderek artması, internet ve dięer iletiřim teknolojilerinin hızlı bir řekilde ilerlemesi 21. yūzyılda űlkeleri bireysellikten dūnya vatandařlıęı kavramına yōneltmiř ve űğrencilerin dūnya vatandařı olma yolunda çaęın gerektirdięi nitelikte yetiřtirilmesi űlkelerin en temel hedeflerinden biri haline gelmiřtir. Kūreselleřen dūnyada çok uluslu kuruluřlar ve iřletmeler ekonomiye hākim olmuř; ekonomide, saęlıkta, turizmde, eęitimde ve dięer űretim ve hizmet alanlarında kıyasıya bir rekabet bařlamıřtır. Bu sūrete insan kaynakları açısından yetiřmiř elemanı olan, bilgi ve teknoloji űreten űlkeler ayakta kalmakta, dięerleri ise bu űlkelerin takipçisi ve pazarı konumuna dūřmektedirler. Bu nedenle űlkemiz açısından da çocuklarımızı ve generimizi dūnyanın her tarafında geçerlilięi olan bilgiyle donatacak ve onları bilgi ve teknoloji űretecek boyutta yetiřtirme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bunun bilincinde olan űlkeler eęitime daha çok kaynak ayırmaya çalıřmakta ve insan kaynaklarına daha çok yatırım yapmaktadırlar. Bu amaçla Milli Eęitim Bakanlığı (MEB), eęitim ve űretimde fırsat eřitlięini saęlamak ve okullardaki teknolojiyi iyileřtirmek amacıyla biliřim teknolojileri araçlarının űğrenme-űğretme sūrecinde daha fazla duyu organına hitap edilecek řekilde derslerde etkin kullanımı için FATİH (Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileřtirme Hareketi) projesini hayata geçirmiřtir.

FATİH projesi kapsamında her sınıfa bir akıllı tahta, her űğretmen ve űğrenciye de birer tablet bilgisayar verilmesi planlanmaktadır. Akıllı tahta ve tablet bilgisayarlar okullardaki kablosuz aę ile internete aılabilecek, eęitim içerikleri űğretmenler tarafından akıllı tahta űzerinden aktarılabilecek, űğrenciler tarafından ise tablet bilgisayarlar űzerinden takip edilebilecektir. űğretim programlarına uygun ve derslerde yardımcı birer ders materyali olarak kullanılmak űzere elektronik içerikler saęlanacaktır. Bu e-içeriklerin ses, video, animasyon, sunu, fotoęraf/resim gibi çoklu ortam bileřenleri ile desteklenmiř űğrenme nesnelereinden ve etkileřimli e-kitaplardan oluřması planlanmıřtır. Bu e-içeriklere űğretmenler ve űğrenciler web tabanlı ortamlarda hem evrimii hem de evrimdiři olarak EBA (Eęitim Biliřim Aęı) adı verilen bir sosyal eęitim platformu űzerinden kolaylıkla ulařabilecektir. Bu platformun amacı; okulda, evde, kısacası ihtiyaç duyulan her yerde biliřim teknolojileri araçlarını kullanarak etkili materyal kullanımını destekleyip teknolojinin eęitime entegrasyonunu saęlamaktır. EBA, sınıf seviyelerine uygun, güvenilir ve doęru e-içerikler sunmak için oluřturulup geliřtirilmeye devam etmektedir (eba.gov.tr). Tablet bilgisayarlarda da tūm e-içeriklerin zenginleřtirilmiř kitap (z-kitap) ve elektronik kitap (e-kitap) olarak yer alması planlanmaktadır.

FATİH projesi ile öğrencilerin derslere ilgi ve katılımlarının artması, dolayısıyla okula devam oranlarının artması ve sınıf içi davranışların iyileşmesi; öğrenciler arasında işbirliğinin artması ve gelişmesi; akıllı tahta ve tablet bilgisayarlar ile bireyselleştirilmiş e- içerikler sayesinde öğrenci merkezli öğretim yönteminin benimsenmesi; e-kitaplar sayesinde basılı ders kitabı maliyetinin azaltılması; oyun, animasyon ve benzetim gibi görsel ve işitsel öğrenme araçlarının daha çok kullanılması; öğrencinin gelişiminin izlenmesi ve ayrıntılı veri analizine olanak sağlanması beklenmektedir (Pouzevara, Dinçer, Kipp ve Sarıışık, 2013).

Bilişim teknolojileri araçları; kişilerin, kurumların ve şirketlerin işlerini daha verimli, kaliteli ve hızlı hale getirmeleri için kullanılması gereken çağdaş araçlardır (Sağiroğlu, 2001). Bilişim teknolojisi araçları ile daha fazla duyu organına hitap edebilmek için çoklu ortamların öğretim sürecine dâhil edilmesi gerekir. Çoklu ortam; belirli bir içeriğin sunumu için metin, grafik, canlandırma, fotoğraf, video ve ses gibi farklı sembol sistemlerinin birbirlerini tamamlayacak biçimde bütünleştirilmesidir (Aldağ ve Sezgin, 2002). Bu sembol sistemlerinin belirli tasarım ilkelerine göre bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için insan bilişsel yapısının, özellikle çalışan belleğin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. İnsan bilişsel yapısını temel alan öğretim tasarım modellerinden birisi de Bilişsel Yük Kuramı'dır.

Bilişsel Yük Kuramı; John Sweller tarafından ortaya atılmış, eğitim psikolojisi ve öğretim tasarımı alanlarında etkili olan bir kuramdır. Bilişsel Yük Kuramının gelişimi, 1970'lerin sonunda öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye odaklanarak başlamıştır (Sweller, 1976). Özellikle cebir ve geometri alanlarında öğrencilerin problem çözme becerilerini çok sayıda problem çözerek geliştirdiklerine inanılır. Fakat yapılan birçok çalışmada, problem çözmenin yüksek miktarda çalışan bellek kapasitesi gerektirdiği görülmüştür. Öğrencinin konu ile ilgili ön bilgisi yetersiz ise, öğrenci problemin çözümü için araç-amaç analizi yapmak zorundadır. Bu da öğrencinin; şimdiki problem durumunu, hedef durumu, alt hedefleri, bu durumlar arasındaki ilişkileri ve hedefe ulaşabilmek için gerekli olası işlemleri sürekli olarak çalışan belleğinde tutmasını gerektirir. Bu nedenle, bu tekniğin daha düşük öğrenme ile sonuçlandığı ortaya çıkmıştır (Sweller, 1980). Problem çözmenin gerektirdiği yüksek çalışan bellek miktarını düşürmek amacıyla, verilenlerden yola çıkarak elde edilebilen tüm sonuçlara ulaşmayı amaçlayan hedeften bağımsız problemler etkisi ortaya atılmıştır. Hedeften bağımsız problemlerde, herhangi bir hedef durum istenmediği için bu durumların bellekte tutulmasına gerek olmamakta; dolayısıyla öğrencilerin bu durumlara ulaşmak için gerekli işlemleri de düşünmek zorunda olmadıkları için çalışan bellek kapasitesi daha fazla harcanmamaktadır. Bu şekilde, hedeften bağımsız problemlerin geleneksel problem çözmeye göre daha iyi öğrenme ile sonuçlandığı ortaya çıkmıştır (Sweller ve Levine, 1982).

Daha sonraki araştırmalar, bir öğrenme ve öğretme metodu olarak çalışılmış örnekler etkisi gibi alternatif yöntemlerin geleneksel problem çözmeye göre daha etkili olduğunu göstermiştir (Sweller ve Cooper, 1985; Cooper ve Sweller, 1987). 1980'lerin sonunda, bu tür sonuçları açıklamak amacıyla bilişsel yük kavramı ortaya atılmıştır (Sweller, 1988; Sweller, Chandler, Tierney ve Cooper, 1990). Bilişsel yük, bilginin çalışan bellek kapasitesi içerisinde işlenmesi ve depolanması için gereksinim duyulan herhangi bir talep olarak tanımlanmıştır (Sweller, 1988). Daha sonra bilişsel yük ile ilgili olarak, öğrenme görevinin doğasından kaynaklanan yük (asıl bilişsel yük) ve öğretim biçiminden kaynaklanan yük (konu dışı bilişsel yük) olmak üzere ayırım yapılmıştır. Araç-amaç analizini temel alan geleneksel problem çözme yaklaşımının çalışan bellek üzerinde aşırı bilişsel yüklenmeye neden olduğu, dolayısıyla öğrenmeyi güçleştirdiği sonucuna varılmıştır. Hedeften bağımsız problemlerin ve çalışılmış örneklerin zihinsel araç-amaç analizi sürecini elimine ederek konu dışı bilişsel yükü azaltmanın etkili bir yolu olduğu görülmüştür (Sweller ve Chandler, 1994).

Daha sonra araştırmacılar, Bilişsel Yük Kuramı çerçevesinde bilginin çoklu kaynaklardan edinilmesi üzerine odaklanmışlardır. Bu şekilde bölünmüş dikkat ve biçem etkileri araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Yeung, Jin ve Sweller, 1997). Bölünmüş dikkat etkisi, birbirinden ayrılmış görsel bilgilerin anlaşılması için öğrencinin dikkatinin iki görsel arasında bölünmesi sonucu ortaya çıkar. İki görsel bilginin tek başlarına anlaşılır olmadığı durumlarda, anlamanın meydana gelebilmesi için bu iki görsel bilginin çalışan bellekte birleştirilmesi gerekir. Örneğin bir geometrik şekil, şekille ilgili yazılı açıklama olmadığı zamanlarda öğrenci için anlaşılır olmayabilir. Anlamanın meydana gelebilmesi için bu iki görsel kaynağın (şekil ve yazılı bilgi) zihinsel olarak birleştirilmesi gerekir. Bu zihinsel birleştirme işlemi çalışan bellek üzerinde önemli derecede bilişsel yük oluşturmaktadır. Eğer bu iki bilgi kaynağı birbirinden ayrı olarak öğrenciye sunulmuşsa bilişsel yük gereksiz bir şekilde yüksek olacaktır. Bunun yerine her iki görsel bilgi kaynağı şekil üzerinde birleştirilerek sunulmalıdır. Sweller ve arkadaşları (1990), tek başına anlaşılır olmayan görsellerin birbirlerinden ayrı sunulmak yerine birleştirilerek sunulmasının konu dışı yükü önemli derecede düşürdüğünü bulmuşlardır. Biçem etkisi ise, bir görselin anlaşılabilir olması için gerekli bilginin yazılı sunulması yerine sesli anlatım şeklinde sunulması gerektiğini savunur. Bu şekilde yazılı bilginin görsel kanaldan sözel kanala (sesli anlatım) aktararak çalışan bellek üzerinde oluşan yükün farklı kanallara aktarılması sonucu yine konu dışı bilişsel yükü azalttığı belirtir. Mousavi, Low ve Sweller (1995), öğrenme görevinin yüksek çalışan bellek kapasitesi gerektirdiği durumlarda görsellerin yazılı metin ile açıklanması yerine sesli anlatım ile açıklanmasının daha iyi öğrenme ile sonuçlandığını göstermişlerdir. Benzer sonuçlar Thindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997) tarafından da

elde edilmiştir. Thindall-Ford ve arkadaşları bu sonuçları, çalışan belleğin görsel ve sözel alt kanallarının olduğu varsayımına dayanarak açıklamışlardır. Bu şekilde, çalışan belleğin sadece görsel kanalının kullanılması yerine hem görsel hem de sözel kanalının birlikte kullanılması ile çalışan belleğin kapasitesinin daha etkili kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

1990'ların ikinci yarısına kadar, Bilişsel Yük Kuramı üzerine yapılan araştırmalar genellikle konu dışı bilişsel yükü azaltmayı amaçlayan öğretim tasarımları üzerine odaklanmıştır. Çünkü öğrenme görevinin doğası gereği asıl bilişsel yükün sabit olduğu, dolayısıyla sadece konu dışı bilişsel yükün azaltılabileceği düşünülüyordu. Paas ve van Merriënboer (1994), düşük ve yüksek değişkenlik gösteren problem durumlarının öğrenme üzerine etkilerini incelemişlerdir. Değişkenlik gösteren problem durumlarının bilişsel yükü artırmasına rağmen daha iyi öğrenme gösterdiklerini bulmuşlardır. Buna göre araştırmacılar, öğrenme üzerine olumlu etkisi olan bir bilişsel yük türü olduğu yorumunu yapmışlar ve bu bilişsel yük türünü de etkili bilişsel yük olarak adlandırmışlardır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Etkili bilişsel yükün, ek çalışan bellek kapasitesi gerektiren bilişsel şemaların gelişmesi nedeniyle ortaya çıktığı varsayılmıştır. Sonuç olarak Bilişsel Yük Kuramı; çalışan belleğin sınırlı kapasitesi içerisinde kalarak konu dışı bilişsel yükü azaltıp etkili bilişsel yükü artıran öğretim tasarımları tavsiye etmektedir (Sweller, 2005).

Daha sonraki çalışmalarda, konu ile ilgili olmayan bilgilerin gereksiz yere öğrenciye verilmesinin çalışan bellek kapasitesini boş yere kullandığı ve dolayısıyla bilişsel yükü artırdığı, sonuç olarak da öğrenmeyi engelleyici bir rol üstlendiği ortaya çıkmıştır. Bu durumu gereksizlik etkisi ile açıklamışlardır (Sweller ve Chandler, 1994). Daha sonra yapılan çalışmalarda ise, konu ile ilgili ön bilgisi yeterli olmayan öğrencilere uygulanan ve öğrenmeye olumlu etkisi bulunan bilişsel yük etkilerinin konu ile ilgili ön bilgisi olan öğrencilerde etkisini yitirdiği görülmüştür. Bu durum uzmanlıkta tersine dönme etkisi olarak açıklanmıştır (Kalyuga, Chandler ve Sweller, 1998; Kalyuga, Ayres, Chandler ve Sweller, 2003).

Sweller son yıllarda, Bilişsel Yük Kuramını evrim teorisinin teorik çerçevesi içerisine yerleştirmeye çalışmaktadır. Sweller'a göre; biyoloji, psikoloji ve antropoloji alanlarında yapılan son çalışmalarda, insan bilişsel yapısının ve öğrenme sürecinin evrim teorisinin doğal seçim süreciyle ve yapılarıyla benzerlik gösterdiğini vurgulamaktadır (Schnotz ve Kürschner, 2007). Örneğin, insan bilişsel yapısındaki uzun süreli bellek ile biyolojideki genetik kod (DNA) benzer olarak görülür. Canlıların yaşadığı çevreye uyum sağlamak için geliştirdiği biyolojik genetik koda benzer şekilde, bireyin çevresine bilişsel uyumu için uzun süreli bellek geliştirilmiştir. Biyolojik evrimi desteklemek için gerekli küçük değişiklikler

(mutasyonlar) ile uzun süreli bellekte küçük değişikliklere neden olan ve sınırlı kapasiteye sahip çalışan bellek benzer olarak düşünölmüştür (Sweller, 2004).

Bilişsel Yük Kuramına göre insan bilişsel yapısını oluşturan bellek türlerinden çalışan belleğin bilgiyi saklama ve işleme açısından sınırlı, uzun süreli belleğin ise sınırsız kapasiteye sahip olduğu kabul edilir. Çalışan belleğin aşırı yüklenmesi durumunda öğrenmenin olumsuz olarak etkileneceğini savunur. Bilgiyi işleme sürecinde çalışan belleğin kapasitesi aşılrısa bilişsel yüklenme meydana gelir. Bilişsel yük çok boyutlu bir yapı olarak ele alınmakta ve belirli bir öğrenme işinin öğrencinin bilişsel yapısı üzerinde oluşturduğu baskı olarak tanımlanmaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1988). Üç tür bilişsel yükten bahsedilir. Bunlar; öğrenilmesi gereken içerikten kaynaklanan asıl bilişsel yük, öğretim tasarımından kaynaklanan konu dışı bilişsel yük ve zihinsel yapıların (şema) oluşması ve düzenlenmesini sağlayan süreçlerden kaynaklanan etkili bilişsel yüküdür. Asıl ve konu dışı bilişsel yükün öğrenmeyi engelleyici, etkili bilişsel yükün ise destekleyici bir etkisi vardır. Bu üç yük arasındaki ilişki döngüselidir. Konu dışı bilişsel yük için harcanan çalışan bellek kapasitesi etkili bir öğretim tasarımı ile azaltılarak oluşan boşluk etkili bilişsel yük için tahsis edilir ve bu şekilde zihinsel yapılar daha kolay oluşabilir. Zihinsel yapıların oluşması ile bir sonraki aşamada bilişsel yük azalır (Takır, 2011).

Bilişsel Yük Kuramı ile ilgili önemli konulardan biri de bilişsel yük ölçümüdür. Deneysel yöntemeye dayanan bilişsel yük ölçümü öznel, fizyolojik ve performans olmak üzere üç temel başlık altında toplanmaktadır. Öznel teknikler, “insanlar kendi bilişsel süreçlerinin farkındadır ve harcadıkları zihinsel çaba miktarını doğru şekilde rapor edebilirler” sayılısına dayandırılmaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998, s., 267). Fizyolojik teknikler, “bilişsel fonksiyonlar, fizyolojik ölçümlerle tespit edilebilir” sayılısına dayanmaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998, s., 267). Fizyolojik tekniklere dayalı olarak zihinsel çaba miktarını belirleyebilmek için deneğin kalp atış oranı, beyin ve göz hareketleri ölçölmektedir. Performansa dayalı teknikler ise “deneğin doğru ya da yanlış sayısı, öğrenmede harcadığı süre ya da sınavda harcadığı süre” olarak ifade edilmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994, s., 126). Bu araştırmada uygulama kolaylığı nedeniyle Paas ve van Merriënboer (1994) tarafından geliştirilen “çok, çok düşük yük”ten “çok, çok yüksek yük”e kadar derecelendirme içeren 9’lu likert tipi ölçek kullanılmıştır.

Bilişsel Yük Kuramı ile ilgili yapılan araştırmalarda ön plana çıkan konulardan biri de öğretim verimliliği yaklaşımıdır. Öğretim verimliliği, farklı öğretim yöntemlerinin birbirine oranla verimlilik düzeylerini karşılaştırmaya yarayan bir ölçme yöntemidir (van Merriënboer, Schuurman, de Croock ve Paas, 2002). Verimli öğrenme ortamı daha iyi öğrenmeyi, daha hızlı öğrenmeyi veya her ikisini de sağlayan öğrenme ortamlarına denir.

Bu yaklaşımda, performans ve zihinsel çaba ölçüm sonuçları bir formüle dayalı olarak sayısal değere dönüştürülmekte ve verimlilik puanı hesaplanmaktadır. Hesaplanan verimlilik puanına göre öğretim yöntemlerinin birbirine oranla “daha verimli” ya da “daha verimsiz” olduğu sonucuna varılmaktadır (Tuovinen ve Paas, 2004). Öğrencinin performansı öğretim esnasında harcadığı zihinsel çaba düzeyinden yüksek ya da zihinsel çaba düzeyine eşit ise öğretim verimliliği düzeyi “yüksek” olarak değerlendirilebilir. Öğrencinin yüksek zihinsel çaba göstermesine rağmen düşük performans sergilemesi ise öğretim verimliliği düzeyinin “düşük” olduğunun bir göstergesidir (Tuovinen ve Paas, 2004).

Bilişsel Yük Kuramı, insan bilişsel yapısını dolayısıyla çalışan ve uzun süreli belleklerin özellikleri dikkate alınmadan tasarlanan bir öğrenme ortamının verimli olmayacağını savunur. Bilişsel Yük Kuramı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların daha çok kuramın ortaya attığı tasarım ilkelerinin verimliliği üzerine odaklandığı görülmektedir.

Fen ve Teknoloji dersi, içerdiği konuların birçoğunun soyut olması nedeniyle öğrenciler tarafından anlaşılması ve başarılması zor bir ders olarak görülmektedir. Türkiye'nin de 1999, 2007 ve 2011 yıllarında katıldığı uluslararası öğrenci başarısını değerlendiren “Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)” sınavı sonuçları bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Türkiye, TIMSS projesine 1999 ve 2007 yıllarında sekizinci sınıf düzeyinde, 2011 yılında ise hem sekizinci sınıf hem de dördüncü sınıf düzeyinde katılmıştır. TIMSS sonuçları ortalaması 500, standart sapması 100 olan bir puan dağılımına göre rapor edilmektedir. TIMSS 1999 sonuçlarına göre Türkiye'nin fen başarı ortalaması 433 puan ile hem uluslararası ortalamanın ($\bar{X} = 488$) hem de genel ortalamanın ($\bar{X} = 500$) altında bir ortalamaya sahiptir. Türkiye, TIMSS 1999 sonuçlarına göre projeye katılan 38 ülke arasından 33. sırada yer almıştır. TIMSS 1999 fen bilgisi alt testlerine göre Türk öğrencileri en çok yer bilimleri öğrenme alanında güçlükle karşılaşmışlardır. Yer bilimlerinde Türkiye'nin ortalaması 435 puan ile 488 puan olan uluslararası ortalamasının altında kalmıştır. Türkiye'nin TIMSS 2007 sınavındaki fen başarı ortalaması ise 454 puan olup, yine uluslararası ortalamasının ($\bar{X} = 465$) ve genel ortalamasının altında bir ortalama ile projeye katılan 49 ülke arasından 31. sırada yer alarak düşük bir başarı göstermiştir. Türkiye'nin TIMSS 2007 sınavında yer bilimleri öğrenme alanındaki ortalama puanı 466'dır. Bütün öğrenme alanlarında TIMSS 2007 ortalaması ise 465 civarındadır. TIMSS 2007 yer bilimleri öğrenme alanında uluslararası ortalamaya yaklaşık bir ortalamaya sahiptir. TIMSS 2007'de, TIMSS 1999 ortalamasına göre ise 31 puanlık bir artışa sahiptir. TIMSS 2011 sonuçlarına göre ise Türkiye'nin fen başarı ortalaması 483 puan ve yer bilimleri öğrenme alanındaki ortalaması 468 puan ile yine

genel ortalamanın altında kalmış, 45 ülke arasından 21. sırada yer alarak düşük başarı göstermiştir.

TIMSS 1999 sınavında olası başarısızlık nedenleri olarak ders saatlerinin azlığı, çok konu öğretme çabası, Bilimsel araştırmaya ve bilimin doğasına verilen önem ve soru tipleri gösterilebilir (Bağcı Kılıç, 2015). TIMSS 1999 sınavında sorulan soruların %75'i test sorularından, %25'i ise açık uçlu sorulardan oluşmuştur. Sorularda sadece bilgi yoklanmamakta; aynı zamanda basit bilgiyi anlama (%39), karmaşık bilgiyi anlama (%31), teorik açıklamalar yapabilme, analiz etme ve problem çözme (%19), araç, yazılı yönergeleri ve bilimsel süreçleri kullanma (%7) gibi performanslar da ölçülmektedir. Ayrıca, açık uçlu sorularda öğrencilerde düşünce becerilerini kullanarak soruyu analiz edip, cevap oluşturup, bilimsel bir şekilde anlatabilmeleri beklenmiştir. Ülkemizde fen sınavlarında ya da kitaplarında çoğunlukla bilgi düzeyinde soru sorulmakta ve öğrencilerin seçeneklerden doğru cevabı seçmesi zor olmamaktadır. Türkiye'deki öğretmenlerin fen derslerinde herhangi bir ayda bazı etkinliklere ayırdıkları zamanın %41'ini sunuş yoluyla anlatıma, %11'ini tekrar etmeye, %11'ini öğretmen rehberliğinde öğrencilerin yaptıkları etkinliklere, %12'sini deney gösterimine, %8'ini sınavlara, %7'sini ödev kontrol etmeye, %7'sini öğrencilerin deney yapmasına, %7'sini ise öğrencilerin bağımsız etkinliklerine, %8'ini ise yönetim ve diğer işlere ayırdıkları belirlenmiştir (Bağcı Kılıç, 2015). Bu verilere göre Türkiye en çok sunuş yoluyla fen öğretimi yapan ve öğrencilerin en az deney yaptığı ülkeler arasındadır. Türkiye'nin TIMSS sınavlarındaki ve ulusal düzeyde yapılan Seviye Belirleme Sınavlarındaki (SBS) fen başarısının düşük olması öğrenci başarısını artıracak alternatif önlemlerin alınması bakımından önem taşımaktadır (Şenel Çoruhlu, 2013). Ünite bazında daha çok duyu organına hitap eden zengin içerikte hazırlanmış etkileşimli animasyonların öğrenci başarısını artırmada olumlu etkide bulunacağına inanılmaktadır.

Güneş ve Ay tutulmaları, Ayın farklı zamanlarda farklı şekillerde görünmesi, yıldız kaymaları, kuyruklu yıldız geçişleri gibi birçok ilginç olay eski çağlardan bu yana insanların dikkatini çekmiştir. Bu tür olayların sistematik bir şekilde izlenip kayıtlarının tutularak yorumlanması ile astronomi biliminin gelişmesi sağlanmıştır. Astronomi, temel bilimler için çok önemli bir disiplindir. Fizik, kimya, matematik ve diğer bilim dalları ile birlikte gelişimi ilerleyen astronomi, bireylere doğru ve mantıklı düşünme becerileri kazandırarak bilimsel gerçekleri etkili bir şekilde kullanmalarını sağlar. Ayrıca; bireylerin merak, hayal gücü ve keşif duygularını harekete geçirerek bilimsel ve teknolojik gelişmeleri destekler. Bu nedenle astronomi eğitimi, gelecek bilimciler ve astronomi eğitimcileri yetiştirmek için önemli bir bilim dalıdır. Astronomi, gök cisimlerini, evrenin yapı ve oluşumunu inceleyen, gözlemsel ve kuramsal çalışmalardan faydalanan bir bilim dalı olarak ifade edilebilir. Astronomide zaman içerisinde meydana gelen gelişmeler günlük yaşamımıza önemli

faydalar sağlamakla beraber diğer bilimlerin gelişimine de neden olmaktadır. Coğrafi koordinatların ölçümü ve kullanımı, haritacılık ve zaman tespiti, gezegenlerin hareketlerinin anlaşılabilmesi ile Güneş ve diğer yıldızların ışınımalarını açıklamak üzere yapılan astronomik gözlem ve kuramsal çalışmalar sayesinde fizik, matematik gibi alanlarda önemli gelişmeler sağlanmıştır (MEB, 2010).

Türkiye’de Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında; zenginleştirilmiş 5e öğretim modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiğinin belirlenmesi (Şenel Çoruhlu, 2013), proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrenci başarılarına, yaratıcı düşüncelerine, fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi (Deniş Çeliker, 2012), kavram karikatürlerinin ve kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin başarılarına, kavramsal değişimlerine ve tutumlarına etkisi (Arıkurt, 2014), temel astronomi kavramlarının daha etkin bir şekilde öğretilmesine yönelik uygulamaların geliştirilmesi (Yılmaz, 2014), çoklu yazma etkinlikleri ve yaparak yazarak bilim öğrenme metodu kullanılarak öğrencilerin akademik başarılarına, kavram öğrenmelerine, bilimsel süreç becerilerine, fen tutumuna etkisi (Baltacı, 2013), temel astronomi kavramları ile ilgili, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin saptanması ve planetarium (gökevi) ve gözlemevlerinin bu üniteye yönelik temel kavramların öğretimine etkisi (Türk, 2010) şeklinde olduğu görülmektedir.

Yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi kapsamında yer alan kavramlar ile ilgili yanlışlıkların fazla olması (Sezen, 2002; Ekiz ve Akbaş, 2005, Bostan, 2008; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Agan, 2004; Baloğlu Uğurlu, 2005; Sharp ve Kuerbis, 2005), bilişsel yüklenmeyi artırıcı öğe etkileşimli kavramların çok olması, bilişsel yükü azaltmak amacıyla, öğrenme ortamlarının verimliliği ile ilgili yürütülen çalışmaların sayısının az olması (Kılıç, 2006; Takır, 2011; Kala, 2012; Tüker, 2013) ve bireysel farklılıkları dikkate alan çalışmaların sayısının az olması (Kala, 2012) bu çalışmanın gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışma, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış materyallerin etkililiğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yürütülen bu çalışma sonucunda geliştirilen materyallerin öğrencilerin başarıları ve bilişsel yüklenmeleri üzerinde olumlu etkide bulunacağına ve öğretim verimliliğini artıracığına inanılmaktadır.

Bu çalışmanın temel problemini, yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersinde yer alan “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinin öğretiminde Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış materyallerin öğrencilerin başarılarına, bilişsel yüklenmelerine ve öğretim verimliliğine etkileri nelerdir?” sorusu oluşturmaktadır. Bu problemin çözüm sürecinde aşağıdaki alt problemlere cevap aranacaktır:

1. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış teknoloji destekli rehber materyaller ile yapılan öğretim öğrencilerin başarı puanlarını farklılaştırmakta mıdır?
2. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış teknoloji destekli rehber materyaller ile yapılan öğretim öğrencilerin bilişsel yüklenmelerini farklılaştırmakta mıdır?
3. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış teknoloji destekli rehber materyaller ile yapılan öğretim etkinliği öğretim verimliliği puanlarını farklılaştırmakta mıdır?
4. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış teknoloji destekli rehber materyaller kullanılarak gerçekleştirilen öğretim ortamı hakkındaki öğrenci görüşlerinin dağılımı nasıldır?

1. 1. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın genel amacı, ilköğretim yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilen teknoloji destekli rehber materyaller ile yapılan öğretimin öğrencilerin başarılarına, bilişsel yüklenmelerine ve öğretimin verimliliğine etkisini araştırmaktır. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki denenceler test edilmiştir.

- Deney Grubu : Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış materyal ile öğretim yapılan grup.
 - Kontrol Grubu : MEB tarafından hazırlanmış ders kitapları ile öğretim yapılan grup.
- 1) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin başarı testi son test puanı ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.
 - 2) Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.
 - a) Üç oturumun her biri için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.
 - b) Her bir oturumdaki kavramların öğretimi için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.

- 3) Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.
- a) Üç oturumun her biri için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.
- b) Her bir oturumdaki kavramların öğretimi için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık vardır.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Bilgi çağında bilişim teknolojisi araçlarının öğretim ortamında kullanılması bir ayrıcalık değil zorunluluk haline gelmiştir. Bilgi toplumunda yetişen bireylerin sahip olması gereken niteliklerde de değişiklik olmuştur. Sürekli artan ve değişen bilgi karşısında bireylerin tüm bilgileri ezberlemesi olanaksız hale gelmiştir. Bu nedenle, bilgi toplumundaki bireylerin ihtiyaç duyduğu bilgiye nasıl ulaşması gerektiğini bilen ve gerektiğinde bu bilgiyi kullanabilen, kullandığı bilgiler ile yeni bilgiler üretebilen bireyler olması istenmektedir (Gündüz ve Odabaşı, 2004). Bu amaca ulaşmada çoklu ortam öğretim materyallerinin öğretim ortamında kullanılması zorunluluk haline gelmiştir.

Fen konularındaki kavramların çoğunun soyut ve anlaşılmasının zor olması; sesli, görsel ve hareketli çoklu ortam materyalleri ile somutlaştırılmasını mümkün kılmaktadır. Bu nedenle çoklu ortam materyallerinin öğretim ortamında kullanılması önem kazanmaktadır. Güncel ve zor fen kavramlarının öğretiminde birden fazla kanala (görsel ve işitsel) hitap eden materyallerin, tek kanala (sadece görsel veya sadece işitsel) hitap eden materyallerin kullanımından daha etkili olduğu, dolayısıyla daha fazla sayıda duyu organının eş zamanlı kullanımının öğrenmeyi destekleyici bir etkisinin olduğu vurgulanmaktadır (Mousawi, Lowe ve Sweller, 1995; Mayer, 2001; Sezgin, 2009). Araştırmacılara göre çoklu ortam materyallerinin başarısı bilgilerin farklı kanallar yoluyla kodlanmasından kaynaklanmaktadır. Bu düşüncenin kuramsal yapısı İkili Kodlama Kuramı ile ortaya atılmıştır.

Allan Paivio tarafından geliştirilen İkili Kodlama Kuramı, sözel ve sözel olmayan kodlamalar sisteminin yapısal ve fonksiyonel özelliklerine dayanarak bilginin nasıl işlendiğini, kodlandığını, hatırlandığını tanımlamaktadır (Paivio, 1986). Sözel içerik, görsel içerik ile birlikte sunulduğunda daha etkili ve verimli öğrenmeler oluşabilmektedir.

Kuramdaki bu bilişsel süreçler birbirinin yerini almadan - sadece sözel ya da sadece görsel - birbirini destekleyebilecek niteliktedir. Başka bir deyişle öğrenme ve sözel içeriğin hatırlanması görsel içerikler ile desteklendiğinde daha kolay olmaktadır. İkili Kodlama Kuramı, Sembolik Bellek Sistemleri'nin yapısal ve fonksiyonel özelliklerine ilişkin bir dizi varsayım üzerine kurulmuştur (Aldağ ve Sezgin, 2002). Kuramın temel varsayımı: Biliş; dil ve sözel olmayan nesnelere ve olaylarla ilgili bilgileri sembolize etmek ve işlemek üzere, bireysel deneyimlere paralel olarak gelişen, birbirinden farklı ve forma-özel, birbirinden bağımsız olmasına karşın birbiriyle ilişkili, sözel ve sözel olmayan iki sembolik sistem tarafından oluşturulmuştur (Paivio, 1991). Duyusal algılara paralel olarak gelişen Sembolik Sistem, kodlama sırasında duyular aracılığıyla gelen uyarıcıların formsal özelliklerini koruyacak şekilde, sözel ve sözel olmayan iki alt sisteme ayrılmıştır (Paivio, 1986). Sözel sistem beynin sol lobunda yer alır; aynı zamanda mantıksal ve ardışık matematiksel işlemleri de yürütür. Sözel olmayan sistem ise beynin sağ lobunda yer alır; görsel imgeleri, fiziksel algıları ve sesleri kodlamaktadır (Paivio, 1991). Böylece dille ilgili algılar sözel sisteme kodlanırken veya sözel sistemi aktifleştirirken, sözel olmayan algılar sözel olmayan sisteme kodlanır veya sözel olmayan sistemi aktif hale getirir (Aldağ ve Sezgin, 2002).

İnsan bilişsel yapısı, çalışan ve uzun süreli bellek olmak üzere iki tür bellekten oluşur. Çalışan bellek ise sınırlı kapasiteye sahip görsel ve işitsel olmak üzere iki alt bileşene sahiptir (Baddeley, 1992). Sesli anlatımlar çalışan belleğin işitsel kanalında, görsel öğeler ise görsel kanalında işlenir. Bu şekilde, sadece görsel ya da sadece işitsel kanala hitap eden bir materyal çalışan belleğin kapasitesinin aşmasına ve bilişsel yüklenmeye neden olur. Hem görsel hem de işitsel kanalı kullanabilen materyaller ise yükü iki kanala dağıtarak bilişsel yüklenmeyi azaltır ve öğrenmeyi destekleyici bir etki gösterir. Bilişsel Yük Kuramı, çalışan ve uzun süreli bellekten oluşan insan bilişsel yapısını temel alır ve etkili öğretim tasarımı için öneriler sunar. Ulusal ve uluslararası literatürde öğrenimi zor olan konularda Bilişsel Yük Kuramı ile yapılan öğretimin etkili olduğu ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır (Kılıç, 2006, Takır, 2011; Uyulur, 2011; Kala, 2012; Cansız, 2012; Ekin, 2012; Akyüz, 2012; Tüker, 2013; Meissner ve Bogner, 2012; Stoica, Paragina, Paragina, Miron ve Jipa, 2011; Wong, Marcus, Ayres, Smith, Cooper, Paas ve Sweller, 2009; Ayres, Marcus, Chan ve Qian, 2009). Yapılan çalışma ile insan bilişsel yapısı ve bireysel farklılıklar dikkate alınmış, bilişsel yüklenmeyi önleyici tasarım ilkeleri kullanılarak öğretim materyalleri tasarlanmıştır. Yapılan çalışma bu yönüyle literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca bu çalışma ile öğretmenlerin Bilişsel Yük Kuramı ve tasarım ilkeleri konusunda bilgi sahibi olmaları ve kuramın ilkelerine göre tasarlanan materyallerin sınıf ortamında kullanımının teşvik edilmesi sağlanacaktır.

TIMSS sınavlarında öğrencilerin en başarısız olduğu konunun yer bilimleri öğrenme alanında olduğu görülmektedir. Yer bilimleri ve astronomi ile ilgili konular ilköğretim yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi kapsamında “Dünya ve Evren” öğrenme alanında “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinde yer almaktadır. Bu ünite kapsamında; yıldız, gezegen, kuyruklu yıldız gibi gök cisimleri ile güneş sistemi, evren, uzay ve uzay araçları gibi öğrencilerin ilgisini çeken çeşitli kavramlar ve konular yer almaktadır. Bu konular içerik açısından görsel kanala oldukça hitap etmektedir. Fakat yazılı materyallerin de görsel kanala hitap etmesi görsel kanalda bilişsel yüklenmeye neden olacağından işitsel kanala hitap eden materyallere olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla, bu kavramların öğretiminde hem görsel hem de işitsel kanala hitap eden materyallere olan ihtiyaç bu çalışmanın gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda bireyin bellek yapısına odaklanan, çalışan belleğin kapasitesinin etkili kullanıldığında bireyde etkili öğrenmenin oluşabileceğini savunan Bilişsel Yük Kuramının kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanan etkileşimli etkinlikler ile öğrencilere zengin öğrenme ortamı sağlanacağı ve öğrencilerin verdikleri yanıtlara hemen dönüt almaları, yanlışlarının neden yanlış ve doğrularının neden doğru olduğunu anlamada öğrencileri daha fazla motive edeceği düşünülmektedir.

Bilişsel Yük Kuramı, bireylerin sınırlı olan bilgi işleme kapasitelerini etkili kullanmalarını sağlayacak etkili öğretim yöntemleri geliştirme ve buna bağlı olarak öğretimin verimliliğini artırmak ile ilgilenmektedir. Bu çalışma ile Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanan materyalin öğrencilerin bilişsel yüklenmelerine ve öğretimin verimliliğine etkisine de bakılmıştır. Bu açıdan araştırmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Bilişsel Yük Kuramına göre öğrenilmesi zor olan içeriğe bağlı olarak sunulan bilgi karmaşık olduğunda asıl bilişsel yük yüksek olacaktır. İyi tasarlanmamış öğretim materyalleri ve iyi olmayan öğretim tasarımı sonucunda da konu dışı bilişsel yük yüksek olacaktır. Asıl bilişsel yükün düşürülmesinde öğrenen uzmanlığı, konu dışı bilişsel yükün düşürülmesinde ise öğretim tasarımı çok önemlidir (Kala, 2012). Bu çalışma ile farklı uzmanlık seviyesindeki (uzman ve uzman olmayan) öğrencilerin farklı tasarımlardan öğrenmeleri incelendiği için literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış materyaller, ilköğretim yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile sınırlıdır.

- Bu çalışma, 2013 – 2014 Eğitim – Öğretim Yılı Ordu İli Ünye İlçesinde bulunan Anafarta İlköğretim Okulu 7A ve 7B şubelerinde öğrenim gören öğrenciler ile sınırlı tutulmuştur.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

- Örneklemdaki öğrenciler üzerinde deney koşulları dışındaki etkilerin aynı olduğu ve önemli özel bir etkilenmenin olmadığı; öğrencilerin bilgisayar kullanma becerilerinin ve bellek kapasitelerinin benzer olduğu varsayılmıştır.

1. 5. Tanımlar

Bilişsel Yük Kuramı: Sınırlı kapasiteli çalışan belleğe ve sınırsız kapasiteli kabul edilen uzun süreli belleğe sahip insan bilişsel yapısını temel alan ve bu sınırlılıkları en etkili bir şekilde kullanmaya yönelik öğretim tasarım ilkeleri sunarak öğrenmeyi artırmayı hedefleyen bir öğretim tasarımı modelidir. (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005; Wong, Leahy, Marcus ve Sweller, 2012).

Bilişsel Yük: Bir öğrenme görevinin öğrencinin bilişsel yapısı üzerinde oluşturduğu yükü temsil eden bir yapı olarak kabul edilir. (Sweller, Van Merriënboer ve Paas, 1998). Başka bir deyişle, insan bilişsel yapısı içerisinde belirli bir öğrenme görevi için ayrılan kapasite miktarı olarak da tanımlanmaktadır (Paas ve van Merriënboer, 1993).

Bilişsel Yük Ölçeği: Paas ve van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilmiş, 1 (Çok çok az, çok az zihinsel çaba) ile 9 (çok fazla, çok çok fazla zihinsel çaba) arasında değişen Likert tipi bir ölçektir. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel yüklenmelerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

Öğretim Verimliliği: Düşük zihinsel çaba ile yüksek performans gösterilmesini sağlayan öğretim materyalinin bir özelliğidir (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005). Öğrencinin bilişsel yük ve performans puanları standart z-puanlarına dönüştürülür. Verimlilik:

$$V = \frac{Z_{performans} - Z_{zihinsel\ çaba}}{\sqrt{2}}$$

formülü ile hesaplanır. Hesaplanan verimlilik değeri; performans z-puanının dikey ekseninde, zihinsel çaba z-puanının da yatay eksen de gösterildiği koordinat sisteminde gösterilir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde öncelikle Bilişsel Yük Kuramı ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra ise kuram ile ilgili yurt içi ve yurt dışında yapılan bazı çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu başlık altında öncelikle, çalışmaya alt yapı oluşturmak amacıyla insan bilişsel yapısı, doğal bilgi işlem sistemleri, Bilişsel Yük Kuramı, bilişsel yük türleri, bilişsel yükü ölçmede kullanılan yöntemler, bilişsel yük etkileri hakkında bilgiler sunulmuş; ardından literatürde yapılan çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

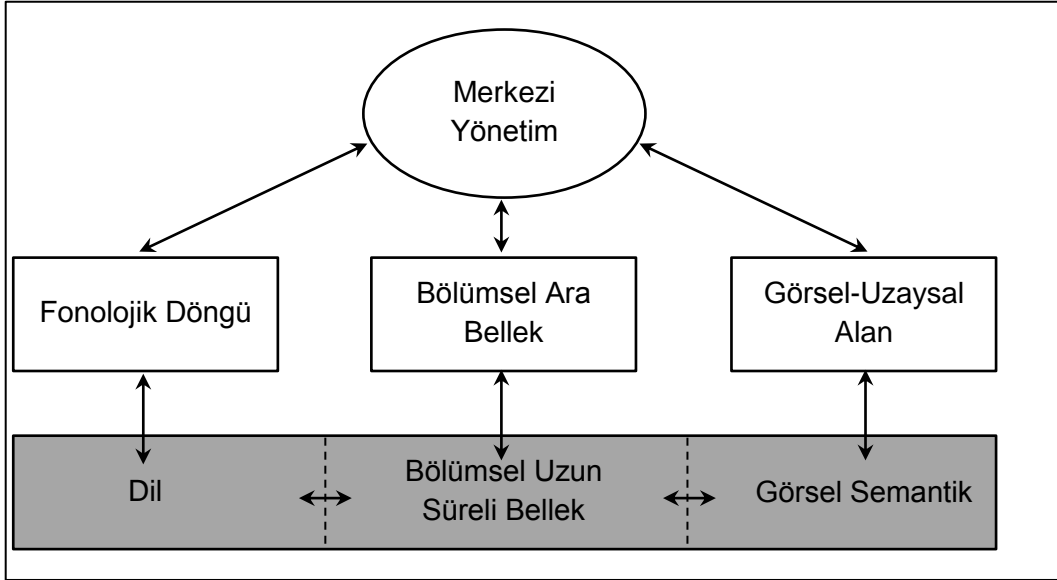
2. 1. 1. İnsan Bilişsel Yapısı

Tüm öğrenme aktiviteleri, çalışan bellek ve uzun süreli bellek olarak adlandırılan iki bellek sistemine dayanır (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005). Öğrenme sürecinde; öğrenme ortamından gelen yeni bilgiler çalışan bellekte işlenerek şema olarak adlandırılan ve uzun süreli bellekte depolanan bilgi yapılarının oluşmasına neden olur. Şemalar, çok sayıda bilgiyi tek bir bilgi gibi işlememizi sağlayan bellek yapılarıdır. Çalışan belleğin çok az bir depolama kapasitesi olduğu için uzun süreli bellek ana depolama birimi olarak kullanılır. Çalışan belleğin temel görevi ise bilinçli bilgi işlemedir (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998).

2. 1. 1. 1. Çalışan Bellek

Çalışan bellek, öğrenme ortamından gelen ve uzun süreli bellekten çağrılan bilgilerin etkin ve sürekli işlendiği bilişsel yapı elemanıdır. Baddeley ve Hitch (1974) tarafından ortaya konan çalışan bellek modeli merkezi yönetim, fonolojik (seslendirme) döngü ve görsel-uzaysal alan olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. 2000 yılında ise çok modlu bölümsel arabellek (multimodal episodic buffer) bileşeni de yapıya eklenerek model genişletilmiştir (Şekil 1). Merkezi yönetim temelde “dikkat” üzerine yoğunlaşır ve ortamdaki alınan bilgiyi diğer üç bileşen üzerinden geçirir. Fonolojik döngü, ortamdaki ses ya da fonolojik bilgi ile ilgilidir. Görsel ve mekânsal alan, görsel ve konumsal bilgiyi işler. Mesafe tahmini (mekansal), bir evin pencerelerini saymak (görsel) veya nesnelerin hayalini göz önüne getirmek (görsel) gibi eylemlerde rol alır. Çok modlu bölümsel arabellek ise görsel, konumsal, sözlü veya kronolojik bilgiler arasındaki denge, sıralama

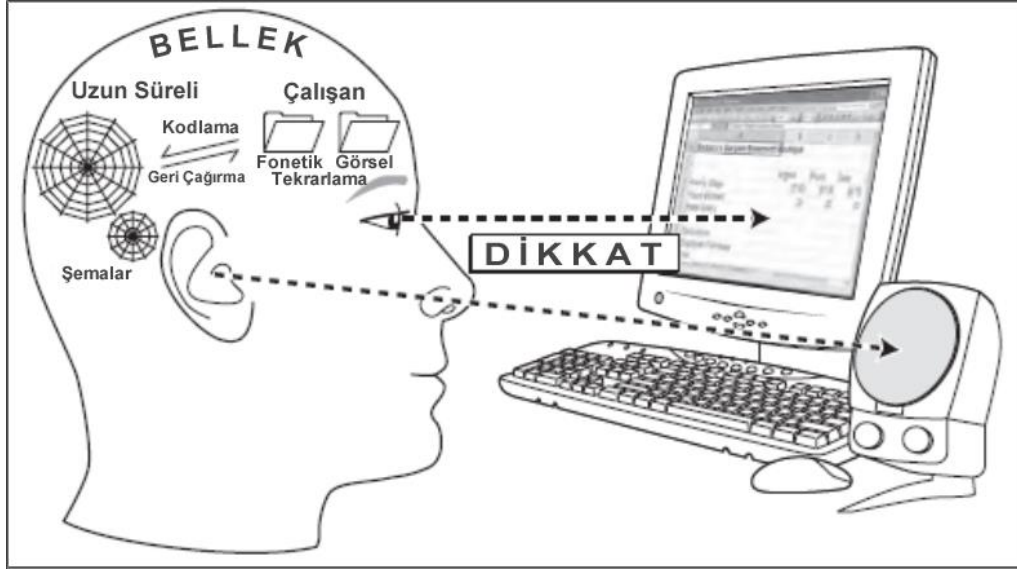
ve bağlantıyı kurar. Hikâyenin veya sinema filmi sahnelerinin hatırlanması gibi eylemler örnek olarak gösterilebilir. Uzun süreli bellek ve anlamlandırma ile yakından ilişkilidir.



Şekil 1. Baddeley ve Hitch tarafından önerilen çalışan bellek modeli (Baddeley ve Hitch, 1974).

Baddeley'in modeline göre çalışan bellek, görsel (visual) ve işitsel (Phonetic) olmak üzere iki kanala sahiptir ve her iki kanalın kapasitesi de sınırlıdır (Şekil 2). Görsel kanalda yazılı metin, resim, grafik vb. görsel bilgiler, sözel kanalda ise sesli anlatım ya da müzik gibi işitsel bilgiler işlenir. Her iki kanalın da kapasiteleri sınırlı olmakla birlikte ortamdaki gelen bilgiler birbirlerinden bağımsız olarak işlenebilmekte fakat biri diğerindeki eksikliği karşılayamamaktadır.

Çalışan belleğin sınırlı kapasitesi ile ilgili en popüler ölçüm Miller (1956) tarafından ortaya konan "sihirli sayı yedi" ölçümüdür. Miller'a göre genç bir bireyde çalışan bellekte eş zamanlı tutulabilen veya işlenebilen öğe sayısı 7 ± 2 'dir. Bu öğeler harfler, rakamlar, kelimeler, sayılar veya diğer birimler olabilir. Çalışan bellekte eş zamanlı işlenen öğe sayısı sınırlı olmasına rağmen öğenin büyüklüğü sınırlı değildir (Sweller, Merrienboer ve Paas, 1998). Bilişsel yapı bir dizi ilişkili bilgiyi gruplar ve bunu bir bütün olarak ele alır. Böylece çalışan belleği sınırlı kapasitesinde yer açılmış olur. Örneğin, TCYÖKKTÜÖSYM dizisindeki harfler çalışan bellek kapasitesini aştığı için doğru harf diziliminin hatırlanması zor olacaktır. Fakat dizideki harfler TC – YÖK – KTÜ – ÖSYM gibi dört gruba ayrılırsa çalışan belleğin kapasitesi içerisinde olacağından hatırlanması kolay olacaktır. Çalışan belleğin kapasitesi sınırlı olmasına rağmen hatırlanan içerikten, bağlamdan ve bireyin ön bilgilerinden etkilenmektedir (Sezgin, 2009).



Şekil 2. Çalışan belleğin görsel ve sözel kanaldan oluşan yapısı (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005).

Çalışan belleğin sınırlılığı sadece akılda tutulan bilgi sayısı ile değil, aynı zamanda tutulan bilginin süresi ile de kısıtlıdır. Bir bilgi tekrar edilmediği sürece çalışan bellekte kısa bir süre (5 – 20 sn) tutulabilir (Özbay, 2002). Tekrar edilmeyen bilgi çalışan bellekte çok kısa bir süre tutulur ve sonra kaybolur (unutulur).

2. 1. 1. 2. Uzun Süreli Bellek

Uzun süreli bellek bilgilerin kalıcı olarak depolandığı bellektir. Bir bilgi hatırlandığında uzun süreli bellekten çalışan belleğe aktarılır. Bu belleğin kapasitesi sınırsız kabul edilmektedir. Buraya aktarılan kayıtların kalıcı olduğu düşünülmektedir. Uzun süreli bellekte bulunan bilgiler tekrar tekrar kullanılabilme özelliğine sahiptirler (Senemoğlu, 2010). Zaten düşününce hatırlamamız bunu gösterir.

Uzun süreli bellek, bilginin uzun süreli olarak depolandığı ve ihtiyaç duyulduğunda geri çağrıldığı bilgi parçalarından oluşur. Bilişsel yapının bileşenlerinden biri olan ve uzun süreli bellekte depolanan bilgi parçaları şema (schema) olarak adlandırılır ve belli bilgilere ait bir ağ ya da bir konuda kullanılacak olan elemanların sınıflanması olarak tanımlanabilir (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005).

Uzun süreli bellekte bilgiler ne şekilde tutulmaktadır? Bu soruya cevap şema teorisi (schema theory) ile verilmiştir. Şema teorisine göre uzun süreli bellekte bilgiler şemalar halinde depolanmaktadır. Şema, birçok bilgiyi tek bir bilgi içerisinde organize etmemize olanak tanıyan bilişsel yapı elemanı olarak tanımlanmıştır (Senemoğlu, 2010). Bu nedenle

şemalar öğrenilmiş herhangi bir şey olabilirler. Eğer öğrenme uzun bir süreçte oluşmuş ise şemalar büyük miktarda bilgiyi organize bir şekilde içerisinde barındırabilir (Sezgin, 2009).

Şemalar bir problemi daha az çaba harcayarak çözmemizi sağlar. Şema yokluğunda problemi çözebilmek için araç-amaç analizi gibi genel problem çözme tekniklerine başvurmak gerekir. Problem çözenin ilk aşamalarında şemalar bilinçli bir şekilde kullanılır. Yeterince problem çözüldükten sonra şemalar otomatikleşir ve aynı türdeki problemin çözümünde fazla çaba harcanmaz. Bu da bilişsel yükün azalmasına neden olur ve Bilişsel Yük Kuramının üzerinde durduğu durumdur.

2. 1. 2. Doğal Bilgi İşlem Sistemleri

Son yıllarda, bilişsel yük kuramı tarafından kullanılan bilişsel yapı evrim teorisi çerçevesinde gelişme göstermiştir. Evrim teorisi, biyolojide canlı türlerinin nesilden nesile kalıtsal değişime uğrayarak ilk halinden farklı özellikler kazanma süreci olarak tanımlanmaktadır (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011). Bu teoriye göre tüm canlıların kökeni kendilerinden önce yaşamış türlere dayanır ve ayırt edilebilir farklılıklar, başarılı nesillerde meydana gelmiş genetik değişikliklerin bir sonucudur (Wikipedia, 2014). Evrimi oluşturan süreçlerden biri olan doğal seçilim (natural selection), bulunduğu ortama en iyi uyum sağlayan bireylerin hayatta kalmasını ve kendi genlerini sonraki nesillere aktarmasını, rakip bireylerin ise üreme şansı bulamayıp genlerinin ortadan kalkması sonucunu doğurur. Bu sayede sonraki nesildeki bireyler, atalarından aldıkları genler sayesinde ortama daha iyi uyum sağlar ve hayatta kalmakta daha başarılı olurlar (Futuyma, 2005). Evrim teorisinin Bilişsel Yük Kuramı ile ortak yönü doğal seçilim sürecidir. Eğer evrim teorisinin doğal bilgi işlem sistemi olarak nasıl işlediğini anlayabilirsek, başka bir doğal bilgi işlem sistemi olan insan öğrenme sürecinin (human cognition) işleyişini de anlamış oluruz.

Evrin teorisi, bir organizmanın yaşadığı ortamdaki işlevini ve etkinliğini belirleyen genetik bilginin depolanmasını gerektirir. Organizmanın bu işlevleri ve etkinlikleri başarılı nesillere aktarılır fakat genetik materyalin rastgele mutasyonu sonucu değişebilir. Eğer bu mutasyonlar organizmanın aynı veya yeni ortamda yaşamını sürdürmeye uygunsa genetik bilgide değişikliğe neden olur ve depolanır (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011). Uygun değilse canlı yaşamını devam ettiremeyeceğinden genetik bilgisini yeni nesillere aktaramaz ve genetik bilgi yok olmuş olur. Bilgi bu yolla değişir, depolanır ve yayılır.

Bu bilgi işlem sistemi sadece evrim teorisine özgü değildir. Aynı süreçler insan bilişsel sistemi tarafından yeni bilgilerin öğrenimi için de kullanılır. Bu tür sistemler doğada ortaya çıktığı için doğal bilgi işlem sistemi olarak adlandırılmıştır. Bu sistemler canlıların doğadaki etkinliklerini yönetirler. Evrim teorisinin doğal seçilim süreci ve insan öğrenme

süreci birbirlerine benzer olduğundan her ikisi de doğal bilgi işlem sistemine örnek olarak gösterilebilir.

Doğal bilgi işlem sistemi birçok farklı yolla tanımlanabilir. Bilişsel Yük Kuramı çerçevesinde 5 temel ilke altında açıklanır. Bu ilkeler: (1) bilgilerin depolanması ilkesi (the information store principle), (2) ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesi (the borrowing and reorganising principle), (3) rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesi (the randomness as genesis principle), (4) değişimin dar sınırları ilkesi (the narrow limits of change principle) ve (5) çevresel düzenleme ve birleştirme ilkesi (the environmental organising and linking principle).

2. 1. 2. 1. Bilgilerin Depolanması İlkesi

Evrim teorisine göre organizmanın yaşadığı çevredeki etkinliğini belirleyen genetik malzemesi (DNA) büyük miktarlarda bilgi içerir (Portin, 2002; Stotz ve Griffiths, 2004). Çünkü organizma karmaşık ve bilgi açısından zengin ortamlarda hayatta kalmak zorunda olduğundan bu genetik bilgi yeterince büyük miktarda olmalıdır. Genetik malzemenin karmaşıklığı veya boyutları hakkında fikir birliğine varılmış bir ölçü yoktur. Canlıların bu tür ortamlardaki genetik işlevini sürdürebilmesi büyük miktarda bilgi depolayabilmesine bağlıdır. Aynı şekilde insanların öğrenme süreci için de büyük miktarda bilgi depolama kapasitesine sahip bir yapıya ihtiyacı vardır. Aksi takdirde öğrenilen bilgiler kısa sürede unutulur. Bu ihtiyacı uzun süreli bellek karşılamaktadır.

2. 1. 2. 2. Ödünç Alma ve Yeniden Düzenleme İlkesi

Uzun süreli bellek büyük miktarda bilgi depolamak için kullanılan bilişsel yapı elemanıdır. Büyük miktardaki bilgi hem evrimin doğal seçim süreci hem de insan öğrenme süreci için ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesi ile elde edilebilir. Evrimsel açıdan eşeysiz ve eşeyli üreme bu ilkeye örnek olarak gösterilebilir. Eşeysiz üremede DNA'nın tam bir kopyası, mutasyonlar dışında, yeni oluşan hücrelere aktarılır. Eşeysiz üreme sırasında bir hücre kendisiyle aynı özellikte iki hücreye ayrılır. Eşeyli üremede ise DNA'da tutulan bilgiler yapısal nedenlerden dolayı atalarından farklıdır. DNA'nın yarısı anneden yarısı da babadan alınarak yeni bir DNA oluşturulmuş ve genetik çeşitlilik sağlanmış olur. Eşeysiz üreme, bilgiyi yeniden düzenlemeden ödünç almaya biyolojik örnek olarak gösterilebilir. Eşeyli üreme ise ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesine örnek olarak gösterilebilir (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011).

Uzun süreli bellekte depolanan bilgilerin büyük çoğunluğu diğer insanlardan farklı yollarla alınır. Bilgilerin çoğunluğu dinleyerek, okuyarak ya da görsel materyallere bakarak

edinilir. Bizler bilgileri başkalarının söylediklerini dinleyerek, yazdıklarını okuyarak ya da ortaya koydukları canlandırma veya görselleri çalışarak ediniriz. Bu şekilde bilgi, başkalarının uzun süreli belleklerinden kendi uzun süreli belleğimize aktarılmış olur. Alınan bu bilgiler genellikle uzun süreli bellekte var olan bilgiler ile birleştirilir ve yeniden organize edilir. Bu dönüşümün olumsuz, nötr veya olumlu etkileri olabilir. Eğer dönüşüm olumsuz bir etkiye sahipse anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için bilgi ya daha sonra dönüştürülür ya da atılır. Eğer dönüşüm nötr veya olumlu bir etkiye sahipse uzun süreli bellekte depolanır. Bu şekilde, ödünç alınan bilgi uzun süreli bellekte var olan bilgi ile birleştirilerek yeniden organize edilmiş ve yeni şema oluşturulmuş olur (Sweller ve Sweller, 2006). Yeniden düzenleme işlemi bittiğinde, genişletilen şemanın geçerliliği test edilmelidir. Bilginin geçerliliği sadece değişikliğin beklendiği gibi çalışmasının test edilmesinden sonra belirlenebilir.

2. 1. 2. 3. Rastgele Bilgi Oluşturma Ve Test Etme İlkesi

Evrimsel çeşitliliğin ve yeniliğin temel kaynağını mutasyonlar oluşturur. Her bir mutasyonun geçerliliği test edilir. Organizmanın hayatını sürdürebilmesi ve üreyebilmesi için mutasyonların genetik bilgi içerisinde saklanması gerekir. Fakat mutasyonların büyük bir kısmı canlının yaşamını sürdürebilmesi ve üreyebilmesi için etkili değildir. Bu tür mutasyonlar genlerde saklanmaz ve atılır.

Biyolojideki mutasyonların rolü insan öğrenme sürecindeki rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesine örnek olarak gösterilebilir. Ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesine göre bilgi, başka insanların uzun süreli belleklerinden kendi uzun süreli belleğimize değişik yollardan transfer edilir. Bu ilkeye göre yeni bilgi oluşturulamaz. Peki, yeni bilgiler nasıl oluşturulmuştur? Bu soruya rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesi cevap vermektedir.

Yeni bir problem çözmeye çalışan bir öğrenci düşünelim. Problemin çözümü için gerekli çözüm basamaklarının çoğu ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesince elde edilen ve uzun süreli bellekte depolanan bilgilere dayanacaktır. Buna rağmen öğrencinin olası çözüm basamaklarından hangisini uygulayacağı konusunda çoğu zaman bilgisi yoktur. Bu koşullar altında, problemin çözümü için olası çözüm basamaklarından rastgele bir tanesi uygulanır ve doğruluğu test edilir. Bilgi eksikliğinde bu durum kaçınılmazdır. Karmaşık ve yeni problemleri çözerken çoğu öğrenci birçok kez doğru sonuca ulaşamaz. Doğru sonuca ulaştırmayan her bir olası çözüm basamağının tam çözüm için uygun olmadığı anlaşılır. Doğru sonuca ulaşıldığında ise uygulanan olası çözüm basamağının doğruluğu kanıtlanmış olur. Bu ilkeye göre rastgele üretilen çözüm basamakları ve

bunların geçerliliğinin doğrulanması rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesine örnek olarak gösterilebilir. Bu şekilde yeni bilgiler üretilmiş olur (Sweller, 2006a; 2006b).

Ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesi ve rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesi birlikte çalışır. Rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesi ile yeni bilgiler oluşturulur, ödünç alma ve yeniden düzenleme ilkesi ile de oluşturulan bilgiler diğer kişilere aktarılır ve uzun süreli belleklerinde depolanır.

2. 1. 2. 4. Değişimin Dar Sınırları İlkesi

Evrin teorisi doğal seçilim sürecindeki epigenetik sistem insan çalışan belleği ile benzer bir rol üstlenir. Epigenetik sistem, mutasyonların oranını ve yerini etkileyen kimyasal bir sistemdir ve ortamdaki gelen sinyallere bağlı olarak genleri aktif veya pasif duruma dönüştürebilir. Hem çalışan bellek ve hem de epigenetik sistem bilgi deposu (uzun süreli bellek – genetik materyal) ve dış çevre arasında bir arabirim olarak düşünülebilir (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011).

Rastgele bilgi oluşturma ve test etme ilkesine göre yeni bilgiler dış ortamdaki elde edilir. Rastgele olarak üretilen bilgiler organize edilmemiştir ve dolayısıyla bilgi işlem sisteminin organize edilmemiş bilgiyi işleyebilecek sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu nedenle bilgi işlem sistemlerinde işlenecek bilgi sayısının sınırlılıkları içerisinde çekilmesi gerekmektedir. Bilişsel Yük Kuramına göre değişimin dar sınırları ilkesi bu duruma bir örnektir. Bilişsel Yük Kuramı, çalışan belleğin sınırlılıklarını göz önünde bulundurarak uygulanacak öğretimin çalışan bellek kapasitesi içerisinde uygulanması gerektiğini önermektedir.

Çalışan bellek, uzun süreli bellekte değişim sağlamak için kullanılan bir yapıdır ve büyük miktarlarda yeni bilgiyi işleyecek kapasiteye sahip değildir. Çalışan bellek yediden fazla yeni bilgiyi tutamaz (Miller, 1956) ve dört bilgiden fazlasını da işleyemez (Cowan, 2001; Plass, Moreno ve Brünken, 2010).

Değişimin dar sınırları ilkesi Bilişsel Yük Kuramının merkezinde yer alır. Bilgi ve beceriler uzun süreli bellekte tutulan büyük miktardaki bilgilerden türetilir ve çoğunlukla başkalarının uzun süreli belleklerinden ödünç alınır. Değişimin dar sınırları ilkesi çalışan belleğin aşırı yüklenmesini önlemek için bilginin dikkatli bir şekilde yapılandırılması ve şemaların etkili bir şekilde oluşturularak uzun süreli belleğe aktarılması gerektiğini önerir. Bu nedenle çalışan bellek Bilişsel Yük Kuramının üzerine odaklandığı en önemli bilişsel yapı elemanıdır.

2. 1. 2. 5. Çevresel Düzenleme ve Birleştirme İlkesi

Çevresel düzenleme ve birleştirme ilkesi, bilginin öğrenme ortamında nasıl kullanılması gerektiğini açıklar. Çalışan belleğin sınırlı kapasitesinden dolayı dörtten fazla yeni bilginin işlenmesi güçleşmektedir. Eğer bilgi uzun süreli bellekten geliyorsa yani bilgi daha önceden uzun süreli bellekte organize edilmiş ve etkililiği test edilmişse bu tür bilgilerin çalışan bellekte işlenmesiyle ilgili bilinen bir sınırlılık yoktur (Sweller, 2003). Çevresel düzenleme ve birleştirme ilkesi, öğrenme sürecinde gerekli olan karmaşık eylemlerin gerçekleştirilebilmesi için büyük miktarda ve organize edilmiş bilginin uzun süreli bellekten çalışan belleğe, çalışan belleğin sınırlılıklarını aşmadan aktarılabilmesini vurgular (Ericsson ve Kintsch, 1995). Çevresel düzenleme ve birleştirme ilkesi, belirli bir ortamda çalışılabilmeye olanak tanıyan doğal bilgi işlem sisteminin son basamağıdır (Sweller, 2008). İlk dört ilke, çevresel düzenleme ve birleştirme ilkesinin öğrenme ortamında işlevini yerine getirebilmesi için olanak sağlar. Çevresel düzenleme ve birleştirme ilkesi olmadan; rastgele bilgi oluşturma ve test etme ve değişimin dar sınırları ilkeleri aracılığı ile yeni bilgi oluşturma, bilgilerin depolanması ilkesi aracılığı ile yeni oluşturulan bilgilerin bir bilgi deposunda depolanmasının veya ödünç alma ve yeniden organize etme ilkesi aracılığı ile başka bilgi depolarından yeni bilgilerin transfer edilmesinin bir amacı olmazdı (Takır, 2011).

2. 1. 3. Bilişsel Yük Kuramı

Bilişsel Yük Kuramı 1980'lerde John Sweller tarafından ortaya atılmış ve 1990'larda dünya çapında araştırmacıların ilgi göstermesi sonucu daha da gelişme göstermiştir. Kuram, bireylerin işlem yapma açısından sınırlı olan bilişsel kapasitelerini etkili bir şekilde kullanarak yeni bilgi ve beceriler kazanmalarını sağlayacak öğretim tasarımı ilkelerinin geliştirilmesi ile ilgilemektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994; Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Bilgiyi işleme sürecinde, insanların sınırlı kapasiteye sahip çalışan bellek ve sınırlı olmayan uzun süreli belleklerinin olduğunu varsayar. Öğretim tasarımı sürecinde çalışan bellek ve sınırlılıklarını göz önünde bulundurarak, çalışan bellek kapasitesini en etkili bir şekilde kullanmaya odaklanır (Paas, Renkl, ve Sweller, 2003). Bilişsel kaynakların uygun olan etkinlikler yoluyla yönlendirilmesini sağlayan etkili öğretim materyalleri sayesinde öğrenmenin kolaylaşacağını vurgulamaktadır.

Bilişsel Yük Kuramı, insan bilişsel yapısı dikkate alınmadan tasarlanan öğretimin etkili olamayacağını; başka bir deyişle, çoğu geleneksel öğretim tekniklerinin insan bilişsel yapısının sınırlılıklarını yeterince dikkate almadığını savunur (Schnotz ve Kürschner, 2007). Bu nedenle Bilişsel Yük Kuramı, insan bilişsel yapısı ve çalışma şekli ile öğretim

tasarımı ilkelerini bütünleştirmeyi amaçlar. Kuram ayrıca, karmaşık öğrenme görevlerinin ancak öğrencinin uzun süreli belleklerinde değişikliğe neden olduğu durumlarda etkili ve verimli olduğunu savunur (Jansen, Kirschner, Erkens, Kirschner ve Paas; 2010). Kuram ayrıca, uzun süreli bellekte şema oluşumu ve otomasyonu ile gerçekleşmesi gereken değişiklikleri desteklemek için çalışan bellek üzerindeki yükü yönetmekle ilgilenir (Kirschner, 2002).

Tüm bu tanımlamalardan da anlaşılacağı üzere, kuramın üzerinde durduğu konu çalışan bellek ve uzun süreli bellek arasındaki ilişki ve öğretim materyallerinin bu bilişsel yapı ile etkileşimidir (Takır, 2011). Dolayısıyla öğretim, çalışan belleğin sınırlılıkları düşünülerek tasarlanmalıdır. Bu şekilde, bilginin uzun süreli bellekte etkili bir şekilde depolanacağını savunur. Eğer bilgi çalışan bellek üzerinde farklı şekillerde işlenirse çalışan belleğin sınırlı kapasitesi içerisinde yük oluşmasına neden olabilir. Eğer çalışan bellek üzerinde oluşan bu yükün öğrenmeyi engelleyici bir özelliği varsa asıl veya konu dışı bilişsel yüküdür. Eğer öğrenmeyi destekleyici bir etkisi varsa etkili bilişsel yüküdür. Öğretim ortamı ve materyaller bu bilişsel yük türleri dikkate alınarak tasarlanmalıdır.

2. 1. 4. Bilişsel Yük Türleri

Bilişsel Yük Kuramının merkezinde olan diğer bir kavram ise bilişsel yüküdür. Bilişsel yük; öğrencinin belirli bir öğrenme görevini yerine getirirken bilişsel yapısı üzerinde oluşan yüklenme olarak tanımlanmaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Eğitim ve öğretimin amacı, uzun süreli bellekte depolanan şematik bilgiyi artırmaktır. Fakat yeni bilgiler öncelikle çalışan bellekte işlenir. Yeni bilgiler işlenirken çalışan belleğin kapasitesi ve bilgiyi tutma süresi sınırlıdır.

Tüm öğretim materyalleri bilişsel yüke neden olur. Bu bilişsel yük asıl ve konu dışı bilişsel yük olmak üzere birbirinden bağımsız iki kategori altında incelenebilir. Üçüncü bir kategori olan etkili bilişsel yük ise asıl bilişsel yüke bağlıdır. Asıl, konu dışı ve etkili bilişsel yük birbirine eklenebilir olduğundan toplam bilişsel yükü belirler. Eğer toplam bilişsel yük çalışan belleğin kapasitesini aşarsa öğrenme engellenir (Paas, Tuovinen, Tabbers ve van Gerven, 2003). Başka bir deyişle uzun süreli bellekte olması beklenen olası değişiklikler azalır. Asıl ve konu dışı bilişsel yük öğrenmeyi engellerken etkili bilişsel yük ise öğrenmeyi artırıcı bir etkiye sahiptir.

2. 1. 4. 1. Asıl Bilişsel Yük

Asıl bilişsel yük, konu içeriğinin karmaşıklığından çalışan bellek üzerinde meydana gelen ve temel olarak öğretimin amaçları tarafından belirlenen yüküdür. Asıl bilişsel yük

öğretim tasarımcısının kontrolü dışındadır. Asıl bilişsel yükün ana kaynağı öge etkileşimidir. Öge etkileşimi basitçe, öğrencinin verilen bir görevi başarabilmesi için kullanılması gereken bilgilerin çalışan bellekte düzenlenmesi anlamına gelir (Clark, Nguyen ve Sweller; 2005).

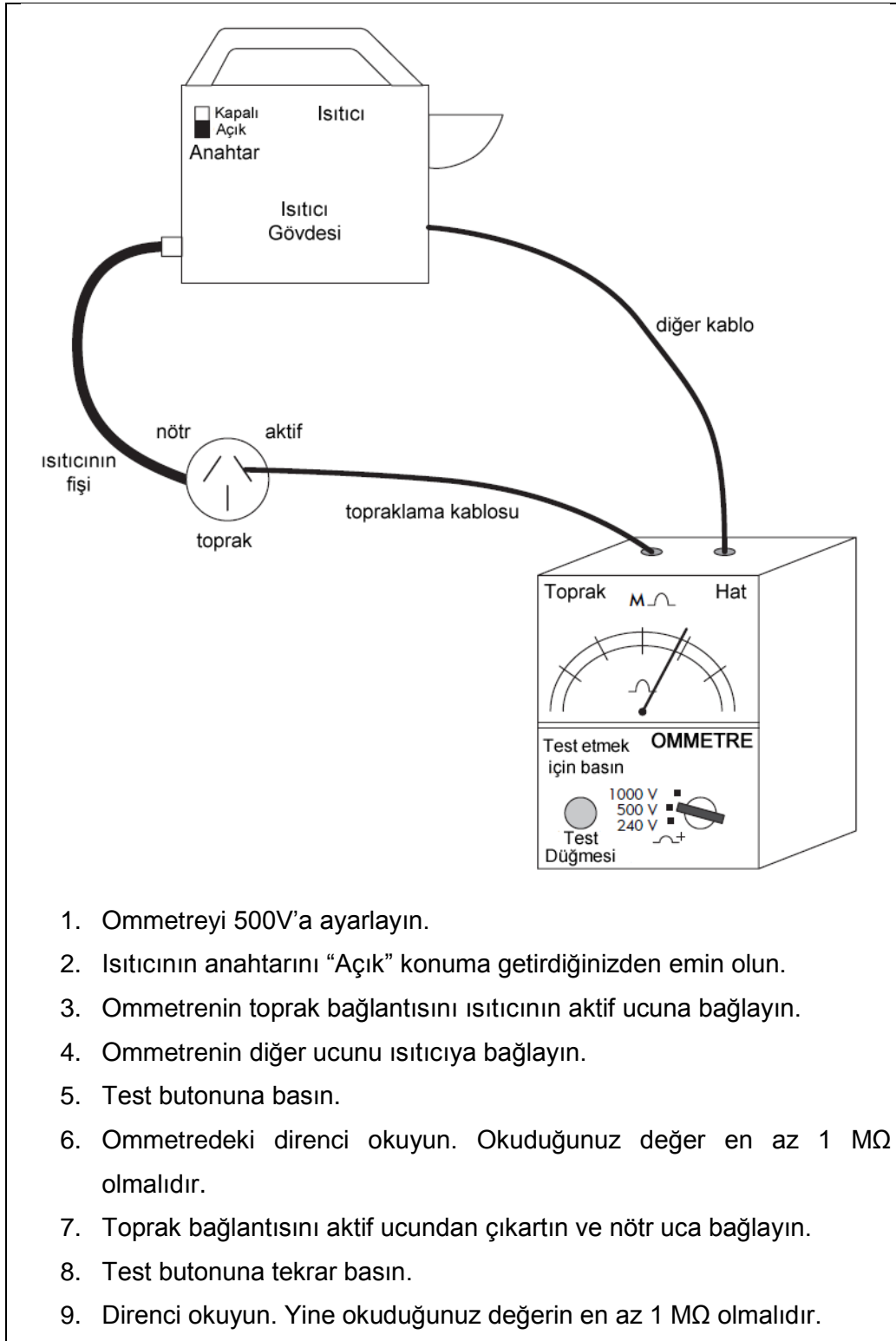
Bazı öğrenme görevleri düşük öge etkileşimine sahiptir. Örneğin, bir yabancı dil öğrenirken, kelimelerin ne anlama geldiğini bilmek düşük öge etkileşimine bir örnektir. Çünkü her bir kelime diğerlerinden bağımsız olarak ezberlenebilir. Fakat bir cümle kurmaya çalıştığımız zaman öge etkileşimi artacaktır. Bir cümle kurarken sadece kelimelerin anlamını bilmek yeterli değil, aynı zamanda gramer ve yazım kurallarını da bilmek gerekir. Doğru bir cümle kurabilmek için bütün bu kurallar eş zamanlı düşünülmelidir.

Asıl bilişsel yük esasen öğretim hedefleri ile ilgili bilgi ve beceriler tarafından belirlenir. Öğretim içeriğinden kaynaklanan asıl bilişsel yük doğrudan doğruya değiştirilememesine (azaltılamamasına) rağmen karmaşık görevleri daha kolay sıralı ön görevler serisi şeklinde yeniden düzenleyerek yönetmek mümkün olabilmektedir.

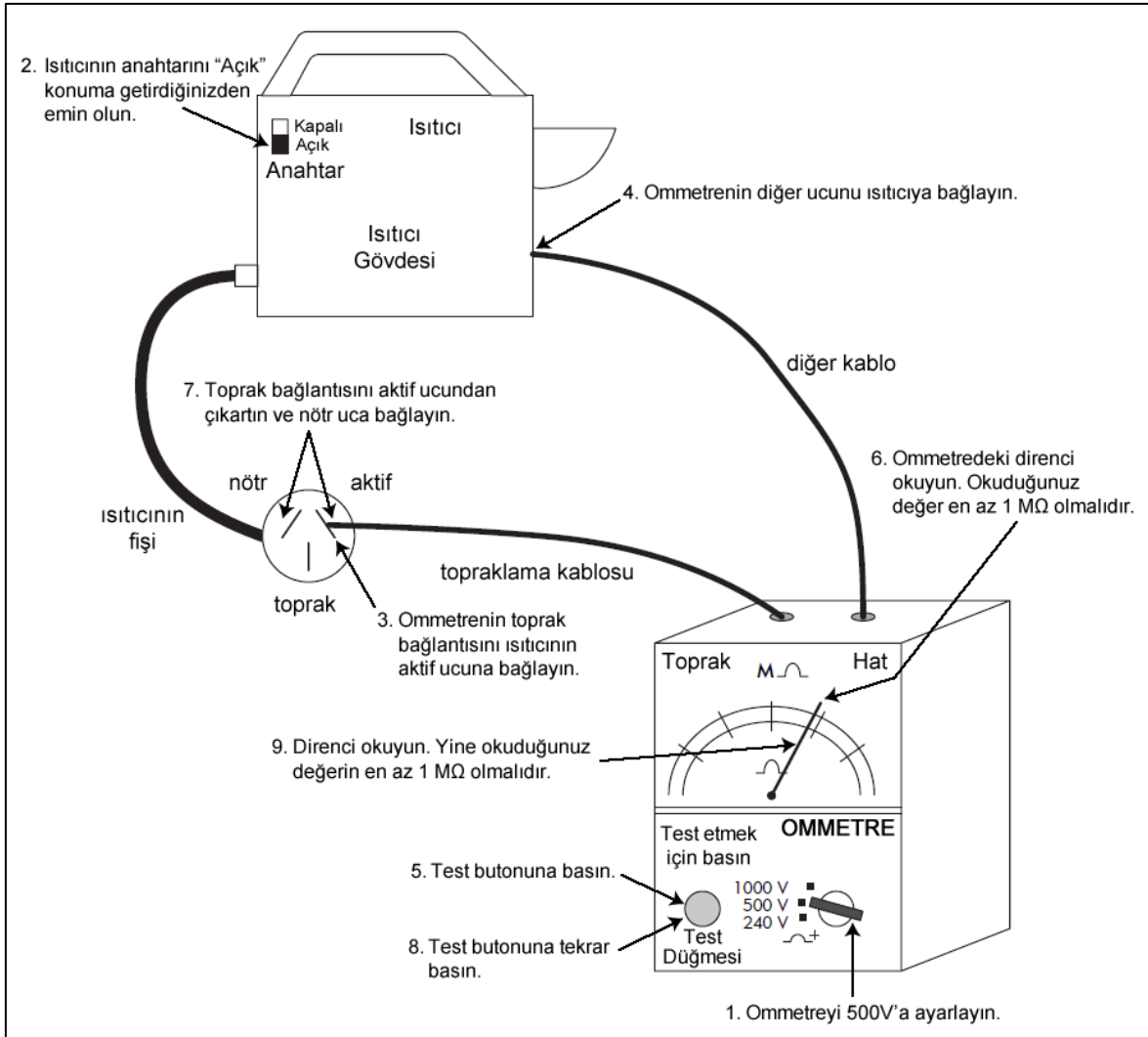
2. 1. 4. 2. Konu Dışı Bilişsel Yük

Konu dışı bilişsel yük, öğrenme hedefleri ile ilişkili olmayan her türlü içeriğin bilişsel yapı üzerinde oluşturduğu yüküdür. Konu dışı bilişsel yük çalışan belleğin kapasitesini gereksiz yere kullanacağından öğrenmeyi engelleyici bir rol üstlenir. Bu nedenle öğretim tasarımı sürecinde üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Tasarlanan öğrenme ortamı, uygun olmayan bilgileri ya da bilgi işleme sürecini olumsuz yönde etkileyen diğer materyalleri içeriyorsa konu dışı bilişsel yük yüksek olacaktır (Kılıç, 2006). Örneğin, bir görsel ve bu görselin daha kolay anlaşılabilmesi için gereken bilgiler birbirlerinden ayrı olarak veriliyorsa konu dışı bilişsel yük artacaktır (Şekil 3). Bunun yerine bilgiler görselin ilişkili yerleri ile bütünleştirilmeli ya da çalışan belleğin sözel ve görsel alt kanallarının olmasından dolayı bilgiler sesli anlatım şeklinde sunulmalıdır (Şekil 4). Bu şekilde bilgi çalışan belleğin alt kanalları arasında bölünecek ve bilişsel yüklenme azalacaktır.

Örnekten de anlaşıldığı üzere konu dışı bilişsel yük öğretim tasarımcısının kontrolü altındadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Bu nedenle, öğretimin tasarlanması sürecinde öğrenme hedeflerine uygun görsel, yazılı metin, sesli anlatım, canlandırma ve benzetimler Bilişsel Yük Kuramı çerçevesinde hazırlanmalıdır.



Şekil 3. Konu dışı bilişsel yüke örnek materyal tasarımı. Bölünmüş dikkat etkisi örneği (Tindall-Ford, Chandler ve Sweller, 1997).



Şekil 4. Konu dışı bilişsel yükün azaltıldığı örnek materyal tasarımı (Tindall-Ford, Chandler ve Sweller, 1997).

2. 1. 4. 3. Etkili Bilişsel Yük

Etkili bilişsel yük, öğrenme hedeflerine katkısı olan her tür öğretim etkinliğinin bilişsel yapı üzerinde oluşturduğu yükür. Etkili bilişsel yük şema oluşumunu destekleyen öğretim materyali ve etkinlikleri ile ilişkili bir yükür. Öğretimin iki temel amacı vardır. Birincisi öğrencilerin yeni şemalar oluşturmalarına; ikincisi ise yeni edinilen şemaların otomatikleştirilmesine yardımcı olmaktır. Her iki amaç çalışan bellek üzerinde yüke neden olur. Fakat bu yük öğrenmeyi artıran etkinlikler sonucu oluşuğu için etkili bilişsel yükür (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005; Plass, Moreno ve Brünken, 2010; Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011). Örneğin, öğrencilere aynı yapıda fakat farklı içeriklerde örnekler sunulması etkili bilişsel yükü artırır.

Sonuç olarak, etkili bir öğretimin sağlanabilmesi için bu üç tür yükün toplamı çalışan belleğin sınırlı kapasitesini aşmamalıdır. Öğrenme hedeflerinden kaynaklanan asıl bilişsel

yükün azaltılması mümkün olmadığından öğretim tasarımı sürecinde konu dışı bilişsel yük azaltılmalı ve öğrenmeyi destekleyici etkisi bulunan etkili bilişsel yüke çalışan bellekte daha fazla yer ayrılmalıdır. Etkili bilişsel yük şema oluşumu ve otomatikleşmesi ile ilgili bir yük olduğundan öğrenmeyi artırıcı bir etkiye sahiptir ve yeni şemaların daha sonraki öğretim aşamalarında kullanılması sonucu çalışan bellek üzerindeki yükün azalmasına yardımcı olur.

2. 1. 5. Bilişsel Yüke Neden Olan Faktörler

Öğrenme sırasında oluşan bilişsel yük, öğrenme hedeflerine ulaşmak için tasarlanan bilişsel etkinliklerin çalışan belleğe olan talepleri tarafından belirlenir. Bilişsel yükün başlıca kaynağı, öğrenme için gerekli olan bilgiler ile yeni bilgi yapıları arasındaki gerekli bağlantıyı çalışan bellekte kurmaktır.

Bilişsel Yük Kuramına göre etkili ve verimli öğretim, öğrenme sırasında öğrencinin bilişsel yükünün çalışan bellek kapasitesi sınırları içerisinde kalmasını sağlamalıdır. Başka bir deyişle, öğrenme hedeflerine ulaşmak için gerekli olan etkileşimli öğelere çalışan belleğin sınırlı kapasitesi içerisinde yeterli yer ayırılmalıdır.

Bununla birlikte, Bilişsel Yük Kuramı çerçevesinde geliştirilen birçok öğretim tekniği öğrenme için gerekli olmayan bilişsel etkinlikleri azaltmayı ya da gidermeyi amaçlar. Konu dışı bilişsel yük, arama-eşleştirme etkinlikleri ya da gereksiz bilgi işleme gibi öğrenme ile ilgisi olmayan ve gereksiz bilgi etkileşimine neden olan öğretim biçimlerinden veya süreçlerinden kaynaklanır. Konu dışı bilişsel yük, öğrencinin öğrenme hedefine ulaşabilmesi için meşgul olduğu öğrenme görevlerindeki bilişsel etkinliklerden ortaya çıkan yüküdür. Konu dışı bilişsel yük bölünmüş dikkat, gereksizlik, geçicilik, uzman öğrenci ve yetersiz ön bilgi gibi durumlardan kaynaklanabilir.

Bölünmüş dikkat durumu, etkileşimli yazılı ve görsel öğelerin zaman (farklı zamanlarda sunulması) ve mekân (farklı yerlerde sunulması) açısından birbirinden ayrıldığı durumlarda meydana gelir. Bu tür bilgi kaynaklarının zihinde bütünleştirilmesi yoğun bir arama süreci ve bazı bilgilerin hatırlanmasını gerektirebileceğinden aşırı bilişsel yüke neden olur (Ayres ve Sweller, 2005).

Gereksizlik durumu, bir görselin kendi başına anlaşılabilir olduğu durumlarda aynı zamanda yazılı metin ile birlikte açıklanması gibi iki veya daha fazla bilgi kaynağının zihinsel bütünleştirmeye gerek olmadan birbirinden bağımsız olarak anlaşılacağı durumlarda ortaya çıkar (Chandler ve Sweller, 1991). Bu gibi durumlarda görsel kendi başına anlaşılabilir olduğu için yazılı metin gereksizdir. Her iki bilgi kaynağını zihinde bütünleştirmek bilişsel yüke neden olur. Diğer bir örnek ise, bir görselin hem yazılı metin hem de yazılı metnin sesli anlatımı ile açıklanmasıdır. Gereksizliğin en yaygın biçimi,

yazılı metin ve bu metnin sesli anlatımı gibi aynı bilgiyi farklı biçemlerde sunmaktır (Kalyuga, Chandler ve Sweller, 1999).

Geçicilik durumu, öğrencinin bilgiyi yeterince işleyemediğinden bilginin kaybolduğu durumlarda meydana gelir. Bu gibi durumlarda, öğrenci bu geçici bilgiyi gelecek sonraki bilgiler ile bütünleştirebilmesi için çalışan belleğinde tutması gerekir. Uzun metinlerin sesli anlatımları ve animasyonlar geçiciliğe neden olabilen örnek durumlardır (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011).

Uzman öğrenci durumu, öğrencinin belirli bir alandaki bilgi düzeyi yeterli olduğunda öğrenciye zaten bildiği bilgilerin detaylı bir şekilde tekrar verildiği durumlarda ortaya çıkar. Bu bilgilendirme uzman öğrencilerde gereksizliğe neden olur. Örneğin, uzman öğrencilere problem çözme basamaklarını bütünüyle çalışılmış örnekler ile sunmak konu dışı bilişsel yük oluşturabilir. Çalışan bellekte işlenen bir bilgi ya da bilgi kümesi öğrencinin uzun süreli belleğinde tutulan şemalar tarafından belirlenir. Uzmanlık geliştikçe, öğrencinin bilgi kümesi boyutu artar. Yeni öğrenci için birçok etkileşimli öge uzman öğrenciler için tek bir öge durumuna geçer. Bu nedenle, çalışan bellek yükü yani bilişsel yük her zaman öğrencinin belirli bir alandaki bilgi düzeyine bağlıdır (Kalyuga, Chandler ve Sweller, 2001).

Yetersiz ön bilgi durumu, öğrencinin aşırı bilişsel yük olmaksızın yeni bilgiyi işleyebilecek yeterli bilgiye sahip olmadığı durumlarda meydana gelir. İlgili bilginin yokluğunda, öğrencinin yeni durumun üstesinden gelebilmesi için araç-amaç analizi gibi genel problem çözme stratejilerine başvurması gerekir (Sweller, Mawer ve Howe, 1982). Bu gibi çözüm aramaya dayalı hedef odaklı yöntemler her zaman aşırı düzeyde bilişsel yüke neden olur ve anlamlı çözüm üretmek için gerekli şemalar için çalışan bellek kaynağı kalmaz. Örneğin, rehberlik olmadan yapılan keşif yoluyla öğretim ortamları yeni öğrenciler üzerinde aşırı düzeyde konu dışı bilişsel yüke neden olur (Kalyuga, Chandler, Tuovinen ve Sweller, 2001).

2. 1. 6. Bilişsel Yük Kuramı ve Öğrenme

Şekil 2’de gösterildiği gibi, öğretim ortamından alınan (dikkati çeken) görsel ve işitsel bilgiler çalışan belleğe girer. Dikkat çekmeyen bilgiler öğrenme sürecine dâhil edilmez. Bilgiler çalışan belleğe alındığında, görsel ve işitsel bilgiler zihinsel çaba harcanarak tutarlı bir mesaj oluşturmak amacıyla birleştirilir. Daha sonra çalışan bellek, yeni bilgiyi uzun süreli bellekten çalışan belleğe alınan ve daha önceden var olan ilişkili şema ile birleştirir. Böylece uzun süreli bellekteki şema genişlemiş olur. Bu şemanın daha sonraki kullanımları çalışan bellekteki yükü azaltacağından öğrenme daha etkili olacaktır (Clark, Nguyen ve Sweller, 2005).

Dikkat, ön bilginin aktive edilmesi, detaylandırma-tekrarlama ve kodlama ve geri çağırma gibi psikolojik süreçler öğrenme hedeflerine ulaşmak için birlikte çalışır. Öncelikle öğrenciler dikkatlerini öğrenme hedefi ile ilişkili bilgiye odaklarlar. Dikkat, çalışan belleği gereksiz yere dolduran konu dışı bilgiyi gizlemek ve ilgili bilgiyi çalışan belleğe almak için çok kritik bir öneme sahiptir. Çalışan belleğe alınan yeni bilgi uzun süreli bellekte var olan şemalar ile ilişkilendirilmelidir. Bu nedenle konu ile ilgili bütün şemalar uzun süreli bellekten çalışan belleğe aktarılmalıdır. Bu aktarma konu ile ilgili önbilginin aktive edilmesi olarak adlandırılır. Bu noktada, çalışan bellek yeni bilgi ve becerilerin uzun süreli bellekten aktive edilen şemalarla bütünleştirmek amacıyla işler. Bu süreç ise bilginin detaylandırılması olarak adlandırılır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Bilginin detaylandırılması, yeni içeriğin çalışan bellekte tekrarlanması sonucu oluşur. Öğrenme ortamından alınan içerik detaylandırma ve tekrarlama sonucunda uzun süreli bellekte depolanan genişletilmiş şemaya dönüştürülür. Sonuç ise yeni bilgi ve becerinin uzun süreli bellekte kodlanmasıdır.

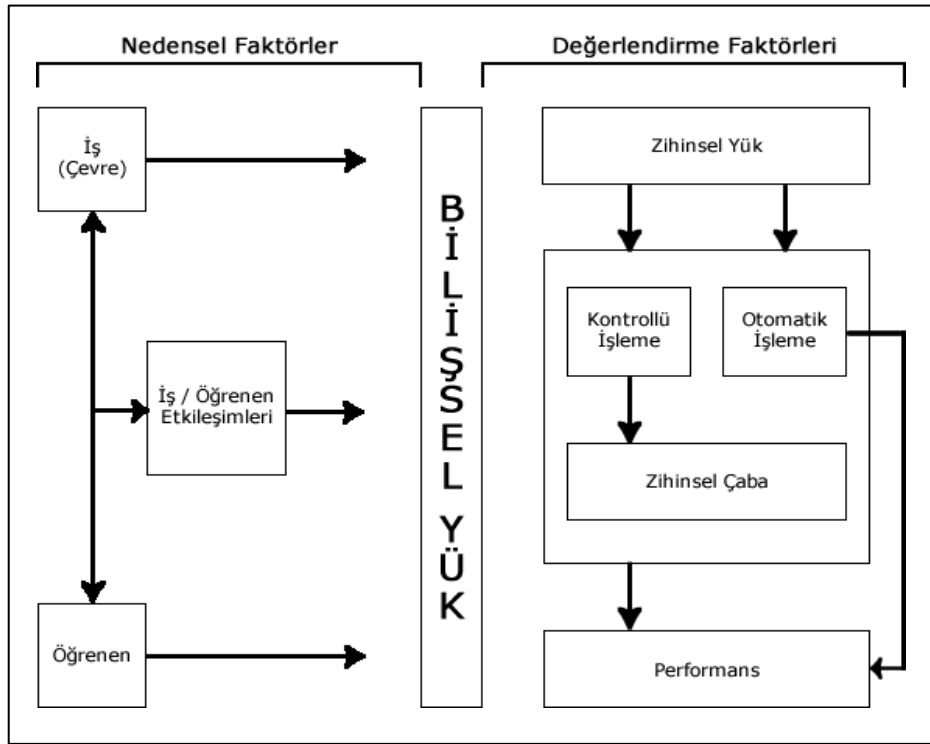
Fakat bunlar uzun süreli bellekte yeni şema oluşturmak için yeterli değildir. Tüm bilinçli aktiviteler çalışan bellekte olduğu için öğrenme sürecinde ihtiyaç duyulduğunda oluşturulan bütün yeni şemalar tekrar çalışan belleğe geri alınır. Bu süreç ise geri çağırma olarak adlandırılır. Yeni bilgi ve becerilerin geri çağırılması öğrenmenin aktarımı için psikolojik temeldir. Başarılı aktarma öğrenme sırasında kazanılan bilgi ve becerilerin daha sonra öğrenme ortamında kullanılması için var olması anlamına gelir. Bütün bu süreçler çalışan bellek tarafından harcanan zihinsel çabaya dayanır. Eğer eğitim programları çalışan belleğin bu süreçlerle direkt ilişkili olmayan ek çaba harcamasını gerektiriyorsa öğrenme yavaşlar ve etkisiz olur (van Merriënboer ve Paas, 1990).

2. 1. 7. Bilişsel Yükün Yapısı

Bilişsel yük, belirli bir öğrenme görevinin öğrencinin bilişsel yapısı üzerinde oluşturduğu baskı olarak tanımlanmakta ve çok boyutlu bir yapı olarak düşünülmektedir. Bilişsel yük, nedensel ve değerlendirme faktörleri olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994). Şekil 5 bilişsel yük yapısının göstermektedir.

Nedensel faktörler; öğrenen, öğrenme görevi ve her ikisi arasındaki ilişkinin özelliklerini kapsar. Öğrenen özellikleri, yaşadığı deneyimlerle kolaylıkla değişmesi mümkün olmayan öğeleri kapsar. Öğrencinin bilişsel kapasitesi, daha önce edindiği ön bilgileri ve öğrenme stili öğrenen özelliklerine örnek olarak verilebilir. Öğrenme görevi boyutunda ise verilen görevin etkileşim düzeyi, zorluk derecesi, ne kadar sürede tamamlanması gerektiği gibi bilişsel yüklenmeyi artıran unsurlar bulunmaktadır (Paas,

Camp ve Rikers, 2001). Öğrenen özellikleri ve öğrenme işi boyutlarının etkileşimi sonucunda öğrencinin bilişsel yapısı üzerinde oluşan yükün öğrenmeyi engellediği vurgulanmaktadır (Paas, Renkl ve Sweller, 2004). Belirli bir öğretim sonucunda öğrencinin bilişsel yapısı üzerinde nedensel faktörlerden kaynaklanan bilişsel yükün ölçülebilmesi için değerlendirme faktörlerine başvurulmaktadır.



Şekil 5. Bilişsel yük yapısının şematik gösterimi (Paas ve van Merriënboer, 1994).

Değerlendirme faktörleri ise bilişsel yükün ölçülebilir boyutları olan zihinsel yük, zihinsel çaba ve performans boyutlarını içerir. Zihinsel yük, öğrenme görevi tarafından belirlenen yük olarak ifade edilir ve öğrencinin öğrenme sürecinde problem çözme, grafik yorumlama, kavram öğrenme gibi öğrenme görevleri ile uğraşırken bilişsel yapısı üzerinde oluşan yük olarak tanımlanmaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Zihinsel çaba, öğrenme görevinin taleplerini karşılamak için tahsis edilen bilişsel kaynakların miktarını ifade eder ve öğrencinin bilişsel kapasitesi ile sınırlıdır. Bilişsel yükün öğrenme görevi boyutunu zihinsel yük, öğrenen boyutunu ise zihinsel çaba oluşturmaktadır. Performans ise, öğrencinin verilen görevin oluşturduğu zihinsel yükü yerine getirebilmek için harcadığı bilişsel kapasite sonucu ulaştığı öğrenme düzeyi olarak ifade edilir (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998).

Performans ise zihinsel yüke maruz kalan öğrencinin bilişsel kapasitesinin bir kısmını ya da tamamını zihinsel çaba olarak harcayarak ulaştığı öğrenme düzeyi olarak tanımlanmaktadır (Paas ve van Merriënboer, 1994).

2. 1. 8. Bilişsel Yükün Ölçülmesi

Çok boyutlu yapısı ve zihinsel yük, zihinsel çaba ve performans arasındaki karmaşık ilişkiden dolayı bilişsel yükün ölçülmesi araştırmacılar tarafından zor olarak kabul edilmektedir. Öğrenme görevi ve öğrenen özellikleri arasındaki ilişkiden kaynaklanan zihinsel yük ölçümünün uzman görüşü alınması, matematiksel modellemeler ve iş analizi gibi veri toplama tekniklerinin kullanıldığı analitik yöntemler ile ölçülebileceği vurgulanmaktadır (Paas ve van Merriënboer, 1994). Deneysel araştırmalarda bilişsel yük düzeyinin belirlenmesinde ise daha çok zihinsel çaba ve performans boyutlarına bakılmaktadır. Zihinsel çaba ve performansa dayalı bilişsel yük ölçüm teknikleri öznel, fizyolojik ve görev-performansa dayalı olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir (Wierwille and Eggemeier, 1993).

2. 1. 8. 1. Öznel Teknikler

Öznel teknikler, insanlar kendi bilişsel süreçlerini değerlendirebilirler ve harcadıkları zihinsel çaba miktarını rapor edebilirler varsayımına dayanır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Gopher ve Braune'ye (1984) göre insanlar bilişsel süreçlerini değerlendirirken üzerlerinde oluşan zihinsel yüke veya harcadıkları zihinsel çabaya sayısal bir değer verebilirler. Bu varsayımlara dayalı ilk zihinsel çaba ölçümü Paas ve van Merriënboer (1994) tarafından geliştirilen ve öğrencilerin sarf ettikleri zihinsel çaba miktarını 1'den 9'a kadar (1. Çok çok az, 2. Çok az, ... 8. Çok fazla, 9. Çok çok fazla) işaretledikleri bir ölçek ile elde edilmiştir. Literatürde, uygulama kolaylığından dolayı öznel derecelendirme ölçeği en sık kullanılan bilişsel yük ölçüm tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Öznel derecelendirme ölçeği, bilişsel yükteki küçük farklılıklara duyarlı olduğu için geçerli ve güvenilir bir ölçek olarak kabul görmektedir (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Bu araştırmada da bilişsel yükün ölçülmesi için Paas ve van Merriënboer tarafından geliştirilen 9'lu derecelendirme ölçeği kullanılmıştır. Yıldızlar kavramı ile ilgili örnek bir Bilişsel Yük Ölçeği (EK 4) aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 1. Yıldızlar Kavramı Bilişsel Yük Ölçeği Örneği

Kavram	KAVRAMI ÖĞRENİRKEN NE KADAR ÇABA SARFETTİNİZ?								
	Çok Çok Az	Çok Az	Az	Kısmen Az	Ne Az Ne Fazla	Kısmen Fazla	Fazla	Çok Fazla	Çok Çok Fazla
Yıldız	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

2. 1. 8. 2. Fizyolojik Teknikler

Fizyolojik teknikler, bilişsel fonksiyonlarda meydana gelen değişiklikler fizyolojik ölçümler ile yansıtılabilir varsayımına dayanır. Kalp atış hızı, kalp atış hızındaki değişkenlik, beyin fonksiyonlarındaki değişkenlik ve göz aktiviteleri (göz kırpma oranı ve göz bebeğindeki büyüme-küçülme) fizyolojik tekniklere dayalı zihinsel çaba ölçüm yöntemlerini kapsamaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998).

2. 1. 8. 3. Görev-Performansa Dayalı Teknikler

Performansa dayalı teknikler, birincil görev ölçümü ve ikincil görev yöntemi olmak üzere iki alt sınıfa ayrılır. Birincil görev ölçümünde, öğrencinin verilen bir görevi yerine getirirken gösterdiği performansa dayalı zihinsel çaba ölçümü yapılır. İkincil görev yönteminde ise öğrencinin verilen ikinci görevi, birinci görev ile birlikte eş zamanlı olarak yerine getirirken ki gösterdiği performansa dayalı zihinsel çabasına bakılır. Performansa dayalı tekniklerde performans, öğrencinin doğru ya da yanlış sayısı ve harcadığı süre olarak ifade edilmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994). Öğrencinin performansı öğretim sırasında ya da öğretim sonrasında sınav aşamasında ölçülebilmektedir (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998).

2. 1. 9. Bilişsel Yük Etkileri

Bilişsel yük etkileri, Bilişsel Yük Kuramı çerçevesinde öğretim tasarımı önerileri sunar. Bilişsel Yük Kuramının gelişimi süresince rastgele ve kontrollü deneyler sonucu çeşitli bilişsel yük etkileri ortaya atılmıştır. Bu etkiler genellikle geleneksel yöntemler ile karşılaştırılarak etkililikleri kanıtlanmıştır (Sweller, 2008). Bu etkiler ve ilgili bilişsel yük türü Tablo 2'de verilmiş ve sonrasında detaylı olarak tanıtılmıştır.

Tablo 2. Bilişsel Yük Etkileri ve İlgili Bilişsel Yük Türleri (Plass, Moreno ve Brünken, 2010, s., 30).

Bilişsel yük etkileri	Temel bilişsel yük kaynağı
Hedeften bağımsız etkisi (the goal-free effect)	Konu dışı
Çalışılmış örnekler etkisi (the worked examples effect)	Konu dışı
Problem tamamlama etkisi (the completion problem effect)	Konu dışı
Bölünmüş dikkat etkisi (the split attention effect)	Konu dışı
Bıçem etkisi (the modality effect)	Konu dışı
Gereksizlik etkisi (the redundancy effect)	Konu dışı
Öge etkileşimi etkisi (the element interactivity effect)	Asıl
Yalıtılmış/etkileşimli öğeler etkisi (the isolated/interacting elements effect)	Asıl
Hayal etme etkisi (the imagination effect)	Etkili
Uzmanlıkta tersine dönmesi etkisi (the expertise reversal effect)	Konu dışı
Rehberliğin azaltılması etkisi (the guidance fading effect)	Konu dışı
Geçici bilgi etkisi (the transient information effect)	Konu dışı

2. 1. 9. 1. Hedeften Bağımsız Etkisi

Hedeften bağımsız problemler, araç-amaç (means-ends) analizinin sebep olduğu konu dışı bilişsel yükü azaltmak ve şema oluşumunu desteklemek için tasarlanmıştır. Hedeften bağımsız problemler, öğrencilere şimdiki problem durumu ile hedef durum arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmaya izin vermez. Çünkü herhangi bir hedef durum belirtilmemiştir. Dolayısıyla araç-amaç araştırması yapılmayacağı için bilişsel yük de azalacaktır (Paas, Camp ve Rikers, 2001). Öğrenciler hedeften bağımsız problemleri çözmek için, araç-amaç analizine alternatif bir strateji geliştirmelidirler. Aşağıdaki örneği inceleyelim (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998):

“Bir araç, durağan pozisyondan düzgün hızlanarak 1 dakika boyunca hareket ediyor. Bu aracın son hızı 2 km/dak olduğuna göre, araç ne kadar yol almıştır?”

Böyle bir problemle karşı karşıya kalan bir öğrenci, problemin çözümü için bir şemaya sahip değilse araç-amaç analizi yoluyla problemi çözmeye çalışmalıdır. Öğrencinin bu problemi çözebilmesi için hedefi (alınan yol), verilenleri (düzgün hızlanma, seyahat edilen zaman, son hız), verilenler ile hedef arasındaki farklılıkları ve bu farklılıkları azaltmak için gerekli problem çözme işlemlerini bulması gerekir. Bu işlemin başarılabilmesi için hedef ile

verilenler arasında köprü oluşturacak eşitliklerin bulunması gerekir. Diyelim ki bu noktada iki eşitlik öğrenci tarafından öğrenilmiş olsun:

$$\text{ortalama hız} = 0.5 \times \text{son hız}$$

$$\text{alınan yol} = \text{ortalama hız} \times \text{zaman}.$$

Alınan yol = ortalama hız x zaman eşitliği hedef değişken olan *alınan yolu* içermektedir. Eğer *ortalama hız* ve *zaman* değişkenleri bulunabilirse problem çözülür. *Zaman*, problem cümlesinde verildiği için biliniyor fakat ortalama hız bilinmiyor. *Ortalama hız* bu durumda alt hedef olmaktadır. *Ortalama hız = 0.5 x son hız* eşitliği alt hedef olan *ortalama hız* değişkenini içeriyor. Eğer *son hız* bulunursa, *ortalama hız* hesaplanabilir. *Son hız* problem cümlesinde verilmiş olduğundan verilen değerler eşitliklerde yerine konarak hedefe ulaşılır.

Araç-amaç analizi yoluyla problem çözme, şema yokluğunda etkili bir yoldur. Buna rağmen çalışan bellek kapasitesini aşırı derecede kullanır. Bu durum, öğrenme ile ilgili şema oluşumuna pek katkı sağlamaz. Öğrenme ve problem çözme farklı ve uyuşmayan işlemlerdir. Formal olarak yapılandırılmış bu tür problemler şema oluşumu ve uzmanlık kazanmak ile ilgili etkili bir teknik değildir. Öğrenci ağır bir konu dışı yüke maruz bırakılır. Yukarıdaki problemin hedeften bağımsız şekline bakalım:

“Bir araç, durağan pozisyondan düzgün hızlanarak 1 dakika boyunca hareket ediyor. Bu aracın son hızı 2 km/dak’dır. Bu verilene göre hesaplanabilecek tüm değerleri hesaplayınız.”

Problem son cümle haricinde bir önceki ile aynıdır. Son cümle, araç-amaç analizi araştırmasını ve beraberinde getirdiği bilişsel yükü ortadan kaldırır. Bu problemi çözebilmek için öğrenci verilenleri uygulayabileceği bir eşitlik bulmalıdır. Verilenler, *zaman = 1 dak* ve *son hız = 2 km/dak* şeklindedir. Diyelim ki *ortalama hız = 0.5 x son hız* eşitliği öğrenci tarafından bilinen ve verilenlere uygulanacak tek eşitlik olsun. Bu eşitlik bir kez uygulandığında yeni bir problem durumu daha ortaya çıkar ve öğrenci bu durum için yeni bir eşitlik bulmalıdır. Bu durum için *alınan yol = ortalama hız x zaman* eşitliği kullanılır ve *alınan yol* için bir değer bulunur.

Bu süreç için birkaç noktanın dikkate alınması gerekir. Hem hedeften bağımsız hem de araç-amaç analizi işlemlerinde öğrenci aynı eşitliği kullanarak aynı sonuçlara ulaşır. Bununla birlikte, sonuç aynı olmasına rağmen kullanılan problem çözme stratejisi ve bilişsel süreçler oldukça farklıdır. Bir hedefin varlığı ve araç-amaç analizi yönteminin kullanımıyla öğrenci, şimdiki problem durumunu, hedef durumu, bunlar arasındaki ilişkileri, farklılıkları azaltan problem çözme eşitliklerini ve varsa alt hedefleri sürekli çalışan belleğinde tutmalı ve işlemelidir. Aksine hedeften bağımsız stratejisi her bir problem

durumu ve bu duruma uygulanması gereken işlemlerden fazla bir şey gerektirmez. Ayrıca bu birleşim şema oluşumu için kesinlikle gereklidir.

Bir öğretim tasarım aracı olarak hedeften bağımsız problemlerin etkililiğini gösteren birçok araştırma yapılmıştır (Sweller, 1988; Mawer ve Sweller, 1982; Sweller, Mawer ve Howe, 1982; Sweller ve Levine, 1982; Owen ve Sweller, 1985; Tarmizi ve Sweller, 1988; Bobis, Sweller ve Cooper, 1994). Sweller, Mawer ve Ward (1983) lise öğrencileri üzerinde kinematik ve geometri problemleriyle deney yapmışlardır. Kinematik problemi yukarıda anlatılan probleme benzer yapıdadır. Geometri problemleri, “*karşı açılar eşittir ve bir üçgenin dış açıları karşı iç açılarının toplamına eşittir*” gibi teoremleri kullanmıştır. Geleneksel geometri problemleri öğrencilerden diyagramdaki belirli bir açı değerini bulmalarını gerektirirken, hedeften bağımsız problemler öğrencilerden bulabildikleri kadar açı değerlerini bulmalarını gerektirir. Kontrol grubuna geleneksel problemler uygulanmış, deney grubuna ise hedeften bağımsız problemler uygulanmıştır. Daha sonra öğrenmeyi ölçmek için geleneksel problemlerin kullanıldığı ortak test uygulanmıştır. Sonuçlar, deney grubunun (hedeften bağımsız problem grubu) şema oluşumu açısından geleneksel gruba göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

2. 1. 9. 2. Çalışılmış Örnek Etkisi

Hedeften bağımsız problemler araç-amaç analizi kullanılarak yapılan problem çözme ile kıyaslandığında konu dışı bilişsel yükü azaltır ve şema oluşumunu destekler. Çalışılmış örnekler etkisi de araç-amaç analizini elimine eder ve bundan dolayı çalışılmış örneklerin geleneksel problem çözme stratejisi yerine kullanımı faydalı olabilir. Çalışılmış örnekler etkisi; bir problem ifadesi, çözüm basamakları ve çözümün kendisini içerir. Matematik ve fizik gibi öğrenme alanlarında iyi yapılandırılmış öğretim materyalleri hazırlamak için sıklıkla kullanılır. Geleneksel problemlerin aksine çalışılmış örnekler, ilgiyi problem durumlarına ve ilgili işlemlere (çözüm basamakları) odaklar, öğrencilerin genel çözümler veya şema oluşturmalarına yardımcı olur (Atkinson, Derry, Renkl ve Wotham, 2000). Çalışılmış örnekler geleneksel problem çözme stratejisinden daha fazla şema oluşumunu ve transfer performanslarını destekler. Aşağıdaki örneği inceleyelim (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011):

“Aşağıdaki eşitliği a için çözelim:

$$(a + b)/c = d”$$

Çözüm Basamakları:

1. $(a + b)/c = d$

$$2. a + b = dc$$

$$3. a = dc - b$$

Çalışılmış örnekler etkisi ile ilgili olarak birçok araştırma yapılmıştır (Sweller ve Cooper, 1985; Paas, 1992; Paas ve van Merriënboer, 1994; Carroll, 1994; Pillay, 1994). Sweller ve Cooper (1985) ve Cooper ve Sweller (1987) çalışılmış örnekleri geleneksel problem çözme yerine kullanmışlardır. Araştırmalarında, çalışılmış örnekler kullanımının şema oluşumunu geliştirdiğini ve yeni cebir problemlerini çözme becerilerini geleneksel problem çözme yaklaşımına göre daha fazla geliştirdiğini göstermişlerdir. Zhu ve Simon (1987) uzun süreli araştırmalarında, çalışılmış örneklerin geleneksel sınıf öğretiminin yerini alması gerektiğini belirtmişlerdir. Başka bir araştırmasında, çalışılmış örnekleri kullanarak 3 yıllık matematik kursunun 2 yılda tamamlanabileceğini vurgulamışlardır. Paas ve van Merriënboer (1994), geometri ile ilgili problem çözme deneyleri yapmışlar ve araştırmalarında, çalışılmış örneklerin geleneksel problemlere oranla daha düşük konu dışı bilişsel yük puanları, daha iyi şema oluşumu ve daha yüksek transfer performansı sağladığını belirtmişlerdir.

Çalışılmış örneklerin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Geleneksel problem çözme görevlerinin eksikliği öğrencilerin motivasyonları üzerinde negatif etkileri olabilir. Çalışılmış örneklerin aşırı kullanımı öğrencilerin problemlere yeni ve yaratıcı çözümler üretme becerilerini kısıtlayabilir. Bu nedenle hedeften bağımsız ve problem tamamlama problemleri, çalışılmış örneklerin aşırı kullanımına iyi bir alternatif olarak gösterilebilir.

2. 1. 9. 3. Problem Tamamlama Etkisi

Çalışılmış örneklerin önemli dezavantajlarından biri öğrencilerin örnekleri dikkatli bir şekilde çözmelerine neden olmasıdır. Bununla birlikte öğrenciler, geleneksel problemleri çözmeye başlamadan önce çalışılmış örnekler ile çalışmalıdırlar. Başarılı öğrenciler, ayrıntılı olarak hazırlanmış çalışılmış örnekleri tam olarak çözme eğilimindedirler. Düşük başarılı öğrenciler ise geleneksel problemleri çözerken karşılaştıkları bir problemin üstesinden gelmek için çalışılmış örnekleri dikkatlice çalışmalıdırlar (Chi, Bassok, Lewis, Reimann ve Glaser, 1989). Bir problemi çözerken çalışılmış örneklere başvurmak problemin ve çalışılmış örneğin aynı zamanda çalışan bellekte işlenmesini gerektirir. Bu da çalışan bellek üzerinde aşırı yüklenmeye neden olur. van Merriënboer ve Krammer (1987) alternatif olarak problem tamamlama örneklerinin kullanımını tavsiye etmişlerdir. Problem tamamlama özellikle yazılım tasarımı, elektronik devre tasarımı, üretim süreçleri planlama ve CNC programlama ve mimarlık gibi tasarım yönelimli alanlarda faydalıdır. Problem tamamlama, çalışılmış örnekler ve geleneksel

problemler arasında bir köprü görevi görür. Çalışılmış örnekler tam çözümlü bir problem tamamlama, geleneksel problemler ise henüz çözümlenmemiş bir problem tamamlamadır.

Problem tamamlama, çalışılmış örnekler ve geleneksel problemlerin güçlü yanlarını birleştirir. Çalışılmış örnekler gibi problem tamamlama da konu dışı bilişsel yükü azaltır. Paas (1992) geleneksel problemler, çalışılmış örnekler ve problem tamamlamanın istatistiksel problem çözme üzerine öğrenim performansı, transfer performansı ve bilişsel yüke etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışılmış problem ve problem tamamlamanın geleneksel problemlere göre daha fazla öğrenim ve transfer performansı ile daha az bilişsel yüke neden olduğunu görmüştür. Çalışılmış örnekler ile problem tamamlama arasında önemli bir farklılık bulamamıştır. van Merriënboer (1990), on derslik bilgisayar programlamaya giriş kursunda problem tamamlamanın öğrenme çıktıları ve transfer oranları üzerine etkilerini araştırmış ve problem tamamlamanın geleneksel problemlere oranla daha yüksek yeni program yazma becerileri kazandırdığını tespit etmiştir. Bu bulgu, problem tamamlama kullanımının daha iyi şema oluşumunu desteklediğini göstermektedir.

Problem tamamlama araştırmalarının sonuçlarına göre, geleneksel problemlere oranla problem tamamlamanın konu dışı bilişsel yükü azalttığı, şema oluşumuna yardımcı olduğu ve daha iyi transfer performanslarına sebep olduğu görülmektedir. Problem tamamlamanın bir dezavantajı, bu tür problemleri hazırlamanın uzun zaman almasıdır. Aşağıdaki örneği inceleyelim:

“Bir elektronik aygıtın iki bileşeni (X ve Y) birbirlerinden bağımsız olarak üretilmektedir. Her iki bileşenin üretimden kaynaklanan bir problemden dolayı arızalı üretilmesi olasılığı %10'dur ($p = 1/10$). Buna göre rastgele seçilen bir aygıtın düzgün çalışma olasılığı nedir?”

Çözüm Basamakları:

1. *X bileşenin arızalı olma olasılığı ve Y bileşenin arızalı olma olasılığı:*

$$= \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100} = 0.01$$

2. *X bileşenin ve/veya Y bileşenin arızalı olma olasılığı:*

$$= \frac{1}{10} + \frac{1}{10} - \frac{1}{100}$$

$$= \frac{19}{100} = 0.19$$

3. *Cevabı aşağıdaki kutucuğa yazınız:*

$$= 1 - \frac{19}{100} = \frac{81}{100} = 0.81$$

2. 1. 9. 4. Bölünmüş Dikkat Etkisi

Baddeley'in çalışan bellek modeline göre, çalışan bellek görsel ve işitsel olmak üzere iki algı kanalına sahiptir. İşitsel kanalda ses, müzik vb. sesli anlatımlar işlenebilirken görsel kanalda resim, grafik vb. görsel materyaller işlenebilmektedir. Bölünmüş dikkat etkisi, çalışan belleğin aynı algı kanalına hitap eden farklı bilgilerin sunulması ile dikkatlerinin bölünmesine bağlı olarak bilişsel yükün artacağını vurgulamakta ve bu durumdan kaçınılması gerektiğini belirtmektedir (van Gevren, Paas, van Merienboer ve Schmidt, 2006; Sweller ve Chandler, 1994; Sweller, 2004).

Tindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997) yaptıkları deneyde üç farklı yazılı materyalin öğrenme üzerine etkilerini incelemiştir. Geleneksel sürümde açıklayıcı adımlar diyagramın altına yerleştirilmiş, bütünleştirilmiş sürümde ise açıklayıcı adımlar diyagramın ilgili yerlerine yerleştirilmiş, üçüncü sürümde (işitsel-görsel) ise diyagram sesli anlatım şeklinde açıklanmıştır. Üç farklı öğrenci grubu bu materyalleri çalışmışlar ve sonrasında bir teste tabi tutulmuşlar. Bütünleştirilmiş ve sesli anlatım şeklinde sunulan materyallerin geleneksel materyale göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Mayer ve Moreno (2002) yaptıkları çalışmada, animasyon (canlandırma) ve sesli anlatıma ek olarak sesli anlatımın ekrana yazılı metin şeklinde de sunulmasının çalışan belleğin görsel alt kanalında bilişsel yüklenmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler, eklenen yazılı metne ve animasyona bakmak durumunda kaldıklarından bölünmüş dikkat etkisi ortaya çıkmaktadır.

2. 1. 9. 5. Biçem Etkisi

Görsel kanalda işlenmesi gereken bilginin görsel kanalın kapasitesini aşması durumunda aşırı bilişsel yüklenme gerçekleşir. Bunu engellemek için işlenmesi gereken bilgilerin bir kısmının görsel kanaldan işitsel kanala kaydırılması gerekir. Bu durum biçem etkisi (modality effect) olarak açıklanır (Schnotz, 2005; Mayer, 2009).

Yapılan araştırmalar, metnin yazılı olarak sunulması yerine sesli olarak anlatılmasının öğrenme üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir (Mayer ve Anderson, 1991; Mayer, 1997; Moreno, Mayer, Spires ve Lester, 2001). Biçem etkisi, çoklu ortamlara dayalı öğrenmede başarının nasıl artırılacağını en iyi şekilde göstermektedir. Bu etkiye göre, materyal eş zamanlı olarak görsel ve işitsel biçemlerde sunulduğunda, bilginin kazanılması, yalnızca görsel biçemin kullanıldığı duruma göre daha kolay olmaktadır. Bu etkiye göre öğrenciler, resim ve sesli anlatımı birlikte aldıklarında, materyali resim ve yazılı metni birlikte alan öğrencilere göre daha iyi kavramaktadırlar. Çünkü ikinci grupta yer alan öğrenciler yalnızca görsel biçemi (resim ve

ekranda yer alan metinler) kullanırken ilk gruptaki öğrenciler hem görsel (resim) hem de sesli anlatım biçimleri kullanmışlardır. Resim ve yazılı metnin birleşimi görsel çalışan bellekte yüksek bilişsel yüke neden olmaktadır. Bunun nedeni, her iki bilgi türünün de aynı alt sistemde işlenmesidir. Bunun tersine resim ve sesli anlatımın birlikte kullanıldığı durumda ise görsel çalışan bellekteki yük azalmaktadır. Bunun nedeni ise görsel ve işitsel bilgilerin her birinin kendi alt sistemlerinde işlenmesidir. Bu etki birçok çalışmada, farklı materyaller ve öğrenen grupları kullanılarak incelenmiş ve aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Biçem etkisine ilişkin yapılan araştırmalar, çoklu ortamlarda kelimelerin ekranda yazılı olarak sunulmaması, bunun yerine sesli olarak anlatılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Mousavi, Low ve Sweller, 1995; Thindall-Ford, Chandler ve Sweller, 1997; Jeung, Chandler ve Sweller, 1997; Mayer ve Moreno, 1998; Kalyuga, Chandler ve Sweller, 1999, 2000). Penney (1989) yaptığı kapsamlı araştırmalar sonucunda, sunulan materyallerde işitsel ve görsel biçimler birlikte olduğunda, çalışan belleğin daha verimli olarak işlem yapabildiğini ve çalışan belleğin kapasitesinin daha etkili kullanıldığını vurgulamaktadır. Yapılan araştırmaların birçoğu, dikkatin göz ve kulak arasında paylaştırılmasının daha etkili sonuçlar verdiğini göstermiştir (Moreno ve Mayer, 1999). Bu durum çoklu ortam materyalleri için de geçerlidir.

Tindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997) yaptıkları deneyde öğrencilere voltmetre kullanarak elektrik test araçlarının nasıl kullanılacağını göstermişlerdir. Araştırmada iki farklı materyal geliştirmişlerdir. Birinci materyalde (sadece görsel sürüm), diyagram sadece yazılı metin ile açıklanmıştır. İkinci materyalde ise (İşitsel-Görsel sürüm), aynı görseli aynı kelimeleri kullanarak sesli anlatım şeklinde sunmuşlardır. Her bir ders beş dakika civarı sürmüştür. Test, yazılı problem çözme sorularının yanı sıra öğrencilerin gerçek ekipmanlar kullanarak uygulama yapmalarını içermektedir. Bir ay sonra aynı öğrenciler ile aynı materyaller kullanılarak ikinci bir öğretim yapılmıştır. Araştırma sonucunda işitsel-görsel sürümün sadece-görsel sürüme göre daha etkili olduğunu ortaya koymuştur.

2. 1. 9. 6. Gereksizlik Etkisi

Metni, hem yazılı hem de sesli anlatım olarak sunmaktan kaçınmak gerekmektedir. Buna gereksizlik etkisi denilmektedir (Chandler ve Sweller, 1991). Moreno ve Mayer (2002) tarafından yapılan çalışmada, Bilişsel Yük Kuramının üzerinde durduğu aşırı bilişsel yüklenmeyi önleyen tekniklerden biri olan gereksizlik etkisini test etmek amacıyla iki ayrı deney yapılmıştır. Birinci deneyde dört farklı materyal hazırlanmıştır. Birinci materyalde yalnızca sesli anlatım kullanılmış, ikinci materyalde sesli anlatıma ek olarak bu bilgiler yazılı olarak da sunulmuştur. Üçüncü materyalde önce animasyon gösterilmiş,

sonrasında aynı bilgiler sesli olarak anlatılmıştır. Dördüncü materyalde ise önce animasyon gösterilmiş, sonrasında ise sunulacak olan bilgi sesli anlatım ve yazılı olarak verilmiştir. Bu deney sonrasında yapılan hatırlama, transfer ve eşleştirme testi sonuçları düşükten yükseğe doğru sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü materyal şeklindedir. İkinci deneyde ise yine dört farklı materyal hazırlanmıştır. Birinci materyalde eşzamanlı olarak animasyon, sözel anlatım ve yazılı metin, ikinci materyalde animasyon ve arkasından sesli anlatım, üçüncü materyalde önce animasyon gösterilmiş sonrasında sesli anlatım ve yazılı metin birlikte sunulmuştur. Dördüncü materyalde ise eşzamanlı olarak animasyon ve sesli anlatım verilmiştir. Hatırlama ve eşleştirme testi sonuçlarına göre sıralama yüksekten düşüğe doğru sırasıyla dördüncü, üçüncü, ikinci ve birinci materyal şeklindedir. Araştırmada yapılan iki ayrı deney sonucunda, sunulan bilginin eşzamanlı olarak animasyon ve sesli anlatım şeklinde sunulması halinde bunlara ek olarak yazılı metin verilmesinin gereksiz olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilere hem animasyon hem yazılı metin eşzamanlı sunulduğunda her iki bileşende, görsel algı kanalına hitap ettiği için öğrencilerin dikkatleri animasyon ve metin arasında bölünmektedir. Bu da çalışan belleğin verimli kullanımını engelleyerek aşırı bilişsel yüklenmeye neden olmaktadır. Bunu engellemek için aynı kanala hitap eden bileşenleri eş zamanlı olarak sunmak yerine yazılı metin yerine, sesli anlatımın tercih edilmesi gerektiği önerilmektedir.

2. 1. 9. 7. Öge Etkileşimi Etkisi

Bölünmüş dikkat, biçem ve gereksizlik ilkelerinin hepsi çalışan belleğin yükünü azaltmak için tasarlanan öğretim yöntemlerinin sonucu olarak oluşur. Öğretim yöntemlerinin sadece öğrenilecek materyalin aşırı bilişsel yüklenmenin olacağı öğretim ortamlarında etkili olabileceği beklenmektedir. Eğer materyal aşırı bilişsel yüke neden olmuyorsa iyi tasarlanmamış öğretim yöntemlerinden kaynaklanan bilişsel yük sorun olmayacaktır (Sweller ve Chandler, 1994; Sweller, 2010). Çünkü çalışan belleğin kapasitesi aşılmayabilir. Bilginin yapısından kaynaklanan asıl bilişsel yükün düşük olduğu durumlarda iyi tasarlanmamış öğretim yöntemlerinden doğacak konu dışı bilişsel yükün öğrenmeye olumsuz bir etkisi olmayabilir. Düşük öge etkileşimli materyalin düşük asıl bilişsel yüke sahip olmasından dolayı bilişsel yük etkileri görülemeyebilir. Bilişsel yük etkileri yüksek öge etkileşimli materyallerin kullanımı sırasında görülebilir. Chandler ve Sweller (1996) ve Sweller ve Chandler (1994) bölünmüş dikkat ve gereksizlik etkilerinin yüksek öge etkileşimli materyallerin öğrenimi sırasında görüldüğünü fakat düşük öge etkileşimli materyallerin öğretimi sırasında görülmediğini belirtmişlerdir. Thindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997) benzer bir şekilde biçem etkisinin de yüksek öge etkileşimli materyallerin öğrenimi sırasında ortaya çıktığını bulmuşlardır.

Bilişsel yük etkilerinin yüksek öge etkileşimli materyallerin kullanımı sırasında ortaya çıkmasının bulunması öge etkileşimi etkisinin varlığını gösterir. Öge etkileşimi etkisi; bölünmüş dikkat, gereksizlik ve biçem etkisi ve öğrenilecek materyalin karmaşıklığı arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkar. Diğer bilişsel yük etkileri kullanılarak test edilmemesine rağmen, öge etkileşimi etkisini destekleyen her bir neden çalışan belleğin sınırlarına dayanan diğer etkiler için de elde edilebilir.

Yüksek öge etkileşimli materyalin öğrenilebilmesi için çalışan bellek ve uzun süreli bellek arasındaki etkileşimin geliştirilmesi tavsiye edilmektedir. Yüksek öge etkileşimli materyal, çalışan bellek tarafından işlenmeden önce mutlaka şemalara yerleştirilmelidir. Öge etkileşimi etkisi, öğretim yüksek öge etkileşimli bir materyal ile ilgileniyorsa çalışan belleğin sınırlı kapasitesi gibi insanın bilişsel yapısının özelliklerinin kritik bir öneme sahip olduğunu gösterir.

2. 1. 9. 8. Yalıtılmış Etkileşimli Öğeler Etkisi

Yeni bir öğretim materyali ile karşı karşıya kalan bir öğrenci ve öğrenilecek bilginin öge etkileşiminin yeterince yüksek ve çalışan belleğin kapasitesini aşabilecek düzeyde olduğunu düşünelim. Tüm etkileşimli öğelerin çalışan bellekte eş zamanlı işlenmesi gerektiğinden bilginin anlaşılması zor olacaktır. Şemalar oluşturulana kadar tüm etkileşimli öğeler çalışan bellekte eş zamanlı olarak işlenemezler. Materyal, tüm etkileşimli öğeleriyle beraber sunulduğunda çalışan belleğin kapasitesi aşılabacağından çalışan bellekte işlenemeyecektir. Böyle bir durumda öğrenmenin gerçekleşmesi için etkileşimli öğelerin yalıtılmış (birbirinden bağımsız) ve etkileşimsiz öğeler olarak öğretilmesi gerekmektedir (Ayres, 2006). Bu şekilde öncelikle öğeler ile ilgili şemalar oluşur. Yeterince gelişmiş şemalar oluşturulmaz etkileşimli öğeler çalışan bellekte işlenebilecek duruma geleceğinden anlama gerçekleşecektir. Bu şekilde öğrencilere, başlangıçta karmaşık bilginin yalıtılmış olarak ve aralarındaki etkileşim gösterilmeden sunulması öğrenmeyi kolaylaştırabilir. Böyle bir bilginin anlaşılması sınırlı olacaktır fakat bir kere öğrenildiğinde tüm bilginin sunumu anlamının meydana gelmesine olanak verebilir (Blayney, Kalyuga ve Sweller, 2010). Karşıt olarak, başlangıçtaki öğretim sırasında tüm bilginin sunumu anlaşılabilir fakat çok düşük bir öğrenme ve anlama ile sonuçlanır. Pollock, Chandler ve Sweller (2002) bu etkiyi kesin olarak elde etmişlerdir. Önce yalıtılmış öğelerin, daha sonra ise tüm öge etkileşiminin sunulduğu öğrenciler; öge etkileşiminin iki defa sunulduğu öğrencilere göre daha fazla öğrenmişlerdir. Bu durum yalıtılmış öge etkileşimi etkisini göstermektedir.

2. 1. 9. 9. Hayal Etme Etkisi

Öğrenilecek konu için daha önceden şemaya sahip olmayan yeni bir öğrencinin nispeten yüksek bir uzmanlık derecesi elde edebilmesi için, sonraki öğrenmeler daha önceden kazanılan şemaların otomasyonunu içermesi gerekecektir. İstenen performans düzeyi elde edilene kadar materyalin çalışılmasına devam edilir. Diğer bir seçenek ise öğrencinin öğrenilecek işlemi zihninde canlandırmayı denemesidir. Hayal etme, öğrencinin işlemleri çalışan belleğinde zihinsel olarak “gözden geçişmesini” gerektirir (Ginns, Chandler ve Sweller, 2003). Yüksek öge etkileşimli materyal için, bilgiyi çalışan bellekte işlemek şemalar oluşturulana kadar mümkün değildir. Şemalar oluşturulmaz hayal etme teknikleri uygulanabilir ve hayal ederek uygulama yapmak şema otomasyonuna yardımcı olur (Leahy ve Sweller, 2005). Yüksek öge etkileşimli materyali çalışmak, şema oluşturulurken araştırmayı azaltmak için gerekli olan rehberliği sağlamak amacıyla tasarlandığından materyali çalışmaya devam etmek gereksizdir. Eğer şemalar zaten kazanılmışsa araştırmayı azaltmak için daha fazla rehberlik sağlamaya gerek yoktur, çünkü şemaların asıl işlevi şimdi çalışabilir. Tüm şemayı kullanarak öğrenilen işlemleri zihinde canlandırmak şema otomasyonu sayesinde daha sonraki öğrenmeleri kolaylaştırır (Leutner, Leopold ve Sumfleth, 2009).

Cooper, Thindall-Ford, Chandler ve Sweller (2001) bu hipotezi test etmişler ve öğrenilmesi gereken işlemlerin hayal edilmesi istenen öğrencilerin, geleneksel çalışma talimatı verilen öğrencilerden daha iyi performans gösterdiklerini bulmuşlardır. Hayal etme etkisi sadece gerekli tüm bilgiyi çalışan belleğinde işleyebilecek yeterli bilgiye sahip öğrenciler kullanılarak elde edilebilmiştir. Yüksek öge etkileşimli materyali tümüyle çalışan belleğinde işleyemeyen yeni öğrenciler için, ters hayal etme ya da “çalışma” etkisi elde edilir ki çalışma etkisi hayal etkisine göre daha etkilidir (yeni öğrenciler için). Başka bir deyişle bu etki öğrencilerin uzmanlık düzeylerine bağlı olarak elde edilir. Öğretimin ideal biçimi öğrencilerin uzmanlığına bağlıdır.

2. 1. 9. 10. Uzmanlıkta Tersine Dönmesi Etkisi

Öğrencilere yeni bir bilgi sunulduğunda, bu bilgi öğrencilerin sınırlı çalışan bellek kapasiteleri içerisinde işlenir. Öğrenme sonucu oluşan ve uzun süreli bellekte tutulan şemalar çalışan belleğin sınırlılıklarının ortadan kalkmasına ve bilginin daha etkili bir şekilde işlenmesine yardımcı olur. Çalışan bellek yükünü azaltarak şema oluşumuna ve otomasyonuna olanak tanıyan farklı öğretim teknikleri tasarlanmıştır. Bununla birlikte, bu tekniklerin etkililiğinin öğrencilerin bilgi düzeylerine bağlı olduğu gerçeği ortaya çıkmıştır. Yeni öğrenciler için son derece etkili olan öğretim tekniklerinin daha bilgili öğrencilerde

etkililiğini kaybedebileceği ve negatif sonuçları olabileceği çeşitli çalışmalar ile ortaya konmuştur. Bu durum uzmanlıkta tersine dönme etkisi olarak adlandırılmaktadır (Kalyuga, Chandler ve Sweller, 1998).

Hayal etme etkisi haricinde konu dışı bilişsel yükü azaltmak için kullanılan tüm etkiler, öğrenciler için yeni öğretim tasarımları geliştirmeyi amaçlamaktadır. Öğrenciler birtakım bilgiler edindikçe yani uzmanlaştıkça, daha önce tanımlanan birçok etki uzman öğrencilerde tersine bir etki gösterir. Uzmanlık (bilgi) arttıkça, problem çözme alıştırmaları gibi geleneksel öğretim yöntemleri çalışılmış örnekler gibi bilişsel yük etkilerinden daha etkilidir (Kalyuga, 2007). Hayal etme etkisi diğer etkilerden farklıdır. Hayal etme teknikleri yeni öğrenciler için değil de daha bilgili öğrenciler için planlanır. Dolayısıyla hayal etme teknikleri daha bilgili öğrenciler yerine yeni öğrencilere sunulduğunda etkisi tersine döner. Diğer tüm bilişsel yük etkileri için, yeni öğrencilerde olumlu sonuçlar gösteren etkiler daha bilgili öğrenciler için kullanıldığında ters etki gösterebilir. Bu tersine dönme gereksizlik etkisinden kaynaklanır ve uzmanlıkta tersine dönmesi etkisi olarak adlandırılır. Uzmanlıkta tersine dönmesi etkisi daha basit bilişsel yük etkileri arasındaki etkileşimden ve bilgi seviyesinden kaynaklanır ve basit bilişsel yük etkileri ve görev karmaşıklığı arasındaki etkileşimi içeren öge etkileşimi etkisi ile çelişebilir. Kalyuga, Chandler ve Sweller (1998), yazılı metnin diyagrama entegre edildiği formatın yeni öğrenciler üzerinde etkili olduğunu fakat öğrencilerin uzmanlığı arttıkça bu etkinin azaldığını göstermişlerdir. Uzmanlıkta tersine dönmesi ilkesi ile ilgili yapılan birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Kalyuga, Ayres, Chandler ve Sweller, 2003; Kirschner, Sweller ve Clark, 2006; Brunstein, Betts ve Anderson, 2009; Nückles, Hübner, Dümer ve Renkl, 2010).

2. 1. 9. 11. Rehberliğin Azaltılması Etkisi

Uzmanlıkta tersine dönme etkisi, öğrencilerin uzmanlık kazanması sonucu oluşan şemaların artan bir şekilde rehberlik sağlaması ve dolayısıyla öğretim tarafından sağlanan rehberliğin azaltılması gerektiğini önerir. Gereksiz rehberliğin negatif etkileri vardır. Renkl ve arkadaşları (Renkl, 1997) çalışılmış örnekler, problem tamamlama ve geleneksel problemlerin birleşimini kullanarak bu etkiyi kesinlikle elde etmişlerdir. Çalışılmış örnekler kullanılarak sağlanan rehberliğin yeni öğrenciler için en iyi öğretim yöntemi olduğunu, uzmanlık arttıkça çalışılmış örnekler yerine problem tamamlama ve geleneksel problemlerin kullanılmasının daha iyi olacağını belirtmişlerdir.

Yeni öğrenciler için öğretim, kayıp merkezi yöneticinin yerini almalıdır fakat öğrencilerin uzmanlık düzeyi arttıkça şemalar merkezi yöneticinin yerini almalıdır (Sweller, 2003). Rehberliğin azaltılması etkisi bu öneri ile tamamen uyuşmaktadır. Başlangıçta, merkezi yönetici olmadığında, çalışılmış örnekler bilgi öğeleri arasındaki ilişkileri gösterir.

İkel şemalar oluştuğunda, çalışılmış örneklerden bazı merkezi yönetim işlevlerini devralabilir ve dolayısıyla çalışılmış örnekler daha fazla gerekli değildir. Çalışılmış örnekler yerine problem tamamlama kullanılabilir. Tam şema oluşturulduğunda ise merkezi yönetici olarak davranabilir ve dolayısıyla rehberlik gerektirmeyen geleneksel problemler kullanılabilir. Şema otomasyonu sayesinde edinilen ek öğrenme problem çözme alıştırmaları sırasında meydana gelebilir.

Renkl, Atkinson, Maier ve Staley (2002), öğrencilerin bilgi düzeylerinin artmasıyla rehberliğin azaltılmasının tek bir öğretim yöntemi kullanılmasına göre daha üstün olduğunu bulmuşlardır. Geleneksel çalışılmış örnekler ile rehberliğin azaltılması etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışılmış örnekler yöntemi, çalışılmış örneklerden sonra benzer bir problem çözme etkinliği ile birleştirilmiştir. Bu birleştirme öğrencilerin uzmanlık düzeylerinin değişmesine bakılmaksızın öğrenme süreci boyunca kullanılmıştır. Sonuçlar rehberliğin azaltılması yönteminin daha üstün olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin uzmanlık seviyelerinin artmasıyla rehberliğin azaltılması yönteminin sadece çalışılmış örnekler veya sadece problem çözme gibi tek bir tasarım yöntemine olan üstünlüğü rehberliğin azaltılması etkisini oluşturur.

Rehberliğin azaltılması etkisi uzmanlıkta tersine dönme etkisi ile birlikte kişisel farklılıkların özellikle uzmanlık seviyelerindeki farklılıkların bir öğretim tasarımı seçerken çok ciddi bir etken olarak gösterilmişlerdir (Renkl ve Atkinson, 2003). Bir tasarım yeni öğrenciler için uygun olabilirken uzman öğrenciler için uygun olmayabilir. Uzmanlık seviyelerini göz ardı etmek uygun olmayan öğretim yöntemlerinin kullanımına neden olabilir.

2. 1. 9. 12. Geçici Bilgi Etkisi

Geçici bilgi etkisi, öğrencinin bilgiyi yeterli bir zaman dilimi içerisinde işleyebilmesinden önce ya da daha sonra gelecek yeni bilgiler ile bütünleştirmeden önce gözden kaybolmasına bağlı olarak öğrenme kayıplarının oluşması olarak tanımlanabilir (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011). Geçici bilgi etkisi, bazı şartlar altında geçici bilginin öğrenme üzerinde negatif etkilerinin olabileceğini belirtir. Geçici bilgi etkisi, daha sonra gelecek bilginin anlaşılabilmesi için gerekli olan bilginin öğrencinin görüş veya duyuş alanından kaybolduğu zamanlarda meydana gelir. Bu durumda, öğrencinin başlangıçtaki bilgiyi daha sonra gelecek bilgi ile bütünleştirmek amacıyla geçici olarak çalışan belleğinde tutması gerekmektedir. Bunun sonucunda bilişsel yükün artmasına bağlı olarak öğrenme azalacaktır.

Geçici bilgi etkisi, biçem etkisi ve animasyonlar ile birlikte düşünülebilir. Biçem etkisine göre, bilginin sadece görsel kanalda işlenmesi yerine görsel kanalda işlenmesi

gereken bazı bilgilerin işitsel kanala aktarılmasının öğrenmeyi olumlu etkilediğini savunur (Wouters, Paas ve van Merriënboer, 2009). Fakat karmaşık öge etkileşimli bilgilerin uzun sesli anlatımlarının çalışan bellek üzerinde aşırı yüklenmeye neden olacağından geçici bilgi etkisine neden olabileceği açıktır. Bu durumun önüne geçmek için sesli anlatılan ve ileriki bilgiler ile etkileşimi muhtemel bazı bilgiler yazılı olarak verilebilir. Bu şekilde etkileşimli bilgiler yazılı olmasından dolayı kalıcı bir rol üstlenecek ve öğrenci istediği zaman bu bilgilere geri dönebilecektir. Aynı durum animasyonlar için de geçerlidir. Animasyonlarda geçici bilgi etkisinin önüne geçebilmek için öğrencinin animasyonu durdurabileceği, geri veya ileri alabileceği, yeniden başlatabileceği kontroller eklenebilir ve konunun anlam bütünlüğü bozulmadan daha küçük bilgi parçalarına bölünebilir (Hegarty, 2004; Chandler, 2004).

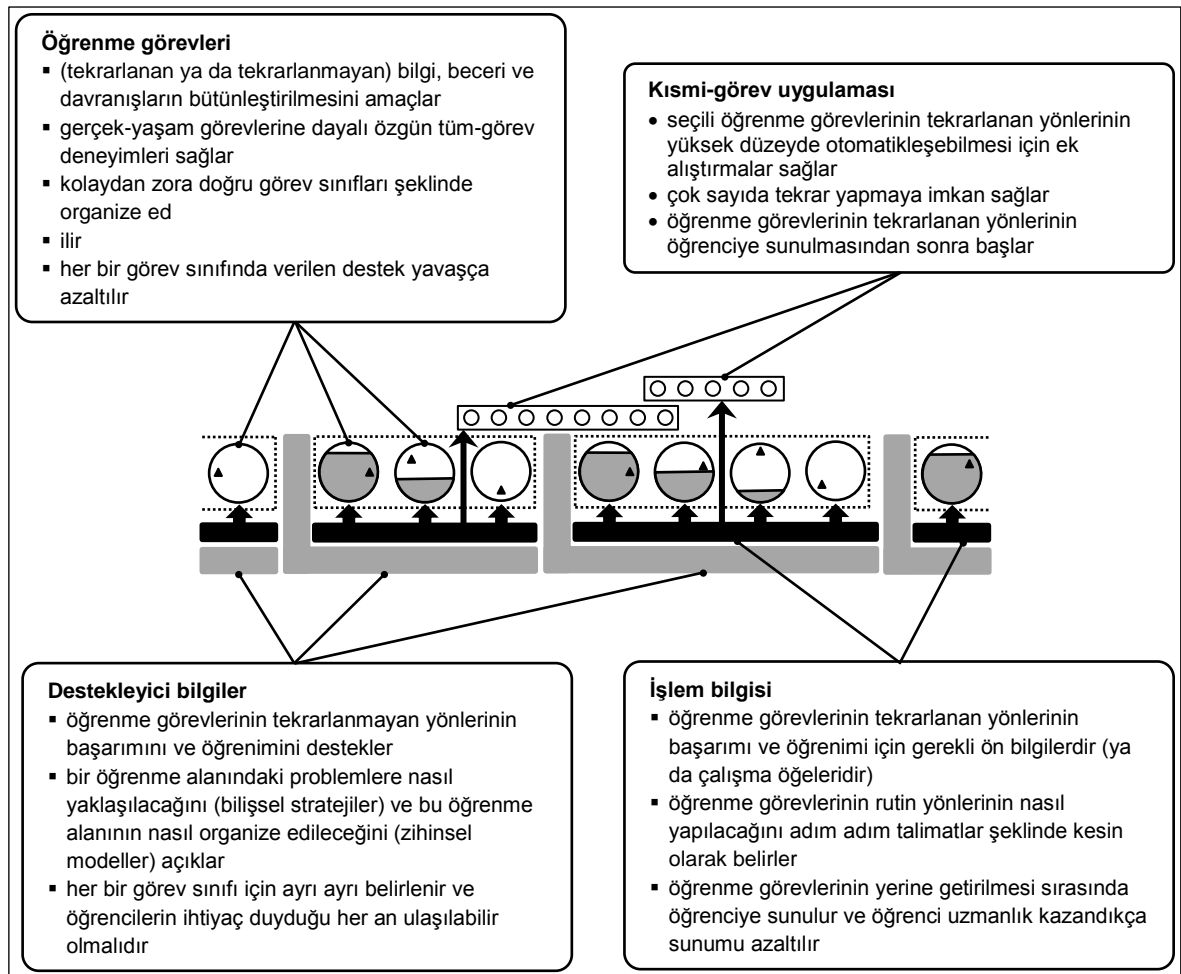
2. 1. 10. Dört Bileşenli Öğretim Tasarımı Modeli

Günümüzde, yeni buluşlar ortaya çıkarmak için gerekli bilgi ve becerilerde bilim ve teknolojiye hızlı gelişmeler sonucunda radikal değişiklikler olmuştur. Bu bağlamda, eğitimin en önemli hedeflerinden biri de öğrencilerin bilgiye en kolay ve hızlı bir şekilde ulaşmalarını sağlamak ve bu bilgileri kullanarak yeni bilgiler türetmelerine yardımcı olmaktır. Yeni öğretim teorileri, karmaşık öğrenme için destekleyici olarak gerçek-yaşam görevlerini temel alan öğrenme görevlerine odaklanma eğilimindedir (Merrill, 2002). Bu görevler için genel varsayım; öğrencilerin etkili bir görev performansı gösterebilmeleri için gerekli bilgi, beceri ve davranışları birleştirmelerine yardımcı olmak; bu görevleri yerine getirirken gerekli olan temel becerileri koordine etmelerine fırsat vermek ve nihayetinde öğrendiklerini günlük yaşantılarında nerelerde kullanabileceklerini anlayabilmelerine yardımcı olmaktır. Proje tabanlı öğretim, problem tabanlı öğretim ve yetenek tabanlı öğretim gibi birkaç öğretim yaklaşımı yukarıda örnekleri verilen gerçek-yaşam görevleri gibi problemler üzerine odaklanır (Yılmaz, 2006).

Esnek bir öğretim programında, öğrenciler arasındaki bireysel farklılıklar da dikkate alınmalıdır. Bazı öğrenciler, bir konunun öğretiminde yeni karmaşık bilgi veya becerileri diğerlerine oranla daha kolay bir şekilde edinebilirler. Dolayısıyla, diğer öğrencilere oranla konu ile ilgili daha az desteğe ihtiyaç duyarlar veya daha az pratik yaparak yeni bilgi veya beceriyi edinebilirler. Bu nedenle öğrenme ortamı ve burada kullanılacak etkinlikler, konu ile ilgili ön bilgisi yeterli olan öğrenciler ile olmayan öğrenciler arasındaki farklılıklar dikkate alınarak tasarlanmalı veya öğrencilerin bireysel yeterliklerine göre hangi öğrenme görevlerini yapmak konusunda seçim yapabilme imkânı tanımalıdır. 4C/ID çerçevesinde; her bir öğrenci için, üzerinde çalışacağı en iyi görev sınıfını seçebilme ve bu görev sınıfı içerisinde yer alan öğrenme görevleri için herhangi bir zaman dilimi içerisinde en uygun

düzeyde yardım alabilme imkânı sunulabilmelidir. Elektronik öğrenme ortamları, öğrencinin ihtiyacına göre öğrenme görevlerinin kendileri tarafından seçimine olanak sağlar.

van Merriënboer tarafından geliştirilen Dört Bileşenli Öğretim Tasarımı modeli, öğrenme görevlerinin bir öğretim programı için nasıl bir temel oluşturduğunu açıklar (van Merriënboer, Clark ve de Croock, 2002). Dört Bileşenli Öğretim Tasarımı modeline göre; karmaşık öğrenme için bir öğrenme ortamı her zaman birbirleriyle ilişkili öğrenme görevleri, destekleyici bilgiler, işlem bilgisi ve kısmi-görev uygulaması olmak üzere dört bileşen ile tanımlanır. Bu dört bileşen ve etkileşimi Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Dört bileşenin şematik gösterimi: öğrenme görevleri, destekleyici bilgiler, işlem bilgisi ve kısmi görev uygulaması (van Merriënboer ve Kirschener 2003, s., 14)

2. 1. 10. 1. Öğrenme Görevleri

Dört Bileşenli Öğretim Tasarımı modelinin anahtar bileşeni öğrenme görevleridir. Bilişsel şema oluşumunu desteklemek ve öğrencilerin istenen öğrenme hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olmak amacıyla somut, doğru ve anlamlı tüm-görev deneyimleri öğrencilere sağlanır. Bu görevler; problemler, uygulama faaliyetleri, durum çalışmaları, projeler ve benzeri gibi birçok farklı türde olabilir. Öğrenme görevleri basitten karmaşığa doğru bir sırayla düzenlenmeli ve görev sınıfları olarak sınıflanmalıdır. Görev sınıfları da basit olan görev sınıfı 1, daha karmaşık olan görev sınıfı 2 olacak şekilde yine basitten karmaşığa doğru sınıflanmalıdır (van Merriënboer 1997; van Merriënboer ve Kirschner, 2007).

Aynı görev sınıfı içerisinde yer alan öğrenme görevleri içerik ve durum bakımından yüksek çeşitlilik göstermelidir. Bazı araştırmalar uygulamadaki çeşitliliğin genellikle öğrenmenin transferi üzerine yararlı (olumlu) etkileri olduğunu göstermiştir (Cormier ve Hagman 1987; Singley ve Anderson 1989).

2. 1. 10. 2. Destekleyici Bilgiler (Supportive Information)

Modelin ikinci bileşeni olarak destekleyici bilgiler, öğrenme görevlerinin düşünme ve problem çözme becerisi gerektiren yani rutin olmayan yönlerini öğrenmeye yardımcı olur. Bu bilgiler genellikle; öğrencilere belirli bir görev sınıfına başlamadan önce sunulur ve bu görev sınıfı içerisindeki çeşitli problem türlerinin çözümüne nasıl başlanılacağını açıklar (van Merriënboer ve Kirschner, 2007).

2. 1. 10. 3. İşlem Bilgileri (Procedural Information)

Modelin üçüncü bileşeni olarak işlem bilgileri, öğrenme görevlerinin tekrarlayan temel becerilerinin öğrenimi için gereklidir. Başka bir deyişle, öğrenme görevlerinin alana özel kurallar veya yöntemlere göre yapılabilen rutin aşamalarını öğrenmek için gerekli bilgilerdir. Özel zamanlı (just-in-time) olarak adlandırılan bu bilgiler genellikle, öğrencilerin belirli bir temel beceriyi ilk kez gerçekleştirmeleri sırasında ihtiyaç duydukları bilgilerin adım adım verildiği bilgilerdir ve eğer öğrenci farklı bir öğrenme görevinde de bu bilgiye ihtiyaç duyuyorsa ve hatırlayamıyorsa tekrar verilir (van Merriënboer ve Kirschner, 2007).

2. 1. 10. 4. Kısmi-görev uygulamaları

Modelin dördüncü bileşeni olarak kısmi-görev uygulamaları, otomatikleşmenin istendiği seçili tekrarlayan temel beceriler için gerekli olabilir. Kısmi-görev uygulamaları,

öğrenci tüm öğrenme görevlerini yerine getirdikten sonra başlar. Böylece, öğrenci bu bağlam içerisinde kendisine anlamlı gelen ek uygulama faaliyetlerini de gerçekleştirmiş olur (van Merriënboer ve Kirschner, 2007).

2. 1. 11. Bilişsel Yük Kuramı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu başlık altında, Bilişsel Yük Kuramı ile ilgili yurt dışı ve yurt içinde yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2. 1. 11. 1. Bilişsel Yük Kuramı İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Miller, Lehman ve Koedinger (1999) yaptıkları çalışmada, elektrik yüklü parçacıkların hareketlerini incelemek için Elektrik Field Hockey adı verilen etkileşimli bir oyun kullanmışlardır. Hedeften bağımsız, hedefe dayalı ve özel olmak üzere üç farklı stratejiyi karşılaştırmışlardır. Hedeften bağımsız grupta öğrencilerden kendilerine uygun herhangi bir yolla oyunun özelliklerini keşfetmeleri ve deneme yapmaları istenmiştir. Hedefe dayalı grupta öğrencilerin önceden belirlenmiş ve gittikçe zorlaşan hedeflere ulaşarak oyunu keşfetmişlerdir. Özel grupta ise çözüm yolu çalışılmış örnekler ile gösterilmiş ve hedefe dayalı gruptaki aynı görevler ile oyunu keşfetmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre hedeften bağımsız ve özel gruptaki öğrencilerin hedefe dayalı gruptaki öğrencilere göre daha iyi öğrenme performansı gösterdikleri, fakat hedeften bağımsız ve özel grupları arasında ise farklılık olmadığı bulunmuştur.

Paas, Camp ve Rikers (2001) yaptıkları çalışmada, labirent izleme problemleri kullanarak yaş ile hedeften bağımsız problemler arasındaki etkileşimi araştırmışlardır. Çalışmada, ortalama yaşları 20 ve 72 olan iki grupta hedeften bağımsız ve geleneksel problemler kullanılmıştır. Genç gruptaki katılımcılar daha iyi sonuçlar almalarına rağmen hedeften bağımsız problemlerin her iki gruptaki katılımcılar için de faydalı olduğunu bulmuşlardır. Problem çözümüne ulaşmak için atılan adım sayısı ve harcanılan zamana göre, hedeften bağımsız problem grubundaki katılımcıların geleneksel problem grubundaki katılımcılara göre daha iyi sonuçlar aldıkları görülmüştür. Geleneksel problemlerin kullanıldığı grupta yaşa göre katılımcılar arasında büyük farklılıklar bulunmasına rağmen hedeften bağımsız grupta bu farklılığın çok düşük miktarda olduğu görülmüştür.

Carrol (1994), 74 lise öğrencisi ile yaptıkları iki deneyde çalışılmış örnekleri kullanarak İngilizce ifadeleri cebir denklemlerine dönüştürme çalışması yapmıştır. Birinci deneyde, çalışılmış örnekler normal sınıf öğretiminin bir parçası olarak kullanılmış ve ev ödevi ile desteklenmiştir. İkinci deneyde ise öğrenciler iyileştirici matematik sınıfında

bireysel eğitim almışlardır. Çalışılmış örneklerin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin deney sonrası yapılan testlerde daha az yazım yanlışı yaptıkları, daha az hata yaptıkları, çalışmayı daha hızlı tamamladıkları ve öğretmenden daha az yardım aldıkları görülmüştür.

van Merriënboer (1990), bilişsel yük kuramı çerçevesinde bilgisayara programlamaya giriş konusunda geleneksel programlama stratejileri ile problem tamamlama stratejisini karşılaştırdı. On derslik süreçte geleneksel gruptaki öğrencilerden yeni bir bilgisayar programı tasarlayıp kodlamaları istendi. Problem tamamlama grubundaki öğrencilerden ise mevcut bir bilgisayar programının kodları üzerinde değişiklik yaparak programı geliştirmeleri istendi. Araştırmanın sonucuna göre problem tamamlama grubundaki öğrencilerin geleneksel gruptaki öğrencilere göre yeni bir program kodu yazmada daha üstün oldukları sonucuna varıldı. van Merriënboer ve de Croock (1992) bilgisayar programcılığı ile ilgili yaptıkları benzer bir çalışmada da yine geleneksel yöntem ile problem tamamlama etkisinin kullanıldığı yöntemi karşılaştırmışlar ve problem tamamlama etkisinin geleneksel yöntemle göre daha üstün olduğu sonucuna varmışlardır. Paas (1992), istatistik kavramlarının öğretimi ile ilgili yaptığı çalışmada geleneksel, çalışılmış örnekler ve problem tamamlama yöntemlerini karşılaştırmış; çalışılmış örnekler ve problem tamamlama etkilerinin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin geleneksel yöntemin kullanıldığı gruptaki öğrencilerden yakın ve uzak transfer görevlerinde daha başarılı oldukları ve daha az zihinsel çaba harcadıkları sonucuna varmışlardır.

Liu, Lin ve Paas (2012) yaptıkları çalışmada, bitki yapraklarının morfolojilerini bölünmüş dikkat ve gereksizlik etkileri çerçevesinde mobil öğrenme ortamında incelemişlerdir. Çalışmanın örneklem grubunu 81 beşinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Bu öğrenciler; fotoğraf ve yazılı metnin mobil cihazda bütünleştirildiği grup (TP), yazılı metnin mobil cihazda gerçek nesnenin ise mobil cihaz dışında verildiği grup (TO, bölünmüş dikkat etkisi olan grup) ve fotoğraf ve yazılı metnin mobil cihazda verilerek aynı zamanda gerçek nesnenin mobil cihaz dışında verildiği grup (TPO, gereksizlik etkisi olan grup) olmak üzere üç gruba rastgele atanmışlardır. Grupların anlama testleri performansları ve öğretim verimliliği puanları arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, TP grubu ile TO grubu arasında anlama ve öğretim verimliliği açısından anlamlı bir farklılık bulunmamış; TP–TPO ve TO–TPO gruplarının anlama ve öğretim verimliliği puanları arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmuştur. Mayer (1989), arabaların hidrolik fren sistemini konu alan çalışmalarında bölünmüş dikkat etkisini incelemişlerdir. Hazırladıkları ilk materyalde, sistemi oluşturan parçalar ile ilgili açıklamaları görselin altına yerleştirmişler, ikinci materyalde ise açıklamaları görsel üzerindeki sistemi oluşturan

parçaların ilgili yerlerine yerleştirmişlerdir. İkinci materyale çalışan öğrencilerin daha iyi transfer testi sonuçları elde ettiklerini bulmuşlardır.

Bilişsel Yük Kuramı biçem etkisi ile yapılan birçok araştırmada, görselin ve görseli açıklayan metnin sesli anlatımının birlikte sunulması ile daha iyi öğrenme performansı ve daha düşük bilişsel yüklenme sağlandığı belirtilmektedir. Thindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997), elektrikli cihazların testlerini voltmetre kullanarak nasıl yapacaklarını öğretmek için yaptıkları çalışma için iki farklı materyal hazırlamışlardır. Birinci materyalde görsel yazılı metin ile açıklanmış, ikinci materyalde ise görsel birinci materyaldeki aynı metin kullanılarak sesli olarak anlatılmıştır. Her bir ders beş dakika sürmüş ve çalışma sonunda yazılı bir test ve gerçek malzemeler kullanılarak uygulama testi yapılmıştır. Bir ay sonra aynı materyaller aynı öğrenciler üzerinde tekrar uygulanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre yazılı metnin sesli anlatım şeklinde uygulandığı ikinci materyalin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin performanslarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Mayer (2001), bisiklet pompası ve fren sisteminin nasıl çalıştığı ve yıldırım nasıl oluştuğu ile ilgili yaptığı çalışmalarda biçem etkisini incelemiştir. Görsellerin sesli anlatım ile açıklandığı gruptaki öğrencilerin daha iyi problem çözme becerileri geliştirdiklerini bulmuştur. Dört karşılaştırmanın dördünde de sesli anlatımın kullanıldığı animasyonlarda daha iyi öğrenme gerçekleştiği görülmüştür. Kalyuga, Chandler ve Sweller (1999), diyagram ve metin içeren bilgisayara dayalı öğretim materyali kullanarak iki deney gerçekleştirmişlerdir. Birinci deneyde, çalışan belleğin kapasitesini artırmak amacıyla metin seslendirilmiş ve bölünmüş dikkat etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Metnin seslendirilerek sunulmasının sadece görsel sunuma göre daha üstün bir öğretim tasarımı olduğu bulunmuştur. Fakat metnin hem yazılı hem de sesli olarak sunulmasının sadece görsel sunuma göre gereksizlik etkisine neden olduğu, bu nedenle de bilişsel yükün artmasına ve öğrenmenin engellenmesine neden olduğu belirtilmiştir. İkinci deneyde ise, bilişsel yükü azaltmak amacıyla metin içerisinde arama yapmayı kolaylaştırmak için renk kodlaması yapılarak bölünmüş dikkat etkisi iyileştirilmeye çalışılmıştır. Her iki deneyin sonucuna göre bölünmüş dikkat etkisini azaltmaya yönelik alternatif öğretim tasarımları (biçem ve gereksizlik etkileri) bilişsel yüklenmeyi azalttığı için daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Pociask ve Morrison (2008), birinci sınıf 41 fizik tedavi öğrencisi ile yürüttükleri çalışmada gereksizlik ve bölünmüş dikkat etkileri dikkate alınıp bilişsel yükün düşürülmesi amaçlanarak tasarlanmış öğretim materyali ve geleneksel yöntem ile hazırlanmış materyalin etkililiğini incelemiştir. Bilişsel ve psikomotor başarı testleri, bilişsel yük ölçümü ve görev tamamlama süreleri ile ilgili dört hipotez test edilmiştir. Deney grubundaki katılımcıların son test ve psikomotor görevlerinden daha yüksek puan aldıkları, bu süreçte daha düşük bilişsel yük ile yüklendikleri bulunmuştur.

Khacharem, Zoudji, Spanjers ve Kalyuga (2014) yaptıkları iki farklı deneyde, durağan resimlerin ve animasyonların sunum hızlarının yeni ve uzman öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. İlk deney sonucuna göre, yeni öğrenciler durağan resimlerden uzman öğrenciler ise animasyon sunumlarından daha iyi yararlanmışlardır. İkinci deneyde ise animasyon sunum hızlarının (yavaş-normal-hızlı) öğrenme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre yeni öğrencilerin yavaş sunumda, uzman öğrencilerin ise normal ve hızlı sunumlarda daha fazla kazanç elde ettikleri görülmüştür. Böylece her iki deneyde de uzmanlıkta tersine dönmesi etkisi olduğu gösterilmiştir. Araştırmanın sonuçları öğretim stratejileri etkililiklerinin öğrencinin bilgi düzeyine bağlı olduğunu göstermektedir.

Kalyuga (2007), durağan ve hareketli diyagramların yeni ve uzman öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemişler ve Khacharem ve diğerlerinin (2014) çalışmasına benzer bir şekilde durağan diyagramların yeni öğrenciler üzerinde hareketli diyagramların ise uzman öğrenciler üzerinde daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Kalyuga, Chandler ve Sweller (2000), uzmanlıkta tersine dönmesi etkisini test etmek için yaptıkları iki ayrı deneyde dört alternatif öğretim tasarımı arasında karşılaştırma yapmışlardır. Birinci tasarımda diyagram yazılı metin ile, ikinci tasarımda metin sesli anlatım şeklinde, üçüncü tasarımda hem yazılı metin hem de sesli anlatım şeklinde açıklanmış, dördüncü tasarımda ise sadece diyagram kullanılmıştır. Konu ile ilgili ön bilgisi yeterli olmayan (yeni) öğrenciler için diyagramın sesli anlatımının (ikinci tasarım) diyagram ve yazılı metnin (birinci tasarım) kullanıldığı tasarıma göre daha üstün olduğu, fakat diyagramın hem yazılı metin hem de sesli anlatım (üçüncü tasarım) ile açıklandığı versiyondan ise üstün sonucuna varılmıştır. Sadece diyagramın kullanıldığı versiyon ise yeni öğrenciler için en az etkili olan tasarım olduğu bulunmuştur. İki özel oturum sonunda daha da tecrübeli olan öğrenciler (uzman) de ise ikinci tasarımın (diyagramın sesli anlatım ile açıklandığı tasarım) etkililiğinin ortadan kalktığı görülmüştür. İkinci deneyde, yapılan ek öğretimler sonrasında sadece görselin kullanıldığı tasarım (dördüncü tasarım) diyagramın sesli anlatım ile açıklandığı tasarım (ikinci tasarım) ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar birinci deneyin tersi yönünde yani sadece diyagramın kullanıldığı tasarım diyagramın sesli anlatım ile açıklandığı tasarımdan daha üstün çıkmıştır. Öğrenciler alanda uzmanlaştıkça, yeni öğrenciler için daha avantajlı olan tasarımların uzman öğrenciler için etkisini yitirdiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle çoklu ortam tasarımlarında öğrenci uzmanlığının dikkate alınması gerektiği tavsiye edilmiştir.

Pollock, Chandler ve Sweller (2002) çalışmalarında yaptıkları birinci deneyde, yalıtılmış etkileşimli öğeler grubu ve etkileşimli öğeler grubu olmak üzere iki grup kullanılmıştır. Yalıtılmış etkileşimli öğeler grubu birinci aşamada, yalıtılmış öğeleri içeren

(her bir öge etkileşimsiz sunulmuş) öğretime tabi tutulmuşlar ve ikinci aşamada da öğelerin birbirleriyle etkileşimini içeren öğretim sunulmuştur. Etkileşimli öğeler grubunda ise bilgiler her iki aşamada da etkileşimli olarak sunulmuştur. Etkileşimli öğeler grubunda, etkileşimde bulunan öğelerin herbirinin ve etkileşimlerinin çalışan bellek üzerinde ek yük oluşturması ve dolayısıyla bu gruptaki öğrencilerin performanslarının düşük olması beklenmiştir. Araştırma sonuçları bu beklentiyi desteklemektedir. Yazılı test ve bilişsel yük ölçümü sonuçlarına göre yalıtılmış etkileşimli öğeler grubundaki öğrenciler, etkileşimli öğeler grubundaki öğrencilere göre daha düşük bilişsel yük ile yüklenmişler ve daha yüksek performans göstermişlerdir.

Renkl, Atkinson, Maier ve Staley (2002), orta öğretim fizik dersi elektrik konusu ile ilgili yaptıkları çalışmada rehberliğin azaltılması ilkesi yöntemi (BFP) ile örnek-problem çözme çifti yöntemini (EPP) karşılaştırmışlardır. Çalışmada geriye doğru rehberliğin azaltılması yöntemi kullanılmıştır. Başka bir deyişle; ilk görevde tamamiyle çalışılmış örnek kullanılmış, ikinci görevde çözüm basamaklarının sonuncusu, üçüncü görevde son iki çözüm basamağı boş bırakılmıştır. Uygulamadan iki gün sonra son test yapılmış ve BFP grubunun yakın transfer performansının EPP grubundan daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu araştırmanın sonucu, üniversitede laboratuara dayalı istatistik hesaplama konusunu öğrenen psikoloji öğrencileriyle yapılan çalışma ile de aynı şekilde elde edilmiştir. Üniversite öğrencileri ile yapılan çalışmada ileriye dönük rehberliğin azaltılması yöntemi kullanılmıştır. Başka bir deyişle; başlangıç olarak çözümün ilk basamağı boş bırakılmış, daha sonra çözümün ilk iki basamağı boş bırakılmıştır. Üniversitede öğrenim gören eğitim psikolojisi öğrencileri ile yapılmış olan laboratuara dayalı üçüncü bir deneyde de örnek-problem çifti ikilisi ile geriye ve ileriye dönük rehberliğin azaltılması ilkeleri karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonuçları, hem geriye hem de ileriye dönük rehberliğin azaltılması yönteminin yakın transfer son test puanları üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir. Ek olarak, geriye dönük rehberliğin azaltılması yönteminin ileriye dönük rehberliğin azaltılması yönteminden genellikle daha etkili bir yöntem olduğu, ayrıca geriye dönük rehberliğin azaltılması yöntemi ile örneklerin daha kısa sürede çalışıldığı öğrenciler tarafından belirtilmiştir.

Cooper, Tindall-Ford, Chandler ve Sweller (2001), hesaplama tablosu programının kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, çalışılmış örnekler yerine çalışılmı örnekler çözüm basamaklarının hayal edilmesinin etkililiğini incelemişlerdir. Öğrencilerden bilgisayar ortamında, çalışılmış örnekler bitirildikten sonra başa dönüp çalışılmış örneklerin çözüm basamaklarını hayal etmelerini denemeleri istenmiştir. Buna göre, çalışılmış örneklerin çözüm basamaklarının hayal edilerek yeniden çalışılmasının, çalışılmış örneklerin aynısını tekrar çözmekten daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat, hayal etme etkisinin konu

ile ilgili ön bilgileri yeterli olan öğrenciler için daha faydalı olduğu, yeni ya da yeterli ön bilgiye sahip olmayan öğrencilerde aşırı bilişsel yüklenmeye neden olduğundan etkisini yitirdiği sonucuna varılmıştır. İşlemlerin ve kavramların hayal edilmesini teşvik etmenin belirli koşullar altında (ön bilginin yeterli olması durumu) öğrenmeyi önemli ölçüde kolaylaştırdığı vurgulanmıştır.

2. 1. 11. 2. Bilişsel Yük Kuramı İle İlgili Yurt İçinde Yapılmış Çalışmalar

Tüker (2013); çözümlü örnekleri, geri ve ileri tamamlama örneklerini, yansıtma ve grup tartışmalarından oluşan öğrenme etkinliklerinin, öğrenmedeki yakın transfere ve uzak transfere, konuyu anlamaya ve yorumlamaya katkılarını incelemiştir. 11. sınıf düzeyinde 30 öğrenci ile yürütülen çalışmanın konusu olarak Türev seçilmiştir. Öğrenciler Türev konu başlığı altında dört ana ünite üzerine çalışmışlar ve her ünite için öğrenciler sırasıyla, çözümlü örnekler üzerine çalışmış; konu hakkında yansıtıcı günlükler tutmuşlar ve Moodle?daki grup tartışmalarına katılmışlardır. Daha sonra, aynı ünite için geri ve ileri tamamlamalı örnekler üzerine çalışmışlar; konu hakkında yansıtıcı günlükler tutmuşlar ve Moodle?daki grup tartışmalarına katılmışlardır. Ünitenin bitiminde alıştırmalarla öğrenme etkinliklerini tamamlamışlardır. Bu döngü on iki hafta süresince, dört ünite için aynı düzende devam etmiştir. Bu öğrenme etkinliklerinin öğrenmeye olan etkilerini araştırmak için, öğrencilerin ön ve son başarı testleri puanları çıkarsamalı ve betimleyici istatistiki yöntemler kullanılarak çözümlenmiştir. Araştırma bulguları, Bilişsel Yük Kuramı temel alınarak hazırlanmış etkinliklerin öğrenmede yakın transfer ve uzak transfere katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ancak öğrenmedeki yakın transfer göstergelerinin uzak transfer göstergelerine göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Takır (2011), Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilmiş bir dersin 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına ve bilişsel yüklerine etkisini incelemiştir. 80 öğrenci ile yürütülen çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. 6 hafta süren çalışmada, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış öğretim tasarımı ile MEB tarafından önerilen mevcut program karşılaştırılmıştır. Her bir konunun sonunda Bilişsel Yük Ölçeği; uygulamanın sonunda ise Cebir Başarı Testi her iki gruba da uygulanmıştır. Bütün testlerin ortalamalarında, deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuş ve nitel bulgularla da desteklenmiştir. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre gerçekleştirilmiş öğretimin Cebir öğretimi için etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Kala (2012), Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre Termodinamik konusu için bir 8 oturumluk bir öğretim yazılımı geliştirmiştir. 37 uzman ve uzman olmayan öğrenci ile yürütülen çalışmada, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilmiş materyalin kullanıldığı grup ile sunuş stratejisine dayalı öğretimin gösterildiği grup karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışma yönteminin kullanıldığı çalışmada öğrenciler gruplara yansız olarak atanmıştır.

Hatırlama Testleri, Transfer Testleri ve Bilişsel Yük Ölçekleri her oturum sonunda uygulanmıştır. Çalışmada, Bilişsel Yük Kuramına göre geliştirilen öğretim tasarımından konuyu öğrenen deney grubu öğrencilerinin çoğunlukla daha fazla bilişsel yüklenmelerine rağmen hem hatırlama hem de transfer düzeyinde kontrol grubundaki öğrencilere göre daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Bunun yanında, Bilişsel Yük Kuramına göre geliştirilen tasarımdan öğrenen uzman olmayan öğrenciler, hatırlama düzeyinde uzman öğrencilerden daha yüksek puan alırken uzman öğrencilerin transferde daha başarılı oldukları belirlenmiştir.

Ekin (2012), sönümlenme yöntemiyle oluşturulmuş web temelli öğretimin öğrencilerin bilişsel yüklenmesine, akademik başarısına ve transfer becerisine etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini 47 üniversite öğrencisi oluşturmaktadır. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı araştırmada, tam örneklerden giderek daha fazla sayıda eksik basamak içeren örneklerle doğru bir geçişi içeren sönümlenme yönteminin kullanıldığı web temelli öğretim ortamını kullanan sınıfta 25, sönümlenme yönteminin yerine tam olarak çözülmüş örneklerin kullanıldığı web temelli öğretim ortamını kullanan sınıfta 22 öğrenci yer almıştır. Öğrencilerin akademik başarı ve transfer beceri düzeyini tespit etmek için öğretim sisteminde yer alan her bir alt konudan sonra iki adet olmak üzere toplam 20 adet programlama problemi sorulmuştur. Öğrencilerin bilişsel yüklenmesini tespit etmek için çözülen her bir programlama probleminden sonra bir bilişsel yüklenme anketi doldurmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin akademik başarısını ve transfer becerisini ölçen problemlerdeki bilişsel yüklenme puanları ayrı ayrı değerlendirildiğinde, sönümlenme yönteminin kullanıldığı ve kullanılmadığı ortama göre anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Akademik başarıyı ölçen problemler üzerinde yapılan analize göre; öğrencilerin akademik başarı puanının, sönümlenme yönteminin kullanıldığı ve kullanılmadığı öğretim ortamına göre sönümlenme yöntemini kullanan grup lehine anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Transfer becerisini ölçen problemler üzerinde yapılan analizlere göre; öğrencilerin transfer beceri puanının, sönümlenme yönteminin kullanıldığı ve kullanılmadığı öğretim ortamına göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Akademik başarı puanları ve akademik başarıyı ölçen problemlerin çözümünde oluşan bilişsel yüklenme puanları birlikte değerlendirilerek yapılan etkililik analizlerinde sönümlenme yöntemini kullanan grup lehine bir fark tespit edilmiştir. Transfer beceri puanları ve transfer becerisini ölçen problemlerin çözümünde oluşan bilişsel yüklenme puanları birlikte değerlendirilerek yapılan etkililik analizlerinde ise sönümlenme yöntemini kullanan grup lehine bir fark tespit edilmiştir. Her iki grupta oluşan benzer seviyedeki bilişsel yüklenme ile sönümlenme grubu lehine akademik başarı düzeyinde anlamlı, transfer becerisinde ise anlamlı olmayan bir farklılık elde edilmiştir.

Ulaşılan bu netice, sönümlenme yöntemi kullanılmış olan öğretim ortamının etkililiğinin kullanılmayan öğretim ortamına göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle sönümlenme yöntemi, içsel bilişsel yükü yüksek ve öğrenilmesi zor olarak kabul edilen alanları içeren bilgisayar temelli öğretim ortamlarında başarılı bir şekilde kullanılabilir sonucuna varılmıştır.

Kılıç (2009), amaç tabanlı kurgu yaklaşımı temel alınarak hazırlanmış çoklu ortam yazılımlarındaki bilişsel yükün farklı çalışan bellek kapasitesine sahip öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ayrıca, amaç tabanlı kurgu yaklaşımı ve Bilişsel Yük Kuramının önerdiği ilkelerin öğrencilerin algıları, motivasyonları ve doyumları üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Araştırma kapsamında amaç tabanlı kurgu yaklaşımı temel alınarak hazırlanan çoklu ortam iki sürüm halinde geliştirilmiştir. Birinci sürümün tasarımında, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerinden dikkat bölünmesi, çoklu ortam, biçem, gereksizlik, tutarlılık ve işaretleme ilkeleri uygulanmıştır. İkinci sürümün tasarımında ise bu ilkeler ihlal edilmiş veya uygulanmamıştır. Bu çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmış ve iki çalışma yapılmıştır. İlk 82 dokuzuncu sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Ancak, bu öğrencilerin çalışan bellek kapasiteleri birbirlerine çok yakın bulunmuştur. Bu nedenle, ikinci çalışma aynı okuldan farklı çalışan bellek kapasitelerine sahip 54 on birinci sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Birinci çalışmanın bulguları, konu dışı bilişsel yükü azaltan ilkelerin öğrenme kazanımlarını arttırdığını, harcanan zihinsel çabayı azalttığını ve öğrencilerin motivasyonlarını ve doyumlarını pozitif yönde etkilediğini göstermiştir. Öte yandan, Bilişsel Yük Kuramı ilkeleri göz ardı edildiğinde, bunun öğrenme kazanımlarını düşürdüğünü, harcanan zihinsel çabayı arttırdığını ve öğrencilerin motivasyonlarını ve doyumlarını negatif yönde etkilediği görülmüştür. İkinci çalışmanın sonucunda ise yüksek ve düşük çalışan bellek kapasitesine sahip öğrenciler arasındaki fark yalnızca öğrencilerin mayozun alt fazlarını sıralarken yaptıkları hata sayısında çoklu ortamın birinci sürümünün lehine elde edilmiştir. Sonuç olarak, her iki çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda konu dışı bilişsel yükü azaltan bu ilkelerden öğrencilerin yararlandığı sonucuna varılmıştır.

İzmirli (2012), farklı çoklu ortam sunum türleriyle (yazılı metin + animasyon veya ses + animasyon) farklı ilerleme hızlarında (öğrenen hızı veya sistem hızı) yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarı, bilişsel yük, çalışma süresi, bilgisayar özyeterlik algısı ve pozitif duygularına etkisini incelemiştir. Araştırmada 2x2 faktöriyel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklem grubunu, 97 üniversite birinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmada yer alan dört deney grubu; içeriği yazılı metin ve animasyon sunum türünde olan ve öğrenen hızında ilerleyen çoklu ortam (MA+Ö) ile alan grup, içeriği yazılı metin ve animasyon sunum türünde olan ve sistem hızında ilerleyen çoklu ortam (MA+S) ile alan

grup, içeriği ses (anlatım) ve animasyon sunum türünde olan ve öğrenen hızında ilerleyen çoklu ortam (SA+Ö) ile alan grup, içeriği ses (anlatım) ve animasyon sunum türünde olan ve sistem hızında ilerleyen çoklu ortam (SA+S) ile alan gruptur. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre farklı çoklu ortam sunum türleriyle (yazılı metin + animasyon, anlatım + animasyon) farklı ilerleme hızlarında (öğrenen hızı, sistem hızı) yapılan öğretim öğrencilerin akademik başarı puanlarındaki değişimleri arasında farklılık oluşturmamıştır. Öğretim süresince MA+Ö grubundaki öğrencilerin, MA+S ve SA+Ö gruplarındaki öğrencilere göre daha fazla zihinsel çaba sarf ettikleri görülmüştür. Bir başka deyişle bilişsel yük bağlamında öğrenen hızında ilerleyen gruplarda sunum türü ilkesinin doğrulanmıştır. Tüm öğrenciler yazılımların öğrenen hızında ilerlemesi ile ilgili ve SA+Ö yazılımının çalışma motivasyonuna etkisi ile ilgili olumlu görüş bildirmişlerdir. Öğrenen hızında ilerleyen yazılımlar ile çalışan öğrenciler (MA+Ö ve SA+Ö), öğrenen hızında ilerlemenin konu tekrarı yapmaya olanak tanıdığını, verimli öğrenmeyi sağladığını ve öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. SA+Ö grubundaki öğrenciler; çalıştıkları yazılımın öğrenen hızında ilerlemesi, ses + animasyon içermesi ve animasyon içermesinin çalışma motivasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir.

Kablan (2005), bilgisayar destekli öğretim sürecinde yazılı metin ve animasyonlara uygulanan değişik sunu yaklaşımları arasında öğrenme düzeyi, öğrenme süresi ve öğretim verimliliği açısından fark olup olmadığını incelemiş, farklı tasarım yaklaşımlarına dayanan iki tür öğretim materyalinin etkisi bilişsel yük bakış açısıyla karşılaştırılmıştır. Bu yaklaşımların birine dayalı olarak yazılı metin ve ilgili animasyonlar bilgisayar ekranı üzerinde ayrı mekânlarda sunulmuştur. Diğer yaklaşıma dayalı olarak ise sözü edilen bilgi kaynakları ekran üzerinde mekânsal yakınlık oluşturacak biçimde bütünleştirilmiştir. Araştırmada deneysel yöntem kullanılmış ve 7. sınıf fen bilgisi dersine devam eden 84 öğrenciyle çalışılmıştır. Araştırma sonucunda yazılı metin ve animasyonların mekânsal olarak bütünleştirme yaklaşımının öğrencinin sarf etmesi gereken zihinsel çabayı azalttığı ve öğrenmeye yarar sağladığı belirlenmiştir.

Günay (2013), 7. sınıf matematik dersinde etkinlik temelli öğretim içeriklerinin 3 farklı düzenlenme biçimleri (sadece metin, metin ve resim ayrık ya da metin ve resim bütünleşik) arasında etkinliklerin uygulanma süresi, öğrencilerin sarf ettiği zihinsel çaba ve öğrenme düzeyi açısından farklılık olup olmadığını incelemiştir. Araştırmada, öntest-sontest karşılaştırma gruplu deneysel araştırma model kullanılmış ve materyal türlerinin etkisini ortaya koymak için oluşturulmuş üç bağımsız grup öğrenme, zihinsel çaba düzeyleri ve etkinlik süreleri açısından karşılaştırılmıştır. Araştırmanın örneklem grubunu 107 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmadaki etkinlikler üç farklı şekilde tasarlanmıştır. Birinci etkinlik içeriği, sadece metin halinde düzenlenmiştir. İkinci etkinlik

içeriğinde, hem metin hem de resimlere yer verilmiş ancak sözü edilen bilgi kaynakları sayfa üzerinde ayrı mekânlarda sunulmuştur. Üçüncü etkinlik içeriklerinde ise, birlikte kullanılan metin ve resimler sayfa üzerinde mekânsal yakınlık oluşturacak şekilde fiziksel olarak bütünleştirilmiştir. Araştırmada öğrencilerin öğrenme düzeyini ölçmek amacıyla çoktan seçmeli akademik başarı testi, zihinsel çaba düzeyini ölçmek için zihinsel çaba algı ölçeği ve etkinlik süresini ölçmek için ise süre ölçer kullanılmıştır. Araştırmada üç farklı etkinlik biçiminin kullanımına dayalı olarak yürütülen 15'şer ders saati sonucunda etkinliklerde metin ve resimlerin bütünleşik sunulduğu grup ile diğer iki gruplar arasında öğrenme düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmiştir. Araştırma sonucunda metin ve resimleri bütünleşik halde hazırlanan etkinliklerin öğrencinin sarf etmesi gereken zihinsel çabayı ve etkinliklerin uygulanma süresini azalttığı, etkinliklerin süresine bağlı olarak derste çözülen soru sayısını artırdığı ve öğrenmeye daha fazla yarar sağladığı belirlenmiştir. Diğer deney grupları arasında sözü edilen bağımlı değişkenler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Bilişsel Yük Kuramı, etkili bir öğretim tasarımı için insan bilişsel yapısının özellikle çalışan belleğin sınırlılıklarının ve kapasitesinin dikkate alınması gerektiğini savunur. Bu nedenle Bilişsel Yük Kuramı, çalışan belleğin sınırlı kapasitesini daha etkili ve verimli kullanabilmek adına birçok tasarım önerileri sunar. Bilişsel Yük Kuramı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların daha çok kuramın ortaya attığı tasarım ilkelerinin verimliliği üzerine odaklandığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında Bilişsel Yük Kuramı, bilişsel yük türleri, bilişsel yük ölçüm yöntemleri detaylı bir şekilde gözden geçirilmiştir; performans ve zihinsel çaba arasındaki ilişki hakkında bilgiler veren öğretim verimliliği kavramından bahsedilmiştir. Daha sonra, Bilişsel Yük Kuramı tarafından bilişsel yükü yönetebilmek için ortaya atılan öğretim tasarım ilkelerinden detaylı bir şekilde bahsedilmiştir. Son olarak kuram ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

Bu çalışmada; ilköğretim 7. sınıf "Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi" ünitesi kapsamında Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre rehber bir materyal geliştirilmiş ve bu materyalin öğrencilerin akademik başarıları, bilişsel yüklenmeleri ve öğretim verimliliği üzerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre ilköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi için tasarlanan öğretim materyalinin öğrencilerin başarılarına, bilişsel yüklenmelerine ve öğretim verimliliğine etkilerini incelemektir. Bu temel amaç doğrultusunda yapılan çalışmanın bu bölümünde; araştırmanın modeli, örnekleme, veri toplama araçları ve süreci, deney grubu için öğretim materyalinin geliştirilmesi, pilot ve asıl uygulama ve elde edilen verilerin analizi ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

3. 1. Araştırmanın Modeli

İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile ilgili Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin uzman ve uzman olmayan öğrencilerin akademik başarı puanlarına, kalıcılık puanlarına, bilişsel yük puanlarına ve öğretim verimliliği puanlarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde deney ve kontrol grubunu oluşturan denekler rastgele dağılım dışında bir yolla seçilirler. Özellikle ülkemizdeki gibi merkezi eğitimin uygulandığı ve grupların araştırmacılar tarafından rastgele atama yoluyla oluşturulmasının mümkün olmadığı eğitim sistemlerinde, daha önceden okul yönetimleri tarafından oluşturulmuş sınıflar rastgele yolla deney ve kontrol grubu olarak belirlenir. Bu yönüyle yarı deneysel yöntem sıklıkla başvurulan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yarı deneysel yöntem; eşitlenmemiş gruplara yalnızca son test uygulanması, tek bir gruba ön test ve son test uygulanması ve eşitlenmemiş gruplara ön test-son test uygulanması şeklinde uygulanabilmektedir. Bu yöntemlerden eşitlenmemiş gruplara yalnızca son test uygulanması ve tek bir gruba ön test ve son test uygulanması fazla önerilmemektedir. Bu nedenle iki yöntem birleştirilerek eşitlenmemiş kontrol gruplu yöntem tercih edilir hale gelmiştir (Çepni, 2010). Bu yöntemde benzer nitelikte olan bir veya daha fazla deney ve kontrol grubu seçilebilir. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı bu araştırmada Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretimin uygulandığı grup deney grubu, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından tavsiye edilen öğretim tasarımının uygulandığı grup ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında deney grubuna Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilen materyaller ile öğretim yapılırken, kontrol grubuna mevcut program uygulanmış ve herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır.

Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi ünitesi için MEB tarafından önerilen süre 14 ders saatidir. Ünite içerik bakımından gök cisimleri, güneş sistemi ve uzay araştırmaları olmak üzere 3 ana başlık altında toplanmıştır. Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan materyal tüm alt başlıkları kapsayacak şekilde 7 ders saati olarak planlanmıştır. Bu kapsamda araştırmanın yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamasında ne tür çalışmaların yapıldığı ile ilgili işlemler şekil 7’de verilmiştir.

Araştırma kapsamında kullanılacak materyaller ve çalışma programını içeren yazılı başvuru Ordu İl Milli Eğitim Müdürlüğü’ne gönderilerek gerekli izin belgesi alınmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda Ordu’nun Ünye ilçesinde belirlenen okulda çalışmanın rahatlıkla sürdürülebilmesi için gerekli izin belgeleri (Ek 10) alınarak ilgili okul müdürlüğüne ulaştırılmıştır.

3. 2. Araştırmanın Örneklemi

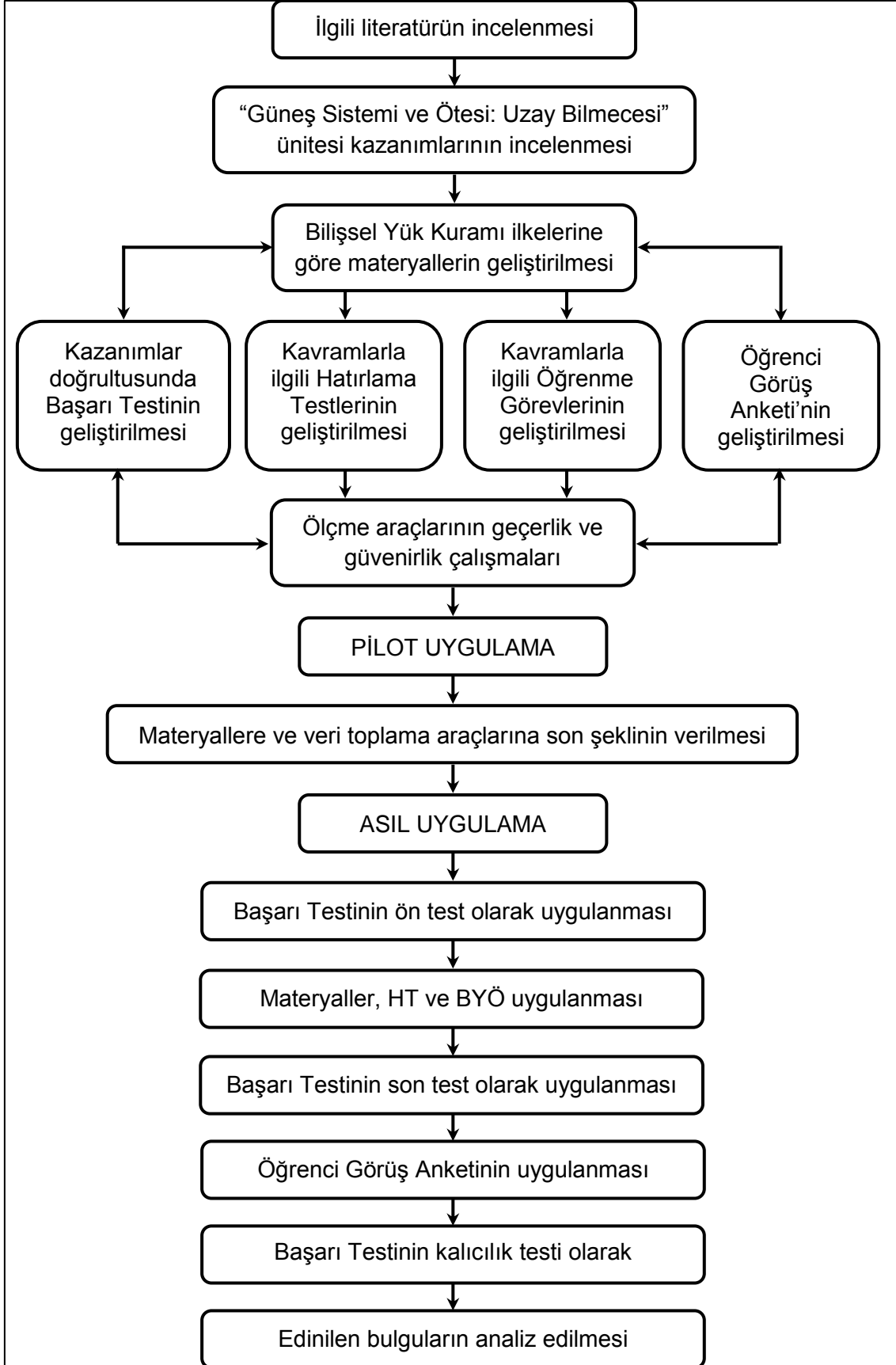
Araştırmanın örneklemini, 2013 – 2014 eğitim öğretim yılında Ordu Ünye’de bulunan bir devlet okulundaki 67 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın kontrol grubunda 31 (8 kız ve 23 erkek), deney grubunda ise 36 (22 kız ve 14 erkek) öğrenci bulunmaktadır. Örneklemdaki öğrencilerin gruplara dağılımını Tablo 3’te görölmektedir.

Tablo 3. Örneklemdaki Öğrencilerin Cinsiyet ve Uygulama Gruplarına Göre Dağılımları

		Deney			Kontrol		
		Uzman	Uzman Olmayan	Toplam	Uzman	Uzman Olmayan	Toplam
Cinsiyet	Kız	4	18	22	2	6	8
	Erkek	4	10	14	8	15	23
	Toplam	8	28	36	10	21	31

3. 3. Verilerin Toplanması

Bu çalışmada veriler; Başarı Testi, Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğrenci Görüş Anketi kullanılarak toplanmıştır. Bu veri toplama araçları ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmuştur.



Şekil 7. Araştırma kapsamında izlenen adımlarım iş akış diyagramı

3. 3. 1. Veri Toplama Araçları

3. 3. 1. 1. Başarı Testi

Başarı Testi, örneklemdaki öğrencilerin uygulamaya başlamadan önceki ön bilgilerini belirlemek, uygulama sonrasındaki gelişimlerini görmek ve bilgilerin kalıcılığını tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. Test maddelerinin geliştirilmesinde yedinci sınıf düzeyinde birçok kitap incelenmiştir. Yapılan çalışmalar doğrultusunda ünite kazanımları dikkate alınmış, test maddeleri geliştirilerek testin ilk hali oluşturulmuştur. Geliştirilen testin kapsam geçerliliğini ve bilimsel hata içerip içermediğini belirlemek amacıyla test maddeleri üç Fen ve Teknoloji dersi öğretmenine ve iki alan uzmanına incelettirilmiştir. Öğretmenlerin ve alan uzmanlarının önerileri dikkate alınarak düzeltmeler yapıldıktan sonra pilot uygulama için teste son hali verilmiştir. İlk halinde 30 soru içeren Başarı Testi son hali ile 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır ve her bir test maddesi biri doğru üçü çeldirici olmak üzere dört seçeneğe sahiptir. Test maddelerinin yanlış seçenekleri, öğrencilerin olası yanlış anlamaları ve yanılgıları dikkate alınarak hazırlanmıştır (Tatar, 2007).

Pilot uygulama için son hali verilen test, Ordu ili Ünye ilçesindeki Anafarta İlkokulu yedinci sınıfta öğrenim gören 108 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulama yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Uygulama sonrasında yapılan madde analizi sonuçlarına göre 1 madde testten çıkarılmıştır. Dolayısıyla Başarı Testi son haliyle 24 maddeden oluşmaktadır. Pilot çalışma sonucu Başarı Testinden elde edilen sonuçlardan ölçme aracını oluşturan soruların madde gücününün homojen olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle tek uygulamaya dayalı güvenilirlik tahmin yöntemlerinden KR-20 formülü esas alınarak ölçme aracının ve sonuçlarının güvenilirliği hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda KR-20 iç tutarlılık katsayısı 0,82 olarak hesaplanmıştır. Başarı Testi Ek 2’de verilmiştir. Testteki soruların kazanımlara göre dağılımı Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Başarı Testindeki Soruların Kazanımlara Göre Dağılımı

Kazanımlar	Madde No
1. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;	
1.1. Gök cisimlerini çıplak gözle gözleyerek özelliklerini belirler.	1
1.2. Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cisimi olduğunu fark eder.	1
1.3. Bilinen takımyıldızlara örnekler verir.	2
1.4. Kuyruklu yıldızlara örnekler verir.	3
1.5. Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder.	4
1.6. Güneş’in de bir yıldız olduğunu ifade eder.	5
1.7. Yıldızlar arasındaki çok uzak mesafelerin “ışık yılı” adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.	5

Tablo 4'ün devamı

1.8. Meteor ile gök taşı arasındaki farkı açıklar.	14
2. Güneş sistemi ve uzayla ilgili olarak öğrenciler;	
2.1. Güneş sistemindeki gezegenleri Güneş'e yakınlıklarına göre sıralar.	6
2.2. Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının "astronomi birimi" (AB) adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.	5
2.3. Güneş sistemindeki gezegenlerin belirli yörüngelerde hareket ettiklerini kavrar.	6
2.4. Güneş sistemindeki gezegenleri, belirgin özelliklerine (birbirlerine göre büyüklükleri, doğal uydu sayıları, etraflarında halka olup olmaması) göre karşılaştırır	7, 10, 11
2.5. Güneş sistemini temsil eden bir model oluşturur ve sunar.	6, 8
2.6. Ay'ın, Dünya'nın uydusu olduğunu gösteren bir model oluşturur ve sunar	12, 13
2.7. Gök adalara örnekler vererek özelliklerini kavrar	15
2.8. Dünya dışındaki evren parçasını "uzay" olarak tanımlar ve Dünya'mızın uzaydaki yerini belirtir.	16, 17
3. Uzay araştırmaları ile ilgili olarak öğrenciler;	
3.1. Eski medeniyetlerin gök biliminde nasıl veri topladıkları, kaydettikleri, bunları ne amaçla ve nasıl kullandıkları hakkında bilgi toplayarak bir görüş oluşturur ve sunar.	9
3.2. Gök bilimcilerin; teleskoplar yardımıyla gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanları olduklarını belirtir.	17
3.3. Ünlü Türk gök bilimciler ve çalışmaları hakkında örnekler verir.	23
3.4. Teleskopların uzay gözlemi yapmadaki önemini fark eder.	22
3.5. Basit bir teleskop yapmak için teknolojik tasarım yapar, model oluşturur ve sunar.	22
3.6. Teknolojinin uzay araştırmalarına, uzay araştırmalarının da teknolojiye katkısını örneklerle açıklar.	21, 24
3.7. Astronotların uzayda pek çok alanda (fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılık, balistik vb.) incelemeler yapan bilim insanı olduklarını belirtir.	17
3.8. Ay'a atılan ilk adımın, uzak gezegenlere gidebilme ve uzay araştırmaları bakımından önemini kavrar.	19
3.9. Evrenin, uçsuz bucaksız olması nedeniyle uzay hakkında bilinen gerçeklerin sınırlı ve yeni araştırmalarla değişebilir olduğunu örneklerle açıklar.	20
3.10. Uzay çalışmalarına dayanarak ve hayal gücünü kullanarak geleceğe yönelik tahminler yürütür.	18
3.11. Uzay kirliliğinin sebeplerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder.	21

3.3.1.2. Hatırlama Testi

Hatırlama Testi; bir kavramın öğretiminden sonra, kavram ile ilgili öğrenilen bilgilerin ne kadarının hatırlandığını ölçmek amacıyla geliştirilmiş bir test türüdür. Araştırma

kapsamında 15 adet hatırlama testi geliştirilmiştir. Her bir hatırlama testi, öğretilen kavramların kapsamı ile ilgili boşluk doldurma türünde değişik sayıda soru içermektedir. Testlerdeki sorular, anlaşılabilirlik ve kavramla ilgili bilgileri kapsayıp kapsamama konusunda iki alan uzmanına inceletilmiş ve deneme formu oluşturulmuştur. Pilot çalışmada, her bir kavram ile ilgili animasyonun öğrenciler tarafından çalışılmasından sonra kavramla ilgili hatırlama testi deneme formu öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerden, sorularda anlaşılmayan yerlerin belirtilmesi özellikle istenmiştir. Testlerdeki soruların anlaşılabilirliğinin belirlenmesinde, uzmanlardan sonra öğrencilerden alınan dönütlerden de faydalanılmıştır.

Pilot uygulama sonrası yapılan analizlerde, öğrencilerin yanıtlamakta veya anlamakta zorlandığı sorular ile öğrencilerin tamamına yakını tarafından doğru olarak yanıtlanan sorular tespit edilmiştir. Bu sorular, testin kapsamı bakımından çok önemli ise düzeltilerek kullanılmıştır. Ek 3'te Yıldızlar Hatırlama Testi örnek olarak verilmiştir.

3. 3. 1. 3. Bilişsel Yük Ölçeği

Araştırmada; öğrencilerin verilen bir görevi yerine getirirken sarf ettikleri zihinsel çabayı ölçmek için Paas ve van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilen Bilişsel Yük Ölçeği (Subjective Rating Scale of Cognitive Load) kullanılmıştır. Ölçek, tek maddeden oluşan 9'lu derecelendirme ölçeğidir ve "çok çok az", "çok az", "az", "kısmen az", "ne az ne fazla", "kısmen fazla", "fazla", "çok fazla" ve "çok çok fazla" şeklinde derecelendirilmiştir. Araştırmacılar, öğrencilere birden fazla görev vermiş ve her görevden sonra ölçek öğrencilere uygulanmıştır. Ölçeğin bu yolla hesaplanan Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı 0,90 olarak bulunmuştur.

Ölçeğin Türkçeye uyarlaması Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar gerekli izinleri aldıktan sonra ölçeği dilimize çevirmişler, çevirinin uygunluğu ve anlaşılabilirliği için uzmanlardan görüş almışlar ve deneme formu oluşturmuşlardır. Ölçeğin ölçüt geçerliliği için öğrencilerin hiper ortamda kaybolma puanlarının bilişsel yüklenmelerine göre değişip değişmediğine bakan araştırmacılar, sonuçları bilişsel olarak aşırı yüklenen öğrencilerin kaybolduğunu belirten literatürdeki araştırmaları destekler nitelikte bulmuşlardır (Sezgin, 2009). Yaptıkları çalışmada, öğrencilere birden fazla görev verilmiş ve her görev sonrasında geliştirilen ölçek öğrencilere uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda ölçeğin güvenilirliğine ilişkin Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı 0,78; Spearman Brown iki yarı test korelasyonu ise 0,79 olarak hesaplanmıştır. Sezgin (2009), ölçeğin güvenilirliğine yönelik yaptığı pilot çalışmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısını 0,78 olarak bulmuştur. Bu araştırma kapsamında da bilişsel yüklenmeyi ölçmek amacıyla Bilişsel Yük Ölçeği kullanılmıştır.

Araştırmada; her kavramın öğretiminden sonra (15 adet), alt konuların öğretiminden sonra (3 adet) ve ünitenin öğretiminden sonra (1 adet) olmak üzere toplam 19 adet Bilişsel Yük Ölçeği öğrencilere uygulanmıştır. Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı 0,87 olarak hesaplanmıştır. Bilişsel Yük Ölçeği ile ilgili bir örnek Ek 4'te görülmektedir.

3. 3. 1. 4. Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Hazırlanan Öğretim Tasarımı Hakkında Öğrenci Görüş Anketi

Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanan öğretim tasarımının kullanıldığı öğretim süreci ile ilgili öğrenci görüşlerini almak amacıyla geliştirilen Öğrenci Görüş Anketi 18 likert tipi sorudan oluşmaktadır. Anketin geliştirilmesi aşamasında literatürdeki araştırmalardan faydalanılmış, araştırmacının amaçları doğrultusunda bazı maddelerin düzenlenmesi ve yeni maddelerin eklenmesi ile yeni bir anket formu hazırlanmıştır (Kılıç 2006; Sezgin 2009; Takır, 2011). Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı 0.92 olarak bulunmuştur. Araştırmada kullanılan Öğrenci Görüş Anketi Ek 5'te verilmiştir.

3. 3. 2. Veri Toplama Süreci / Deneysel İşlem / Uygulama Akışı

3. 3. 2. 1. Deney Grubu İçin Öğretim Yazılımının Geliştirilmesi

“Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi ile ilgili öğretim yazılımı geliştirilmeden önce öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları ve öğrenmekte güçlük çektikleri konular literatürden ve çeşitli kaynaklardan taranmıştır. Yapılan bu ön çalışmalar ışığında Bilişsel Yük Kuramı ilkeleri temel alınarak deney grubu için bir öğretim yazılımı geliştirilmiştir.

Öğretim yazılımının geliştirilme sürecinde öncelikle ünitenin kapsamı belirlenmiştir. Ünite kapsam bakımından “Gök Cisimleri”, “Güneş Sistemi ve Uzay” ve “Uzay Araştırmaları” olmak üzere üç konuya ayrılmıştır. Her bir konu altında işlenecek anahtar kavramlar belirlenmiştir. Ünite kapsamı Tablo 5'te verilmiştir.

Ünite kapsamı belirlendikten sonra her bir kavram için ilgili kazanımlar doğrultusunda yazılı dokümanlar hazırlanmıştır. Yazılı dokümanlar, iki Fen ve Teknoloji dersi öğretmeni ve iki alan uzmanına inceletirilerek gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra ses kayıt cihazı ile sesli anlatım şeklinde dijital hale getirilmiştir. Her bir ses dosyası üzerinde parazit giderme, ses şiddetinin düzeylerini eşitleme vs. teknik detaylar uygulanmıştır. Her bir kavram ile ilgili verilmek istenen bilgiler Bilişsel Yük Kuramının hangi ilkesi veya ilkeleri kullanılarak daha sade ve anlaşılabilir hale getirileceğine karar verilerek örnek resimli taslaklar hazırlanmıştır. Ünite, görsel nesnelere bakımından zengin bir içeriğe sahip olması nedeniyle her bir kavram için görsel öğeler tasarlanmış, kavram ile

ilgili videolar bulunmuş ve internetten bulunan görsellerden faydalanılmıştır. Bulunan videoların içerik ile ilgili olan kısımları kesilmiş, görüntü kalitesi artırılmış, çözünürlük değerleri animasyona göre ayarlanmıştır.

Tablo 5. Ünite Kapsamı

Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi		
Gök Cisimleri	Güneş Sistemi ve Uzay	Uzay Araştırmaları
<ul style="list-style-type: none"> • Yıldızlar • Takımyıldızlar • Kuyruklu Yıldızlar • Gezegenler • Meteorlar 	<ul style="list-style-type: none"> • Güneş Sistemi • Gezegenler <ul style="list-style-type: none"> ○ Merkür ○ Venüs ○ Dünya <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ay ○ Mars ○ Jüpiter ○ Satürn ○ Uranüs ○ Neptün • Gök Ada, Uzay ve Evren 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarihçe • Eski Gök Bilimciler • Teleskoplar • Uzay Araçları • Ay'a İniş • Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği

Daha sonra her bir kavram için animasyonlar tasarlanmaya başlanmıştır. Animasyonlar için özel bir arayüz bilerek tasarlanmamıştır. Çünkü oluşturulacak arayüzün, oldukça geniş bir gösterim alanına ihtiyaç duyan ünitenin gösterim alanını daraltacağı düşünülmüştür. Arayüz için, öğrencilerin animasyon içerisinde kendi öğrenme hızlarıyla rahat gezinebilmeleri amacıyla üç düğme (Geri, İleri ve Tekrar Dinle) yerleştirilmesine karar verilmiştir. Geri düğmesi ile animasyon içerisinde bir önceki ekrana dönüş yapmak, İleri düğmesi ile animasyon içerisinde bir sonraki ekrana geçiş yapmak ve Tekrar Dinle düğmesi ile de animasyon içerisindeki aynı ekranın yeniden izlenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 5'te gösterilen her bir kavram için animasyonlar tasarlanmış, kapsam geçerliliği için iki Fen ve Teknoloji dersi öğretmenine, bilimsel hata içerip içermediğini belirlemek için iki alan uzmanına inceletirilmiştir. Uzman görüşlerine göre animasyonlar düzeltilerek pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sonrasında animasyonlarla ilgili anlaşılmayan ve eksik bulunan kısımlar düzeltilerek animasyonlara son hali verilmiştir. Ünite kapsamında Gök Cisimleri konusu için 5, Güneş Sistemi ve Uzay konusu için 12 ve Uzay Araştırmaları konusu için ise 6 olmak üzere toplam 23 animasyon geliştirilmiştir.

Daha sonra, öğrencilerin her bir konu altında öğrendikleri bilgileri pekiştirmek adına değişik türlerde (eşleştirme, anlam çözümlene tablosu, doğru-yanlış, kavram haritası, dallanmış diyagram, boşluk doldurma) etkinlikler tasarlanmıştır. Etkinlik tasarımında öğrencilerin verebileceği yanlış cevaplar için hata mesajları düşünülmüştür. Hata mesajları

öğrencilerin doğru cevabı bulabilmelerine yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan etkinlikler kapsam geçerliliği ve bilimsel hata içerip içermediğini kontrol amacıyla iki Fen ve Teknoloji dersi öğretmenine ve iki alan uzmanına inceletirilmiştir. Uzman görüşlerine göre bazı etkinliklerde değişiklik yapılmıştır. Yapılan pilot uygulama sonrası öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kısımlar düzeltilerek etkinliklere son hali verilmiştir. Ünite kapsamında Gök Cisimleri konusu için 12, Güneş Sistemi ve Uzay konusu için 15 ve Uzay Araştırmaları konusu için ise 9 olmak üzere toplam 36 etkinlik geliştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan öğretim yazılımının geliştirilmesinde Adobe Flash CS6 programı, kodlamalar için Actionscript 3.0 dili kullanılmıştır. Video düzenleme yazılımları olarak Movie Maker, Adobe Media Encoder CS6 ve Adobe After Effects CS6 programlarından faydalanılmıştır. Ses düzenleme yazılımı olarak ise Audition CS6, grafik tasarım yazılımları olarak ise Adobe Photoshop CS6 ve Adobe Fireworks CS6 programları kullanılmıştır.

3. 3. 2. 2. Pilot Uygulama

Araştırma için geliştirilen veri toplama araçlarının ve öğretim yazılımının işlevlerinin belirlenmesi ve eksikliklerin giderilmesi için pilot uygulama yapılmıştır. Araştırmanın pilot uygulaması, 2012 – 2013 öğretim yılı Mayıs ayında Ordu ili Ünye ilçesinde bulunan Anafarta İlkokulu'nda 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersini alan 54 öğrenci ile birlikte yürütülmüştür. Deney grubunda dersler araştırmacı tarafından Bilişsel Yük Kuramına dayandırılarak işlenmiş, ders öğretmeni ise yardımcı rol üstlenmiştir. Aşağıda deney grubu için yapılan pilot uygulama detaylı olarak anlatılmıştır.

3. 3. 2. 2. 1. Deney Grubuna Yapılan Pilot Uygulama

Deney grubuna pilot uygulama bilgisayar, projeksiyon makinesi ve ses sisteminin olduğu bir sınıfta yapılmıştır. Sınıftaki bilgisayara pilot çalışma için gerekli olan ve öğretim yazılımını görüntüleyebilecek tüm programlar önceden yüklenmiştir. Öncelikle öğrencilere Başarı Testi ön test olarak uygulanmıştır. Öğrencilere bu testi yanıtlamaları için 30 dakika süre verilmiştir. Öğrencilerin bu testi yaklaşık 20-25 dakika arasında yanıtladıkları gözlenmiştir. Başarı Testinin uygulanmasından sonra pilot uygulamaya geçilmiştir.

Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesinin ilk konusu Gök Cisimleri konusudur. Öğrencilerin dikkatini konuya çekmek için Stellarium programı kullanılarak öğrencinin yaşadığı şehir bilgisine göre ders günü gecesinin benzetim görüntüsü gösterilmiştir. Bu gece gökyüzüne baktıklarında buna benzer bir gökyüzü görecekleri

belirtilmiştir. Öğrencilere görüntüde gördükleri ışıklı noktaların neler olduğu sorularak bildikleri gök cisimlerini söylemeleri beklenmiştir. Daha sonra Gök Cisimlerini Tanıyalım adlı animasyon izletilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde EK 6'da verilen Öğretmen Kitapçığının Destekleyici Bilgiler 1.1 başlığı altındaki bilgiler verilmiştir. Animasyon izletildikten sonra Öğrenme Görevleri 1.1 adlı PowerPoint dosyasındaki sorular projeksiyondan yansıtılarak tek tek birlikte cevaplanmıştır. Bildikleri gök cisimlerinden yıldızlar hakkında neler bildikleri sorulmuş, alınan yanıtlardan sonra yıldızları daha iyi tanımak için Yıldızlar adlı animasyon öğrencilere seyrettirilmek üzere hazırlanmıştır. Animasyondan önce Bilişsel Yük Ölçeği-1 dağıtılarak ölçekle ilgili gerekli açıklamalar yapılmıştır. Bilgisayarın sesi her öğrenci tarafından rahatça duyulabilecek şekilde ayarlandıktan sonra Yıldızlar adlı animasyon izletilmeye başlanmıştır. Bu süreçte animasyonun yıldız oluşumu ile ilgili bölümündeki hareketliliğin öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmadığı belirtilmiş ve değiştirilmesine karar verilmiştir. Bu ve benzeri tüm problemler araştırmacı tarafından ayrıntılı bir şekilde not edilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde öğretmen kitapçığının Destekleyici Bilgiler 1.2 başlığı altındaki bilgiler verilmiştir. Yıldızlar adlı animasyon çalışıldıktan sonra Bilişsel Yük Ölçeği-1 toplanmış ve Öğrenme Görevleri 1.2'de bulunan sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra 9 sorudan oluşan Hatırlama Testi-1 dağıtılarak öğrencilerin cevaplaması için 5 dakika süre verilmiştir. Hatırlama Testi-1 ile ilgili herhangi bir soru gelmeden test cevaplanmıştır. Test toplandıktan sonra Bilişsel Yük Ölçeği-2 dağıtılmış ve Stellarium programı ile takımyıldızlar tanıtılmıştır. Daha sonra Takımyıldızlar adlı animasyon izletilmeye başlanmış, animasyonun ilgili bölümlerinde öğretmen kitapçığındaki Destekleyici Bilgiler 1.3'teki bilgiler verilmiştir. Takımyıldızlar animasyonu çalışıldıktan sonra Bilişsel Yük Ölçeği-2 toplanmış ve Öğrenme Görevleri 1.3 çalışılmıştır. Daha sonra 4 sorudan oluşan Hatırlama Testi-2 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre tanınmıştır. Test toplandıktan sonra birinci ders bitmiş ve 10 dakika teneffüse çıkılmıştır.

İkinci dersin başında Bilişsel Yük Ölçeği-3 dağıtılmış ve ardından Kuyruklu Yıldızlar adlı animasyon izlettirilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde öğretmen kitapçığının Destekleyici Bilgiler 1.4 başlığı altındaki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-3 toplanmış ve Öğrenme Görevleri 1.4'teki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra 3 sorudan oluşan Hatırlama Testi-3 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Kuyruklu yıldız isimleri daha çok yabancı kelimelerden oluştuğu için öğrencilerin isimleri yanlış yazma konusunda endişeleri olduğu gözlemlenmiş, bunun bir sorun olmayacağı söylenip endişeleri giderilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-4 dağıtılmış ve Gezegenler adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-1.5'teki bilgiler verilmiştir. Animasyonda gezegenlerin yörüngeleri tam daire şeklinde gösterildiği fark edilmiş ve

düzeltilmek için not alınmıştır. Daha sonra BYÖ-4 toplanmış ve ÖG 1.5'teki sorular birlikte çözülmüştür. ÖG 1.5'teki 6. soruda öğrencilerin henüz öğrenmediği gök ada kavramı geçtiğinden bu sorunun çıkartılmasına karar verilmiştir. Daha sonra 3 sorudan oluşan HT-4 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre tanınmıştır. Test toplandıktan sonra BYÖ-5 dağıtılmış ve Meteorlar ve Gök Taşları adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde öğretmen kitapçığının DB 1.6'daki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-5 toplanmış ve ÖG 1.6'daki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra 4 sorudan oluşan HT-5 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra Gök Cisimleri konusunu öğrenirken ne kadar zorlandıklarını belirlemek amacıyla Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği dağıtılıp toplanmış ve gök cisimleri ile ilgili etkinliklerin bulunduğu animasyonlara geçilmiştir. Gök cisimleri ile ilgili tasarlanan 12 etkinlik 12 farklı öğrenci tarafından sınıf ortamında çalışılmış ve ikinci ders bitmiştir.

Farklı bir günde üçüncü dersin konusu olan Güneş Sistemi ve Uzay için derse başlanmıştır. Öncelikle BYÖ-6 dağıtılmış ve ardından Güneş sistemi adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-2.1'deki bilgiler verilmiştir. Animasyonun bazı bölümlerinde gezegenlerin yörüngeleri tam daire şeklinde gösterildiği fark edilmiş ve düzeltmek için not alınmıştır. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-6 toplanmış ve ÖG 2.1'deki sorular birlikte cevaplanmıştır. Daha sonra 4 sorudan oluşan HT-6 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra Güneş Sistemi'ni oluşturan sekiz gezegeni tanıtmak için hazırlanan sekiz animasyon tek tek çalışılmıştır. Animasyonların ilgili bölümlerinde her bir gezegen ile ilgili öğretmen kitapçığındaki destekleyici bilgiler verilmiştir. Merkür, Venüs ve Dünya gezegenleri ile ilgili animasyonlar çalışıldıktan sonra üçüncü ders bitmiş ve 10 dakika teneffüse çıkılmıştır. Dördüncü dersin başında BYÖ-7 dağıtılmış ve ardından Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gezegenlerinin tanıtıldığı animasyonlar izletilmiştir. Gezegen animasyonları çalışıldıktan sonra BYÖ-7 toplanmış ve ÖG 2.2'deki sorular birlikte cevaplanmıştır. Daha sonra 10 sorudan oluşan HT-7 dağıtılmış ve cevaplamak için 10 dakika süre süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra dördüncü ders bitirilmiştir.

Farklı bir günde Güneş Sistemi ve Uzay konusuna devam etmek için beşinci derse başlanmıştır. Öncelikle BYÖ-8 dağıtılmış ve ardından Ay animasyonuna çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-2.10'daki destekleyici bilgiler verilmiştir. Ay animasyonunda evrelerin tanıtıldığı bölümde evre geçişlerinde yanlışlık yapıldığı görülmüş ve düzeltilmesi yönünde not alınmıştır. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-8 toplanmış ve ÖG-2.3'teki sorular birlikte cevaplanmıştır. Daha sonra 5 sorudan oluşan HT-8 dağıtılmış ve cevaplamak için 4 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-9 dağıtılmış ve ardından Gök Ada adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-

2.11'deki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-9 toplanmış ve ÖG-2.4'teki sorular birlikte cevaplanmıştır. Daha sonra 7 sorudan oluşan HT-9 dağıtılmış ve cevaplamak için 4 dakika süre tanınmıştır. Test toplandıktan sonra Güneş Sistemi ve Uzay konusunu öğrenirken ne kadar zorlandıklarını belirlemek amacıyla ilgili Güneş Sistemi BYÖ dağıtılıp toplanmış ve ardından Güneş Sistemi ile ilgili etkinliklerin bulunduğu animasyonlara geçilmiştir. Güneş sistemi ile ilgili tasarlanan 15 etkinlik sınıf ortamında 15 farklı öğrenci ile çalışılmış ve beşinci ders bitirilmiş ve 10 dakika teneffüs arası verilmiştir. Altıncı derse Uzay Araştırmaları konusu ile başlanmıştır. Öncelikle BYÖ-10 dağıtılmış ve ardından Tarihçe adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-3.1'deki ilgili bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-10 toplanmış ve ÖG-3.1'deki sorular birlikte cevaplanmıştır. Daha sonra iki sorudan oluşan HT-10 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-11 dağıtılmış ve ardından Eski Gök Bilimciler adlı animasyon izletilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-3.2'deki bilgiler verilmiştir. Ardından BYÖ-11 toplanmış ve ÖG-3.2'deki sorular birlikte cevaplanmıştır. Daha sonra iki sorudan oluşan HT-11 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-12 dağıtılmış ve Teleskoplar adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-3.3'teki bilgiler verilmiştir. Ardından BYÖ-12 toplanmış ve ÖG-3.3'teki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra 6 sorudan oluşan HT-12 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre verilmiş test toplandıktan sonra ders bitmiştir.

Farklı bir gün Uzay Araştırmaları konusuna devam etmek için yedinci derse başlanmıştır. Öncelikle BYÖ- 13 dağıtılmış ve ardından Uzay Araçları adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-3,4'teki bilgiler verilmiştir. Ardından BYÖ-13 toplanmış ve ÖG-3.4'teki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra 2 sorudan oluşan HT-13 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-14 dağıtılmış ve ardından Ay'a İniş adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-3.5'teki bilgiler verilmiştir. Daha sonra BYÖ-14 toplanmış ve ÖG-3.5'teki sorular birlikte çözülmüştür. Ardından 2 sorudan oluşan HT-14 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-15 dağıtılmış ve sonrasında Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB-3.6'daki bilgiler verilmiştir. Ardından BYÖ-15 toplanmış ve ÖG-3.6'daki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra 2 sorudan oluşan HT-15 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra Uzay Araştırmaları konusunu öğrenirken ne kadar zorlandıklarını belirlemek amacıyla ilgili Uzay Araştırmaları BYÖ dağıtılıp toplanmış ve ardından Uzay Araştırmaları ile ilgili etkinliklerin bulunduğu animasyonlara geçilmiştir. Uzay Araştırmaları konusu için tasarlanan 9 etkinlik sınıf

ortamında 9 farklı öğrenci ile çalışılmıştır. Daha sonra Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesinin genelini öğrenirken ne kadar zorlandıklarını belirlemek amacıyla ilgili Güneş Sistemi Genel BYÖ dağıtılıp toplanmış ve ders bitirilmiştir. Son olarak öğrencilere Başarı Testi son test olarak uygulanarak deney grubundaki pilot çalışma tamamlanmıştır.

3. 3. 2. 3. Asıl Uygulama

Pilot uygulamada tespit edilen aksaklıklar giderilerek son hali verilen veri toplama araçları ve öğretim yazılımı asıl uygulama için hazır hale getirildikten sonra yasal izinler alınarak asıl uygulamaya geçilmiştir. Araştırmada deney grubundaki uygulamaya araştırmacı, kontrol grubundaki uygulamayı ise dersin öğretmeni yürütmüştür. Araştırmacı ve ders öğretmeni aynı zamanda her iki grupta da veri toplama araçlarının uygulanması kısmında birlikte çalışmışlardır.

Bu çalışma, 2013 – 2014 öğretim yılı güz döneminde Ordu ili Ünye ilçesinde bulunan Anafarta İlköğretim Okulu'nun 7. sınıflarında öğrenim gören toplam 67 öğrenci ve bir Fen ve Teknoloji dersi öğretmeni ile yürütülmüştür. 36 öğrenci deney grubunda ve 31 öğrenci de kontrol grubunda olmak üzere toplam 67 öğrenci araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır.

Fen ve Teknoloji dersi öğretim programında “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinin ikinci dönemde yer alması nedeniyle asıl uygulamanın yapıldığı okulda Fen Bilgisi öğretmenleri, müdür ve müdür yardımcıları ile dönem başında görüşülmüş ve bu ünitenin, birinci ünite olan “Vücudumuzda Sistemler” ünitesinden önce işlenmesine karar verilmiştir. Bu değişikliğin var olan normal yapıyı bozmayacağına asıl çalışmanın yapılacağı okuldaki zümre Fen Bilgisi öğretmenleri ile birlikte karar verilmiştir. Asıl çalışma Eylül ve Ekim aylarında deney grubu için toplam 7, kontrol grubu için ise 10 ders saati boyunca mevcut ders programını aksatmayacak şekilde uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubuna yapılan asıl uygulamalar iki başlık altında detaylı bir şekilde aşağıda anlatılmıştır.

3. 3. 2. 3. 1. Deney Grubuna Yapılan Asıl Uygulama

Deney grubuna yapılan asıl uygulama bilgisayar, projeksiyon makinesi ve perdesi ile ses sisteminin bulunduğu bir sınıfta gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen öğretim yazılımını görüntüleyebilecek tüm programlar sınıftaki bilgisayara önceden yüklenmiştir. Deney grubuna yapılan çalışmanın uygulama akışı EK 7’de verilmiştir. 1. Ders için uygulama akışı Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Deney Grubuna Yapılan Asıl Çalışmanın 1. Ders Uygulama Akışı Örneği

Ders Saati	Uygulama Akışı
1. Ders	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BYÖ-1 dağıtılarak ölçek hakkında bilgi verildi. ✓ Stellarium programı ile gökyüzü incelendi ve gök cisimleri türleri tanıtıldı. ✓ Gök Cisimlerini Tanıyalım adlı animasyon izletildi. ✓ Destekleyici Bilgiler 1.1'deki bilgiler verildi. ✓ Öğrenme Görevleri 1.1'deki sorular birlikte cevaplandı. ✓ Yıldızlar adlı animasyon çalışıldı. ✓ DB-1.2'deki bilgiler verildi. ✓ BYÖ-1 toplandı. ✓ ÖG1.2'deki sorular birlikte çözüldü. ✓ HT-1 dağıtıldı ve cevaplamak için 5 dakika süre verildikten sonra toplandı. ✓ BYÖ-2 dağıtıldı. ✓ Stellarium programı ile bilinen takımyıldızlar gösterildi. ✓ Takımyıldızlar adlı animasyon izlettirildi. ✓ Animasyonun ilgili bölümlerinde DB 1.3'teki bilgiler verildi. ✓ BYÖ-2 toplandı. ✓ ÖG 1.3'teki sorular birlikte cevaplandı. ✓ HT-2 dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildi. ✓ Test toplandıktan sonra 10 dakika teneffüs arası verildi.

Asıl uygulamaya başlamadan önce Başarı Testi ön test olarak tüm öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilere bu testi yanıtlamaları için 25 dakika süre verilmiştir. Başarı Testinin uygulanmasından sonra başka bir gün asıl uygulamaya geçilmiştir.

Birinci dersin başında BYÖ-1 öğrencilere dağıtılarak ölçekle ilgili gerekli açıklamalar yapılmıştır. Daha sonra Stellarium programı kullanılarak ders günü gecesinin benzetim görüntüsü öğrencilere gösterilmiştir. Görüntüdeki ışıklı noktaların neler olabileceği üzerine konuşulduktan sonra Gök Cisimlerini Tanıyalım adlı animasyon izletilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde öğretmen kitapçığındaki Destekleyici Bilgiler 1.1 başlığı altındaki bilgiler verilmiştir. Animasyon izlettirildikten sonra Öğrenme Görevleri 1.1 çalışılmış ve ardından gördükleri ışıklı cisimlerin birçoğunun yıldız oldukları belirtilmiştir. Yıldızlar hakkında neler bildikleri sorulmuş ve alınan cevapların ardından Yıldızlar adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde Destekleyici Bilgiler 1.2'deki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-1 toplanmış ve Öğrenme Görevleri 1.2'deki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra HT-1 dağıtılarak cevaplamak için 5 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-2 dağıtılmış ve takımyıldızlar hakkında öğrencilerin ne bildiklerini ortaya çıkarmak için birkaç soru sorulmuştur. Ardından Stellarium programı kullanılarak bilinen takımyıldızlar gösterilmiştir. Daha sonra Takımyıldızlar adlı animasyon izletilmiş, animasyonun ilgili bölümlerinde Destekleyici Bilgiler 1.3'teki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-2 toplanmış ve ardından Öğrenme Görevleri 1.3'teki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra HT-2 dağıtılmış ve cevaplamak için 3 dakika süre

verilmiştir. Test tamamlandıktan sonra birinci ders bitirilmiş ve 10 dakika teneffüse çıkılmıştır.

İkinci dersin başında BYÖ-3 dağıtılmış ve ardından öğrencilere kuyruklu yıldızlar hakkında ne bildikleri sorulmuştur. Alınan cevaplardan sonra Kuyruklu Yıldızlar adlı animasyon çalışılmıştır. Animasyonun ilgili bölümlerinde Destekleyici Bilgiler 1.4'teki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra BYÖ-3 toplanmış ve ardından ÖG-1.4'teki sorular birlikte çözülmüştür. Daha sonra HT-3 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Ardından BYÖ-4 dağıtılmış ve Stellarium programı vasıtası ile ışıklı noktalardan ışığı titreşmeyen birkaç gök cismi gösterilmiştir. Bu gökcisimlerinin neler olduğu öğrencilere sorulmuş ve alınan cevaplardan sonra Gezegenler adlı animasyon izlettirilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB 1.5'teki bilgiler verilmiştir. Daha sonra ÖG-1.5'teki sorular birlikte çözülmüş ve ardından HT-4 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra BYÖ-5 dağıtılmış ve öğrencilere gökyüzünde yanarak geçen ve kısa bir süre sonra kaybolan bir gök cismi görüp görmedikleri, bu olaya ne denildiği ve neyin sebep olduğu sorulmuş, alınan cevaplardan sonra Meteorlar ve Gök Taşları adlı animasyon izlettirilmiştir. Animasyonun ilgili bölümlerinde DB 1.6'daki bilgiler verilmiştir. Animasyon çalışıldıktan sonra ÖG 1.6'daki sorular birlikte çözülmüş, ardından HT-5 dağıtılarak cevaplamak için 3 dakika süre verilmiştir. Test toplandıktan sonra Gök Cisimleri konusunun tamamını öğrenirken ne kadar zorlandıklarını belirlemek amacıyla Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği dağıtılıp toplanmış ve ardından gök cisimleri ile ilgili etkinliklerin bulunduğu animasyonlara geçilmiştir. Gök cisimleri için tasarlanan 12 etkinlik 12 farklı öğrenci tarafından sınıf ortamında çalışıldıktan sonra ders bitirilmiştir.

Bu şekilde çalışma EK 7'deki uygulama akışına göre işlenmiş ve 7 ders saati sonunda ünite bitirilmiştir. Başarı Testi, uygulamadan 2 hafta sonra son test olarak ve son testten 6 hafta sonra da kalıcılık testi olarak uygulanarak asıl uygulama bitirilmiştir.

3.3.2.3.2. Kontrol Grubuna Yapılan Asıl Uygulama

Kontrol grubuna yapılan asıl uygulama ilgili kazanımlar doğrultusunda Öğretmen Kılavuz Kitabı, Öğrenci Ders Kitabı ve Öğrenci Çalışma Kitabı üzerinden yürütülmüştür. "Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi" ünitesi için önerilen süre 14 ders saatidir. Bunun yanında ders öğretmenine üniteyi ne kadar sürede ve hangi yöntemle işleyeceğini kendisinin belirleyeceği; sadece araştırmacı tarafından hazırlanan testlerin uygulanması gerektiği yönünde açıklama yapılmıştır. Asıl uygulamaya başlanmadan önce Başarı Testi kontrol grubundaki öğrencilere ön test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin Başarı Testini cevaplamaları 25 dakika sürmüştür. Başarı testinden sonra kontrol grubunda asıl

uygulamaya geçilmiştir. Kontrol grubuna yapılan çalışmanın uygulama akışı EK 8'de verilmiştir. Bunun yanında 1. Ders için örnek uygulama akışı Tablo 7'de verilmiştir. Asıl uygulama EK 8'deki uygulama akışına göre devam etmiştir.

Tablo 7. Kontrol Grubuna Yapılan Asıl Çalışmanın 1. Ders Uygulama Akışı Örneği

Ders Saati	Uygulama Akışı
1. Ders	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BYÖ-1 dağıtılarak ölçek hakkında bilgi verildi. ✓ Ders kitabındaki fotoğraflar incelenilerek konuya giriş yapıldı. ✓ Öğrenci çalışma kitabından 1. ve 2. etkinlik yaptırıldı. ✓ Öğrencilere ders kitabının konu girişindeki fotoğraf incelenildi ve fotoğraf üzerindeki sorular ile ilgili öğrencilerin düşünceleri alındı. ✓ Ders kitabındaki 1. etkinlik yapıldı. ✓ Ders kitabından gök cisimleri ve yıldızlar hakkında bilgi veren metin okundu. ✓ BYÖ-1 dolduruldu ve ardından toplandı. ✓ HT-1 dağıtıldı ve cevaplamak için 5 dakika süre verildi.

Birinci derste öğrencilere ilk olarak BYÖ-1 dağıtılmış ve ölçek hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra öğretmen, ünite ile ilgili bir takım sorular sorarak öğrencilerin ilgisini derse çekmeye çalışmıştır. Ardından ders kitabının ünite giriş sayfasındaki fotoğraflar birlikte incelenerek gök cisimleri konusuna giriş yapıldıktan sonra çalışma kitabındaki 1. ve 2. etkinlik yaptırılarak konu ile ilgili ön bilgilerinin hatırlanması sağlanmıştır. Daha sonra öğrencilere ders kitabının Gök Cisimleri konusu girişinde bulunan fotoğraf incelenilmiş ve fotoğraf üzerindeki sorular ile ilgili düşüncelerini paylaşmaları istenmiştir. Öğrencilerden alınan görüşlerden sonra ders kitabındaki 1. etkinlik yapılmış ve ardından gök cisimleri hakkında bilgi veren metin dikkatlice okunmuştur. Öğretmen, ders kitabındaki metne ek olarak yıldızlar hakkında detaylı bilgiler vermiş ve öğrencilerden gelen soruları yanıtlamıştır. Daha sonra öğrencilerden BYÖ-1'i doldurmaları istenmiş ve BYÖ-1 toplandıktan sonra HT-1 dağıtılmış ve cevaplamak için 5 dakika süre verilmiştir. Test cevaplandıktan sonra ilk ders bitirilerek teneffüse çıkılmıştır.

Bu şekilde çalışma EK 8'deki uygulama akışına göre işlenmiş ve 10 ders saati sonunda ünite bitirilmiştir. Başarı Testi, uygulamadan 2 hafta sonra son test olarak ve son test uygulamasından 6 hafta sonra da kalıcılık testi olarak uygulanarak kontrol grubuna yapılan asıl uygulama bitirilmiştir.

3. 4. Verilerin Analizi

Bu çalışmada; başarı testi, hatırlama testleri ve bilişsel yük ölçeklerinden elde edilen veriler SPSS 21 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrenci Görüş

Anketinden elde edilen veriler ise içerik analizi yapılarak sunulmuştur. Araştırmada yer alan değişkenler, kullanılan veri toplama araçları ve istatistikler Tablo 8’de sunulmuştur. Her bir veri toplama aracından elde edilen verilerin analizi ilgili başlık altında sunulmuştur.

Tablo 8. Veri Toplama Araçları, Ölçtüğü Değişkenler, Kullanıldığı Aşamalar ve Analiz Yöntemleri

Testler ve Formlar	Ölçtüğü Değişkenler	Kullanıldığı Aşamalar	Analiz Yöntemleri
Başarı Testi	Akademik başarı	Ön test, son test ve kalıcılık	t-testi
Hatırlama Testleri	Akademik başarı	Öğretim yazılımının kullanıldığı her kavramda	t-testi, Mann-Whitney U testi, Kruskal-Wallis H testi
Bilişsel Yük Ölçeği	Bilişsel yük	Öğretim yazılımının kullanıldığı her kavramda	Öğretim Verimliliği Analizi, t-testi, Mann-Whitney U testi, Kruskal-Wallis H testi
Öğrenci Görüş Anketi	Öğrenme ortamı hakkındaki düşünceleri	Araştırmadan sonra	Betimsel istatistik

3. 4. 1. Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Başarı Testi, 7. sınıf öğrencilerinin “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinde başarılarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve toplam 24 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Tüm sorular ünite içeriğine ve kazanımlara uygun olarak hazırlanmıştır. Başarı Testi analiz edilirken her doğru cevaba “1”, her yanlış ve boş cevaba ise “0” puan verilerek her bir öğrenci için toplam Başarı Testi puanı elde edilmiştir. Bu durumda her bir öğrencinin Başarı Testinden alabileceği en fazla puan 24 olmaktadır. Başarı Testi çalışmaya başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini belirlemek amacıyla ön test, çalışma bittikten sonra başarılarını belirlemek amacıyla son test, bilgilerin kalıcılığını belirlemek amacıyla kalıcılık testi ve Bilişsel Yük puanı ile birlikte öğretim verimliliği puanının hesaplanması için de kullanılmıştır.

3. 4. 2. Hatırlama Testlerinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu çalışmada her bir kavramın öğretiminden sonra uygulanmak üzere toplam 15 Hatırlama Testi geliştirilmiştir. Her bir hatırlama testi ilgili kavram ile ilgili farklı sayılarda boşluk doldurma türü sorulardan oluşmaktadır. Hatırlama Testi analiz edilirken her doğru cevap için “1”, her yanlış ve boş cevap ise “0” puan verilerek değerlendirilmiş ve her bir öğrenci için Hatırlama Testi puanı elde edilmiştir. Hatırlama Testleri Bilişsel Yük Ölçekleri ile birlikte her öğrencinin öğretim verimliliği puanlarının hesaplanması için kullanılmıştır.

3. 4. 3. Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bilişsel Yük Ölçeği; bireyin, verilen bir görevi yerine getirirken zihinsel olarak ne kadar zorlandığını belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçektir. Bu çalışmada her bir kavramın öğrenilmesi sürecinde kullanılmak üzere toplam 15 BYÖ oluşturulmuştur. Her kavramın öğretiminden sonra uygulanan Bilişsel Yük Ölçeğinden elde edilen puanların aritmetik ortalaması alınarak her öğrenci için o kavrama ait bir bilişsel yük puanı elde edilmiştir. Ayrıca üç konu (Gök Cisimleri, Güneş Sistemi ve Uzay ve Uzay Araştırmaları konuları) sonunda ve araştırmanın sonunda olmak üzere toplam 4 BYÖ daha kullanılmıştır. Bilişsel Yük Ölçekleri hem bilişsel yüklenmenin belirlenmesinde hem de hatırlama testleri ile birlikte her öğrencinin öğretim verimliliği puanlarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

3. 4. 4. Öğrenci Görüş Anketinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Deney grubu öğrencilerinin uygulama hakkındaki görüş ve düşüncelerini almak amacıyla geliştirilen Öğrenci Görüş Anketinden elde edilen verilerin analizinde betimleyici istatistik kullanılmıştır. Deney grubundaki her bir öğrencinin ankette yer alan sorulara verdikleri yanıtların frekansları belirlenerek analiz yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde öncelikle Başarı Testi ön test, son test ve kalıcılık testi uygulamalarından elde edilen bulgular verilmiştir. Daha sonra, Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesinin üç alt konusu (Gök Cisimleri – Birinci Oturum, Güneş Sistemi ve Gezegenler – İkinci Oturum ve Uzay Araştırmaları – Üçüncü Oturum) ile ilgili bulgular sunulmuştur. Her bir alt konuya ait kavramlar ile ilgili bulgular ise tekrara düşmemek adına Ek 1’de verilmiştir. Daha sonra araştırmanın geneli için Bilişsel Yük Ölçeği ve Başarı Testi son test uygulamasından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son olarak, deney grubu öğrencilerinin Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilen animasyonlar hakkındaki görüşleri ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

4. 1. Başarı Testi Uygulamalarından Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu kısmında, Başarı Testinin ön test, son test ve kalıcılık uygulamalarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4. 1. 1. Başarı Testi Ön Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular

Uygulamaya başlamadan önce deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön bilgileri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Başarı Testi ön test puanlarının aritmetik ortalamaları karşılaştırılmıştır. İki ortalama arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına karar vermeden önce bu iki ortalamaya ait verilerin normal dağılım gösterdiğine bakmak için Kolmogorov-Smirnov testi ve varyansların homojen olup olmadığına bakmak için Levene testi yapılmıştır. Kolmogorov-Smirnov testine göre normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($z=0.145$, $p=0.106$, $p>0.05$). Levene testi sonucuna göre grupların varyanslarının eşit olduğu belirlenmiş ($F=0.000$, $p=0.989$, $p>0.05$) ve t testi yapılmasına karar verilmiştir. Tablo 9’da t-testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Ön Test Uygulaması t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	8.78	2.929	65	1.375	0.174
Kontrol	31	9.84	3.387			

Tablo 9’da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarının başarı testi ön test sonuçları karşılaştırıldığında t-testi sonuçlarına göre uygulama öncesinde grupların başarıları

arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($t_{(65)} = 1.375$; $p = 0.174$; $p > 0.05$). Ön test ortalamalarına bakıldığında ($\bar{X}_{\text{deney}} = 8.78$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 9.84$) iki grubun başarılarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

4. 1. 2. Başarı Testi Son Test Uygulamasından Elde Edilen Bulgular

Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öğrenmeleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Başarı Testi son test uygulamasının aritmetik ortalamaları karşılaştırılmıştır. Başarı Testi ön test ve son test uygulamaları ortalama puanları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Başarı Testi ön test ve son test uygulamaları ortalama puanları

Gruplar	N	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
Deney	36	8.78	2.929	21.44	2.792
Kontrol	31	9.84	3.387	16.87	5.025

Başarı Testi son test ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına bakmak için yapılan t-testi sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Uygulaması t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	21.44	2.792	65	-4.688	0.000
Kontrol	31	16.87	5.025			

Deney ve kontrol gruplarına uygulama sonrasında yapılan Başarı Testi son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{(65)} = -4.688$, $p=0.000$, $p < 0.05$). Ortalamalar dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin son test puanları ($\bar{X} = 21.44$) kontrol grubundaki öğrencilerin son test puanlarından ($\bar{X} = 16.87$) daha yüksektir. Bu sonuç, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile yapılan öğretim etkinliğinin geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

4. 1. 3. Başarı Testi Kalıcılık Uygulamasından Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilgilerindeki kalıcılıkları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulamadan 6 hafta sonra yapılan Başarı Testi kalıcılık puanlarının aritmetik ortalamaları karşılaştırılmıştır. Başarı

Testi kalıcılık puanlarının ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına bakmak için yapılan t-testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Kalıcılık Uygulaması t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	20.61	3.007	65	-5.575	0.000
Kontrol	31	14.35	5.908			

Deney ve kontrol gruplarına uygulamadan 6 hafta sonra yapılan Başarı Testi kalıcılık puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{(65)} = -5.575$, $p = 0.000$, $p < 0.05$). Aritmetik ortalamalar dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin kalıcılık puanları ($\bar{X} = 20.61$) kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık puanlarından ($\bar{X} = 14.35$) daha yüksektir.

4. 2. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Birinci Oturumundan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile ilgili yapılan uygulamanın birinci oturumundan elde edilen bulgular verilmiştir. Bu oturumda deney ve kontrol grubundaki öğrenciler ünitenin “Gök Cisimleri” konusu ile ilgili olarak gök cisimleri, yıldızlar, takımyıldızlar, kuyruklu yıldızlar, gezegenler, meteorlar ve göktaşları kavramlarını öğrenmişlerdir.

4. 2. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Gök cisimleri ile ilgili temel kavramların öğretildiği ilk oturumda deney ve kontrol gruplarına uygulanan beş hatırlama testinden (Hatırlama Testi 1-5) elde edilen toplam puanların ortalaması ile Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği’nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 toplam puanlarının ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri BYÖ Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi 1-5	Deney	36	32.39	1.554
	Kontrol	31	21.77	4.232
Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	1.94	1.013
	Kontrol	31	5.35	0.950

Tablo 13'ten de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi 1-5 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 32.39$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi 1-5 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 21.77$) yüksek olduğu görülmektedir. Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 1.94$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 5.35$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin gök cisimleri konusunu öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 13'te görülen Hatırlama Testleri ve Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının normal dağılım gösterdiğine bakmak için Kolmogorov-Smirnov ve varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Kolmogorov-Smirnov testine göre Hatırlama Testi 1-5 puanlarının normal dağılım göstermediği ($z = 0.196$, $p = 0.000$, $p < 0.05$), Levene testi sonucuna göre de Hatırlama Testi puanlarının varyanslarının eşit olmadığı ($F = 13.188$; $p = 0.001$; $p < 0.05$) tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi 1-5 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 14'te, t-testi sonuçları ise Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	49.38	1777.50	4.500	0.000
Kontrol	31	16.15	500.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi 1-5 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 4.500$, $Z = -7.009$, $r = 0.856$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir.

Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için $r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$ formülü kullanılmış ve 0.856 olarak hesaplanmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni hatırlama testlerinde ortaya çıkan farkın %85'ini açıklamaktadır.

Tablo 15. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	1.94	1.013	65	14.140	0.000
Kontrol	31	5.35	0.95			

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 14.140$; $\eta^2 = 0.751$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. eta-kare değeri, bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansın ne kadarını açıkladığını gösterir ve $\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + (n_1 + n_2 - 2)}$ formülü ile hesaplanır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.751$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın %75'ini açıklamaktadır.

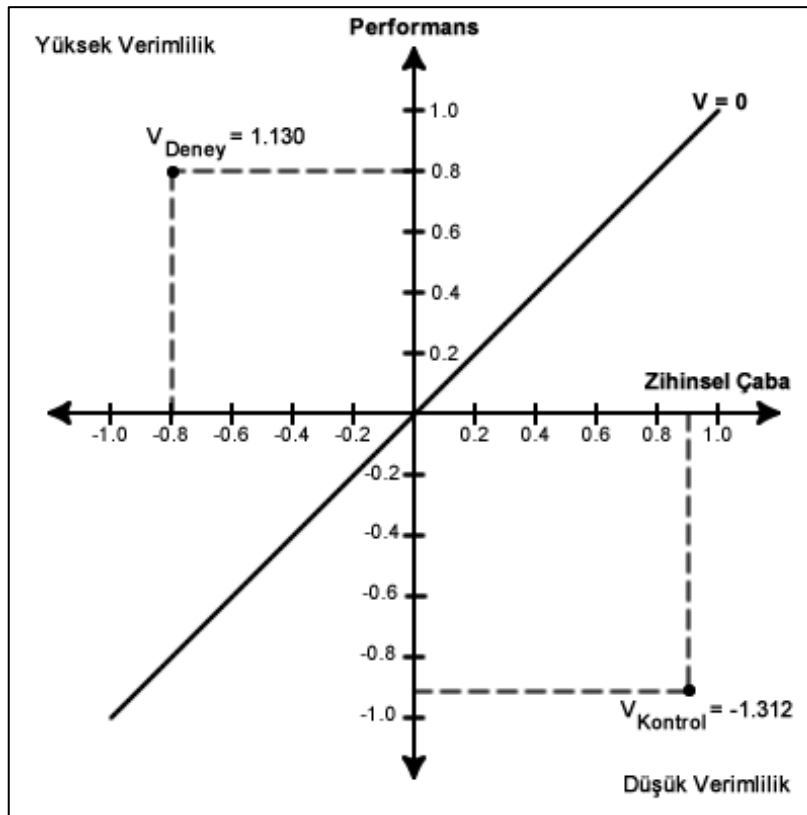
4.2.2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi Gök Cisimleri konusunu Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı veya geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 16'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi 1-5) z-puanları ve zihinsel çaba (Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 16. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.798	-0.800	1.130
Kontrol	31	-0.927	0.929	-1.312

Tablo 16 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.798$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.927$) daha yüksektir. Kontrol grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.929$) deney grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0.800$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu puanlara göre; $V = \frac{z_{performans} - z_{zihinsel\ çaba}}{\sqrt{2}}$ formülü ile hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 1.130, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.312 olarak bulunmuştur. Şekil 8'de deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 8. Deney ve kontrol gruplarında yürütülen birinci oturum öğretim etkinliğinin verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 8'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı t-testi ile test edilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce normal dağılıma sahip olup olmadığı Kolmogorov- Simirnov testi ile ve grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Kolmogorov- Simirnov testi sonucuna göre normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ($z=0.207$, $p=0.001$, $p<0.05$). Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür ($F = 7.316$, $p<0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	49.33	1776.00	6.000	0.000
Kontrol	31	16.19	502.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($U = 6.000$, $p<0.05$). Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 49.33$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 16.19$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

4. 2. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Birinci oturumun sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin beş hatırlama testinden (Hatırlama Testi 1 - Hatırlama Testi 5) elde edilen toplam puanların ortalaması ile Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman

olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi 1-5	Deney Uzman	8	33,25	0.463
	Deney Uzman Olmayan	28	32.14	1.671
	Kontrol Uzman	10	24.50	3.342
	Kontrol Uzman Olmayan	21	20.48	4.045
Gök Cisimleri BYÖ	Deney Uzman	8	1.75	0.707
	Deney Uzman Olmayan	28	2.00	1.089
	Kontrol Uzman	10	5.10	0.994
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.48	0.928

Tablo 18'de görüldüğü gibi Hatırlama Testi 1-5 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 33.25$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 32.14$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 24.50$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 20.48$) daha yüksek puana sahiptir. Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise gök cisimleri konusunu öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.75$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.10$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.48$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi 1-5 ve Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 17'de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce normal dağılım gösterip göstermediklerine bakılmış ve normal dağılım göstermedikleri belirlenmiştir ($z=0.196$, $p=0.000$, $p<0.05$). Grupların varyanslarının homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi puanlarının ($F(3-63) = 4.332$, $p = 0.008$, $p<0.05$) varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi 1-5 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının normal dağılım gösterdiğinden ($z=0.228$, $p=0.121$, $p>0.05$) ve varyanslarının eşit olduğundan ($F(3-63) = 1.288$, $p = 0.286$, $p>0.05$) gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	54.38	3	51.183	0.000	0.776
Deney Uzman Olmayan	28	47.95				
Kontrol Uzman	10	22.05				
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.33				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 puanları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 51.183, \eta^2 = 0.776, p < 0.05$). Etki büyüklüğü $\eta^2 = \frac{\chi^2}{N-1}$ formülü ile hesaplanmıştır. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.776$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testleri üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Kruskal-Wallis H testi çoklu karşılaştırma yapmadığından farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	23.38	479.00	73.000	0.122
Deney Uzman Olmayan	28	17.11	187.00		
Deney Uzman	8	14.50	116.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman	10	5.50	55.00		
Deney Uzman	8	25.50	204.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00		
Deney Uzman Olmayan	28	24.36	682.00	4.000	0.000
Kontrol Uzman	10	5.90	59.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.48	993.50	0.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.02	231.50		
Kontrol Uzman	10	21.65	216.50	48.500	0.016
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.31	279.50		

Tablo 20'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi puanları ile kontrol grubundaki uzman ($U = 0.000, p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 0.000, p < 0.05$) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 73.000, p > 0.05$). Deney

grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 4.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 0.500, p<0.000) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur (U = 48.500, p<0.05).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.75	0.707						
DUO	28	2.00	1.089			3			
KU	10	5.10	0.994	61.638	195.078		66.463	0.000	0.759
KUO	21	5.48	0.928			63			

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 21’de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 66.463$, p<0.05). Eta-kare değeri $\eta^2 = \frac{KT_{gruplararası}}{KT_{toplam}}$ formülü ile hesaplanmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.759$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 22’de görülmektedir.

Tablo 22. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.250	0.397	1.000
	Kontrol Uzman	-3.350*	0.469	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.726*	0.411	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.250	0.397	1.000
	Kontrol Uzman	-3.100*	0.364	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.476*	0.286	0.000

Tablo 22'nin devamı

Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.350*	0.469	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.100*	0.364	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.376	0.380	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.726*	0.411	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.476*	0.286	0.000
	Kontrol Uzman	0.376	0.380	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 22'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki fark ise anlamlı değildir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki fark ise anlamlı bulunmamıştır.

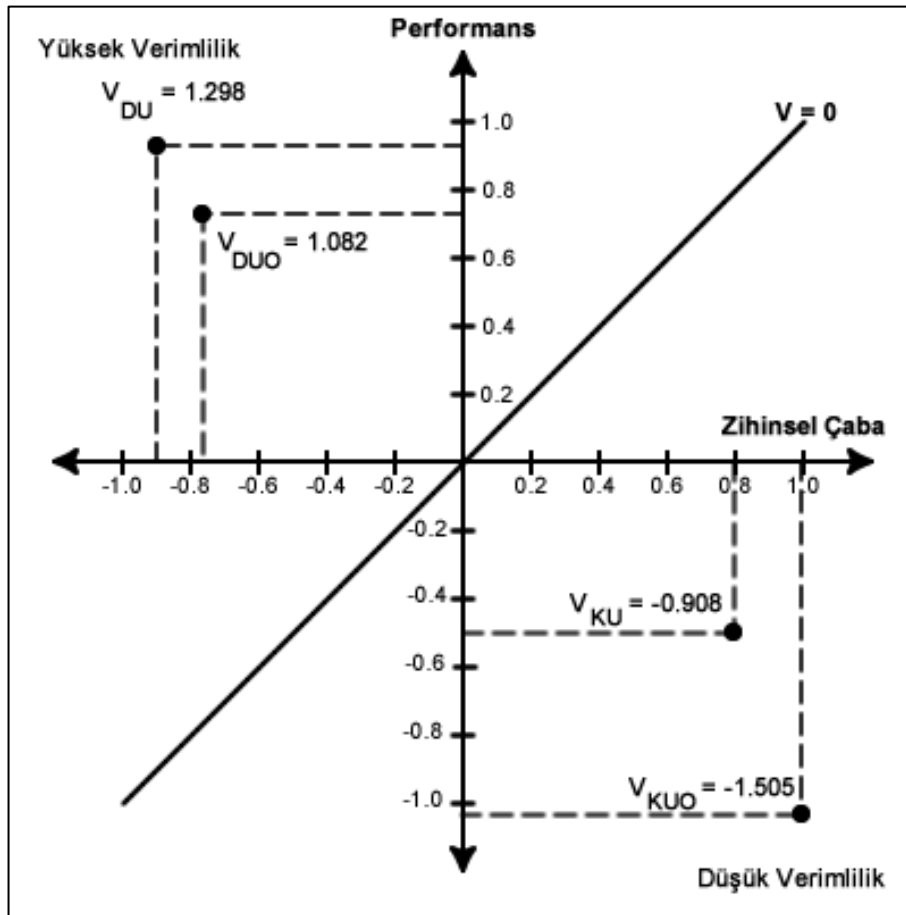
Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi 1-5) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 23'te görülmektedir.

Tablo 23. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.938	-0.898	1,298
Deney Uzman Olmayan	28	0.758	-0.772	1,082
Kontrol Uzman	10	-0.483	0.799	-0,908
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.138	0.991	-1,505

Tablo 23'te görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.938$) sahipken, kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en düşük performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = -1.138$) sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,898$) sahipken kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en yüksek ortalamaya ($\bar{X} = 0.991$) sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları

deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.298, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 1.082, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.908 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.505 olarak hesaplanmıştır. Şekil 9'da deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 9. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin birinci oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 9'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına

karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı normal dağılım gösterdiği Kolmogorov Simirnov testi ile test edilmiş ve normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($z=0.221$, $p=0.121$, $p>0.05$). Varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür ($F = 1.743$, $p>0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.298	0.247	17.206	102.088	3	124.600	0.000	0.856
DUO	28	1.082	0.452						
KU	10	-0.908	0.652						
KUO	21	-1.505	0.609						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 24'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 124.600$, $p<0.05$). Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.856$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin birinci oturum öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 25'te görülmektedir.

Tablo 25. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0.217	0.209	1.000
	Kontrol Uzman	2.207(*)	0.248	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.804(*)	0.217	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0.217	0.209	1.000
	Kontrol Uzman	1.989(*)	0.193	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.587(*)	0.151	0.000

Tablo 25'in devamı

Kontrol Uzman	Deney Uzman	-2.207(*)	0.248	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-1.989(*)	0.193	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	0.597(*)	0.201	0.025
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2.804(*)	0.217	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-2.587(*)	0.151	0.000
	Kontrol Uzman	-0.597(*)	0.201	0.25

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 25'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki fark ise anlamlı değildir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında da anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

4. 3. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin İkinci Oturumundan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile ilgili yapılan uygulamanın ikinci oturumundan elde edilen bulgular verilmiştir. Bu oturumda deney ve kontrol grubundaki öğrenciler ünitenin "Güneş Sistemi ve Gezegenler" konusu ile ilgili olarak güneş sistemi, güneş sistemini oluşturan gezegenler ve uyduları ile gökada, uzay ve evren kavramlarını öğrenmişlerdir.

4. 3. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Güneş Sistemi, sistemi oluşturan gezegenler, gökadarlar, uzay ve evren kavramlarının öğretildiği ikinci oturumda deney ve kontrol gruplarına uygulanan 4 hatırlama testinden (Hatırlama Testi 6-9) elde edilen toplam puanların ortalaması ile Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi 6-9	Deney	36	54.56	6.171
	Kontrol	31	38.97	11.757
Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.31	1.283
	Kontrol	31	5.55	1.312

Tablo 26’de da görüldüğü gibi deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 54.56$) kontrol grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 38.97$) yüksek olduğu görülmektedir. Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği’nden ise deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.31$) kontrol grubundaki öğrencilerin bilişsel yük puanlarından ($\bar{X} = 5.55$) düşük olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle deney grubu öğrencilerinin güneş sistemi ve gezegenler konusunu öğrenirken daha az zihinsel çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 26’da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Araştırmada varyansların eşitliğini sınamak için yapılan Levene testine göre Hatırlama Testi 6-9 varyansının eşit olmadığı ($F(1-65) = 17.340, p < 0.05$), Bilişsel Yük Ölçeği varyansının ise eşit olduğu ($F(1-65) = 0.034, p > 0.05$) görülmüştür. Bu nedenle Hatırlama Testi 6-9 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarını karşılaştırmak için ise bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 27’de, bağımsız t-testi sonuçları ise Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 27. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 Ortalama Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Hatırlama Testi 6-9	Deney	36	45.67	1644.00	138.000	0.000
	Kontrol	31	20.45	634.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi 6-9 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 138.000, Z = -5.289, r = 0.646, p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi sıra ortalamaları ($\bar{X} = 45.67$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarından ($\bar{X} = 20.45$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi 6-9

bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi 6-9 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni hatırlama testlerinde ortaya çıkan farkın %65'ini açıklamaktadır.

Tablo 28. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

	Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Güneş Sistemi ve Gezegenler BYÖ	Deney	36	2.31	1.312	65	10.205	0.000
	Kontrol	31	5.55	1.283			

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 10.205$; $\eta^2 = 0.616$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. eta-kare değeri, bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansın ne kadarını açıkladığını gösterir. Hesaplanan eta-kare ($\eta^2 = 0.616$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkenini Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın %62'sini açıklamaktadır.

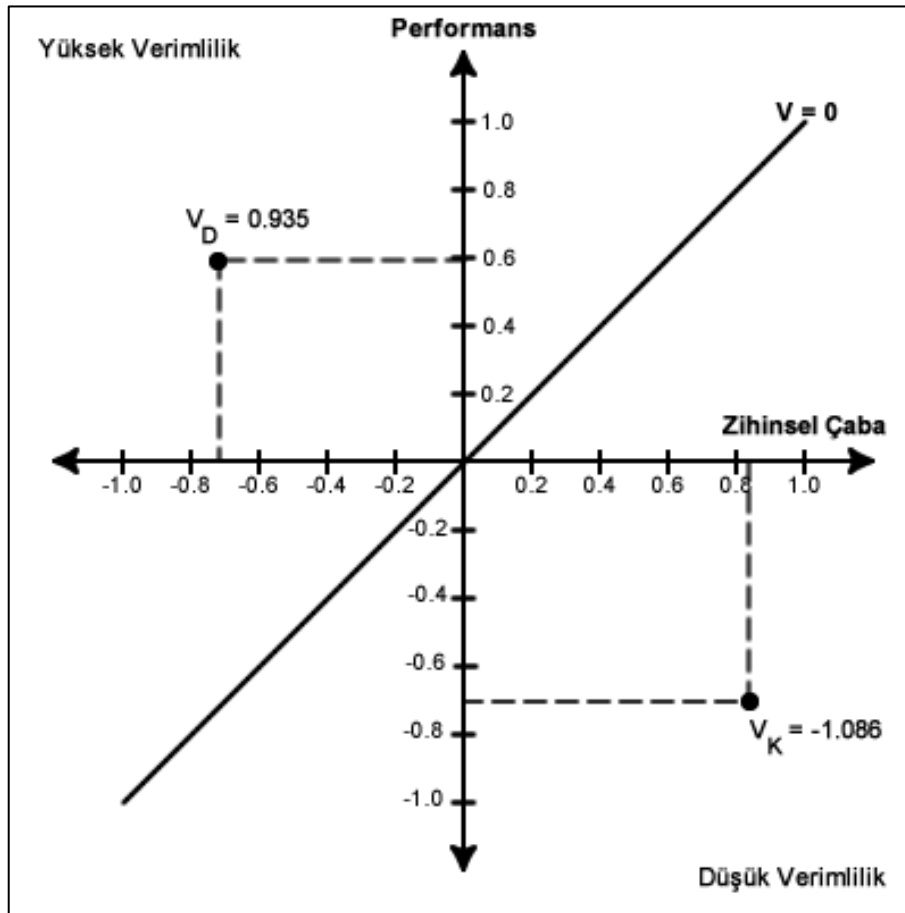
4. 3. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, ünitenin "Güneş Sistemi ve Gezegenler" konusunun Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı veya geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgular sunulmuştur. Tablo 29'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi 6-9) z-puanları ve zihinsel çaba (Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 29. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.600	-0.723	0.935
Kontrol	31	-0.697	0.839	-1.086

Tablo 29 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.600$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.697$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.723$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0.839$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.935, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.086 olarak bulunmuştur. Şekil 10'da deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 10. Deney ve kontrol gruplarında yürütülen ikinci oturum öğretim etkinliğinin verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 10'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi "Güneş Sistemi ve Gezegenler" konusu için deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı t-testi ile test edilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür ($F = 8.214$, $p < 0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	48.56	1748.00	34.000	0.000
Kontrol	31	17.10	530.00		

Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($U = 34.000$, $p < 0.05$). Farkın yönünü belirlemek amacıyla Tablo 30'da yer alan sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 48.56$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 17.10$) daha yüksek olması nedeniyle deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

4. 3. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

İkinci oturumun sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin dört hatırlama testinden (Hatırlama Testi 6-9) elde edilen toplam puanların ortalaması ile Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerinin Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi 6-9	Deney Uzman	8	56.50	4.504
	Deney Uzman Olmayan	28	54.00	6.532
	Kontrol Uzman	10	47.90	11.939
	Kontrol Uzman Olmayan	21	34.71	9.182
Güneş Sistemi ve Gezegenler BYÖ	Deney Uzman	8	1.50	1.396
	Deney Uzman Olmayan	28	2.54	1.174
	Kontrol Uzman	10	5.40	1.319
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.62	0.756

Tablo 31’de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi 6-9 ortalama puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 56.50$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 54.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 47.90$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 34.71$) daha yüksek puana sahiptir. Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise güneş sistemi konusunu öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.50$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.54$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.40$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.62$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 30’da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 toplam puanlarının ($F(3-63) = 3.890$, $p = 0.013$, $p < 0.05$) varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiş, bu nedenle Hatırlama Testi 6-9 toplam puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının Levene testi sonuçlarına göre varyanslarının eşit olduğu ($F(3-63) = 0.958$, $p = 0.418$, $p > 0.05$) belirlendiği için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 toplam puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	51.19	3	35.545	0.000	0.546
Deney Uzman Olmayan	28	44.09				
Kontrol Uzman	10	33.60				
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.19				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 toplam puanları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 35.545, \eta^2 = 0.546, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.546$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Kruskal-Wallis H testi çoklu karşılaştırma yapmadığından farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	22.75	182.00	78.000	0.193
Deney Uzman Olmayan	28	17.29	484.00		
Deney Uzman	8	12.25	98.00	18.000	0.049
Kontrol Uzman	10	7.30	73.00		
Deney Uzman	8	25.19	201.50	2.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.12	233.50		
Deney Uzman Olmayan	28	21.29	596.00	90.000	0.096
Kontrol Uzman	10	14.50	145.00		
Deney Uzman Olmayan	28	34.52	966.50	27.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.31	258.50		
Kontrol Uzman	10	22.80	228.00	37.000	0.004
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.76	168.00		

Tablo 33'te de görüldüğü gibi, ikinci oturumdaki "Güneş Sistemi ve Gezegenler" konusu öğrenilirken deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere uygulanan hatırlama testlerine göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 2.500, p < 0.05$), deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 27.500, p < 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan

öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 37.000$, $p < 0.05$) anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Diğer gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.50	0.756	102.317	182.161	3	37.388	0.000	0.640
DUO	28	2.54	1.319						
KU	10	5.40	1.174						
KUO	21	5.62	1.396						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 34'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 37.388$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.640$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırma Bonferroni testi sonuçları Tablo 35'te görülmektedir.

Tablo 35. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Bonferroni Testi Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-1.036	0.511	0.281
	Kontrol Uzman	-3.900*	0.604	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-4.119*	0.529	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	1.036	0.511	0.281
	Kontrol Uzman	-2.864*	0.469	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.083*	0.368	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.900*	0.604	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.864*	0.469	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.219	0.490	1.000

Tablo 35'in devamı

Kontrol Uzman	Deney Uzman	4.119*	0.529	0.000
Olmayan	Deney Uzman Olmayan	3.083*	0.368	0.000
	Kontrol Uzman	0.219	0.490	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 34'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki fark ise anlamlı değildir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki fark ise anlamlı bulunmamıştır.

4.3.4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9 ve Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

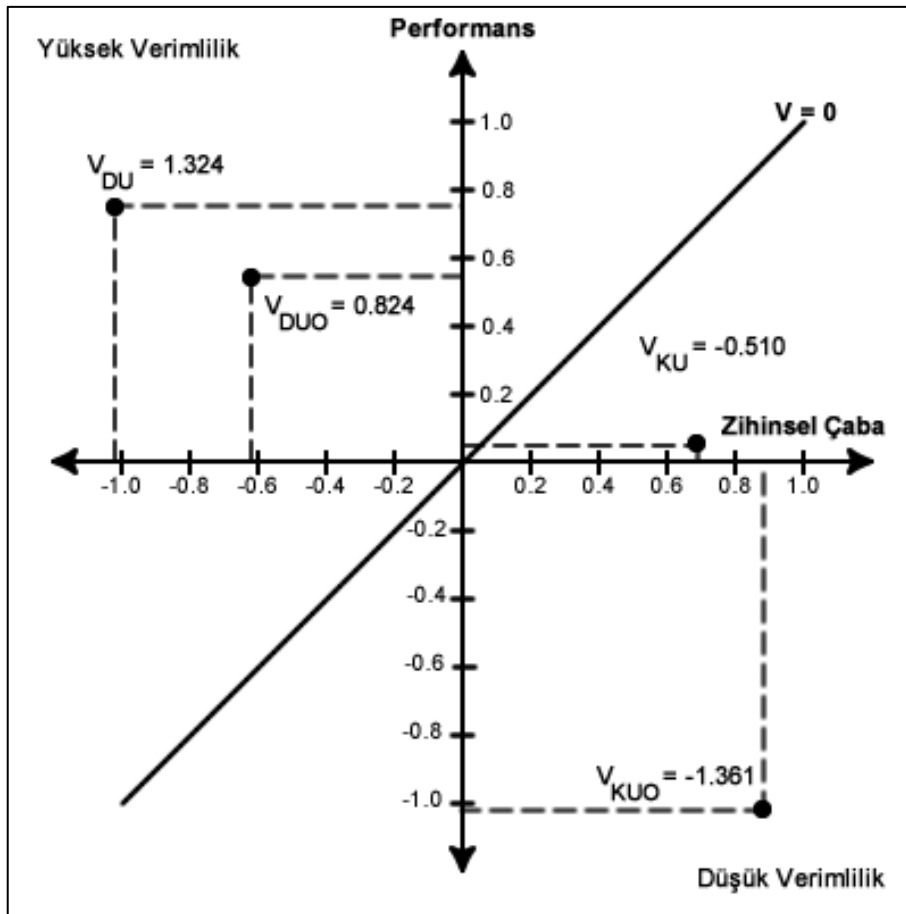
Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi 6-9) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 36'da görülmektedir.

Tablo 36. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.762	-1.111	1.324
Deney Uzman Olmayan	28	0.554	-0.612	0.824
Kontrol Uzman	10	0.046	0.768	-0.510
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.051	0.873	-1.361

Tablo 36'da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.762$) sahipken, kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en düşük performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = -1.051$) sahiptir.

Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -1,111$) sahipken kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en yüksek ortalamaya ($\bar{X} = 0,873$) sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.324, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.824, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.510 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.361 olarak hesaplanmıştır. Şekil 11'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler ile yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 11. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin ikinci oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 11'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği puanı grafiğin sağ üst çeyreğine yani yüksek performans yüksek zihinsel çaba ve kontrol grubundaki uzman olmayan

öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür ($F = 3.218, p < 0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	56.75				
Deney Uzman Olmayan	28	46.21	3	47.239	0.000	0.716
Kontrol Uzman	10	24.25				
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.69				

Tablo 37’de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir ($\chi^2_{(3)} = 47.239, \eta^2 = 0.716, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.716$) değeri 0.14’ten büyük olduğu için uzmanlık değişkeninin öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	25.75	206.00		
Deney Uzman Olmayan	28	16.43	460.00	54.000	0.027
Deney Uzman	8	14.50	116.00		
Kontrol Uzman	10	5.50	55.00	0.000	0.000
Deney Uzman	8	25.50	204.00		
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00	0.000	0.000

Tablo 38'in devamı

Deney Uzman Olmayan	28	23.50	658.00	28.000	0.000
Kontrol Uzman	10	8.30	83.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.29	988.00	6.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.29	237.00		
Kontrol Uzman	10	21.45	214.50	50.500	0.021
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.40	281.50		

Tablo 38'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol uzman öğrenciler lehine anlamlı fark olduğu görülmektedir.

4. 4. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Üçüncü Oturumundan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ünitenin üçüncü oturumundan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu oturumda deney ve kontrol grubundaki öğrenciler "Uzay Araştırmaları" konusu ile ilgili olarak gök bilimci, teleskop, uzay kirliliği ve uzay teknolojisi kavramlarını öğrenmişlerdir.

4. 4. 1. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Ünitenin uzay araştırmaları konusu ile ilgili kavramların öğretildiği üçüncü oturumda deney ve kontrol gruplarına uygulanan altı hatırlama testinden (Hatırlama Testi 10 - 15) elde edilen toplam puanların ortalaması ile Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarının Aritmetik ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi 10-15	Deney	36	45.194	2.606
	Kontrol	31	33.903	6.579
Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.17	0.737
	Kontrol	31	5.45	1.091

Tablo 39'da da görüldüğü gibi deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi 10-15 toplam puanları aritmetik ortalamasının ($\bar{X}=45.194$) kontrol grubundaki öğrencilerin aritmetik ortalamasından ($\bar{X} = 33.903$) yüksek olduğu görülmektedir. Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.17$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarından ($\bar{X} = 5.45$) düşük olduğu görülmektedir.

Üçüncü oturumdaki hatırlama testleri ve bilişsel yük ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 39'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Araştırmada varyansların eşitliğini sınamak için yapılan Levene testine göre Hatırlama Testi 10- 15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanları varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür. Bu nedenle Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Hatırlama Testi 10-15	Deney	36	48.46	1744.50	37.500	0.000
	Kontrol	31	17.21	533.50		
Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	18.68	672.50	6.500	0000
	Kontrol	31	51.79	1605.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi 10-15 toplam puanları ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 37.500$, $Z = -6.574$, $r = 0.803$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi 10-15 sıra ortalamaları ($\bar{X} = 48.46$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarından ($\bar{X} = 17.21$) daha yüksektir. Bu sonuç, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile yürütülen çalışmanın

geleneksel yönteme göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni hatırlama testlerinde ortaya çıkan farkın %80'ini açıklamaktadır. Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük  l eği puanları arasında ise kontrol grubu lehine bir farklılık olduğu bulunmuştur (U = 6.500, Z = -7.043, r = 0.861, p<0.05). Sıra ortalamaları dikkate alındığında kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları ($\bar{X} = 51.79$) deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarından ($\bar{X} = 18.68$) daha yüksektir. Uzay araştırmaları konusu öğrenilirken kontrol grubundaki öğrenciler deney grubundaki öğrencilerden daha fazla zihinsel çaba sarf etmişlerdir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük  l eği  zerindeki etkisini belirlemek içi r değeri (0.861) kullanılmıştır. r değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeğinde ortaya çıkan farkın %86'sını açıklamaktadır.

4. 4. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki  ğrencilerin   nc  Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük  l eği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan  ğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

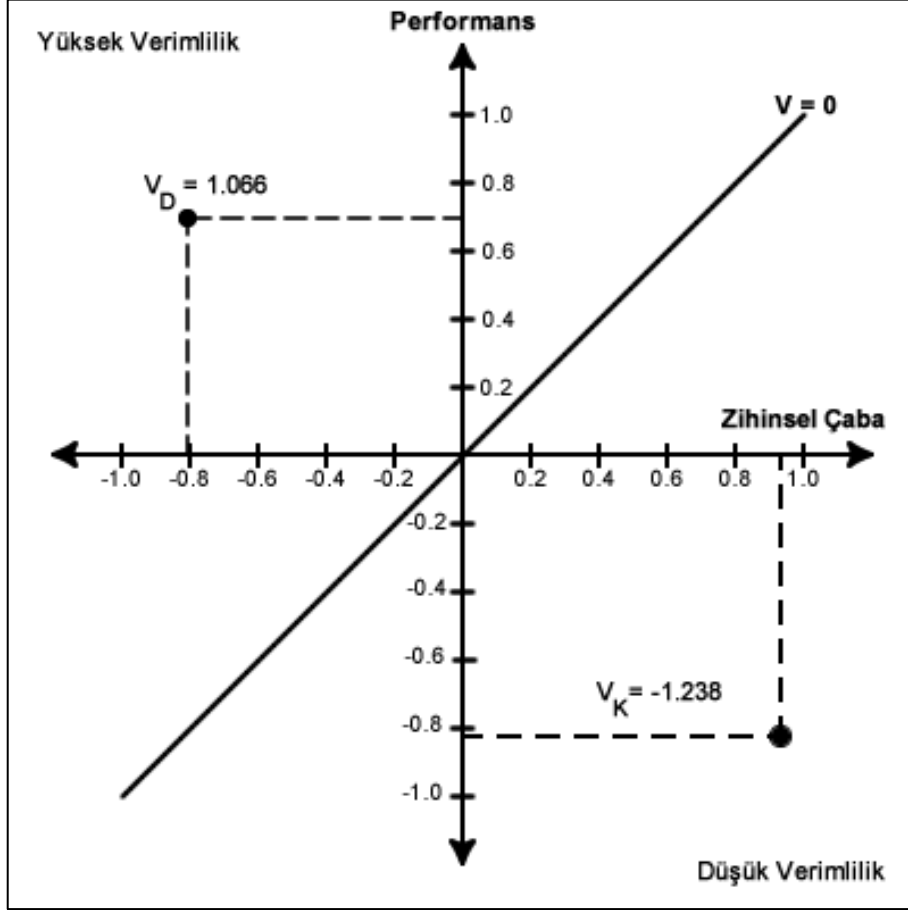
Araştırmanın bu bölümünde, ünitenin ‘‘Uzay Araştırmaları’’ konusunun Bilişsel yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan  ğretim yazılımı ile veya geleneksel yöntem ile işlenmesinin  ğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgular verilmiştir. Tablo 41’de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi 10-15) z-puanları ve zihinsel çaba (Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük  l eği) z-puanları ve hesaplanan  ğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 41. Deney ve Kontrol Gruplarındaki  ğrencilerin   nc  Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel çaba z-Puanı ve Hesaplanan  ğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel çaba z-Puanı	�ğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.702	-0.807	1.066
Kontrol	31	-0.815	0.937	-1.238

Tablo 41 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.702$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.815$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.807$) kontrol grubu  ğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları

ortalamasından ($\bar{X} = 0.937$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 1.066, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.238 olarak bulunmuştur. Şekil 12’de deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 12. Deney ve kontrol gruplarında yürütülen üçüncü oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 12’deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi “Uzay Araştırmaları” konusu için deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düştüğü görülmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı t-testi ile test edilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür (F

= 22.297, $p < 0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	49.39	1778.00	4.000	0.000
Kontrol	31	16.13	500.00		

Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($U = 4.000$, $p < 0.05$). Farkın yönünü belirlemek amacıyla Tablo 42’de yer alan sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 49.39$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 16.13$) daha yüksek olması nedeniyle deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

4. 4. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Üçüncü oturumun sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin altı hatırlama testinden (Hatırlama Testi 10-15) elde edilen toplam puanların ortalaması ile Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği’nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerinin Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 43’te verilmiştir.

Tablo 43. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi 10-15	Deney Uzman	8	46.25	1.488
	Deney Uzman Olmayan	28	44.89	2.793
	Kontrol Uzman	10	39.70	2.791
	Kontrol Uzman Olmayan	21	31.14	6.052

Tablo 43'ün devamı

Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.00	0.756
	Deney Uzman Olmayan	28	2.21	0.738
	Kontrol Uzman	10	5.20	1.135
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.57	1.076

Tablo 43'te de görüldüğü gibi Hatırlama Testi 10-15 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 46.25$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 44.89$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 39.70$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 31.14$) daha yüksek puana sahiptir. Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise uzay araştırmaları konusunu öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.00$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.21$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.20$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.57$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 43'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi puanlarının ($F(3-63) = 5.818$, $p = 0.001$, $p < 0.05$) varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiş, bu nedenle Hatırlama Testi puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının Levene testi sonuçlarına göre varyanslarının eşit olduğu ($F(3-63) = 1.736$, $p = 0.169$, $p > 0.05$) belirlendiği için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	53.44	3	47.931	0.000	0.726
Deney Uzman Olmayan	28	47.04				
Kontrol Uzman	10	27.35				
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.38				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi 10-15 toplam puanları ortalaması arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 47.931$, $\eta^2 = 0.726$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.726$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Kruskal-Wallis H testi çoklu karşılaştırma yapmadığından farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	22.69	181.50	78.500	0.192
Deney Uzman Olmayan	28	17.30	484.50		
Deney Uzman	8	14.25	114.00	2.000	0.001
Kontrol Uzman	10	5.70	57.00		
Deney Uzman	8	25.50	204.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00		
Deney Uzman Olmayan	28	23.48	657.50	28.500	0.000
Kontrol Uzman	10	8.35	83.50		
Deney Uzman Olmayan	28	35.25	987.00	7.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.33	238.00		
Kontrol Uzman	10	24.30	243.00	22.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.05	253.00		

Tablo 45'te de görüldüğü gibi üçüncü oturumdaki "Uzay Araştırmaları" konusu öğrenilirken deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere uygulanan hatırlama testlerine göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 2.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 0.000, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 28.500, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 7.000, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine (U = 22.000, $p < 0.05$) anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki fark ise anlamlı bulunmamıştır (U = 78.500, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.00	0.756						
DUO	28	2.21	0.738	53.457	180.961	3	71.088	0.000	0.772
KU	10	5.20	1.135			63			
KUO	21	5.57	1.076						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 46'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 71.088$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.772$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırma Bonferroni testi sonuçları Tablo 47'de görülmektedir.

Tablo 47. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Bonferroni Testi Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.214	0.369	1.000
	Kontrol Uzman	-3.200(*)	0.437	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.571(*)	0.383	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.214	0.369	1.000
	Kontrol Uzman	-2.986(*)	0.339	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.357(*)	0.266	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.200(*)	0.437	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.986(*)	0.339	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.371	0.354	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.571(*)	0.383	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.357(*)	0.266	0.000
	Kontrol Uzman	0.371	0.354	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 47'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan

öğrenciler arasında, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

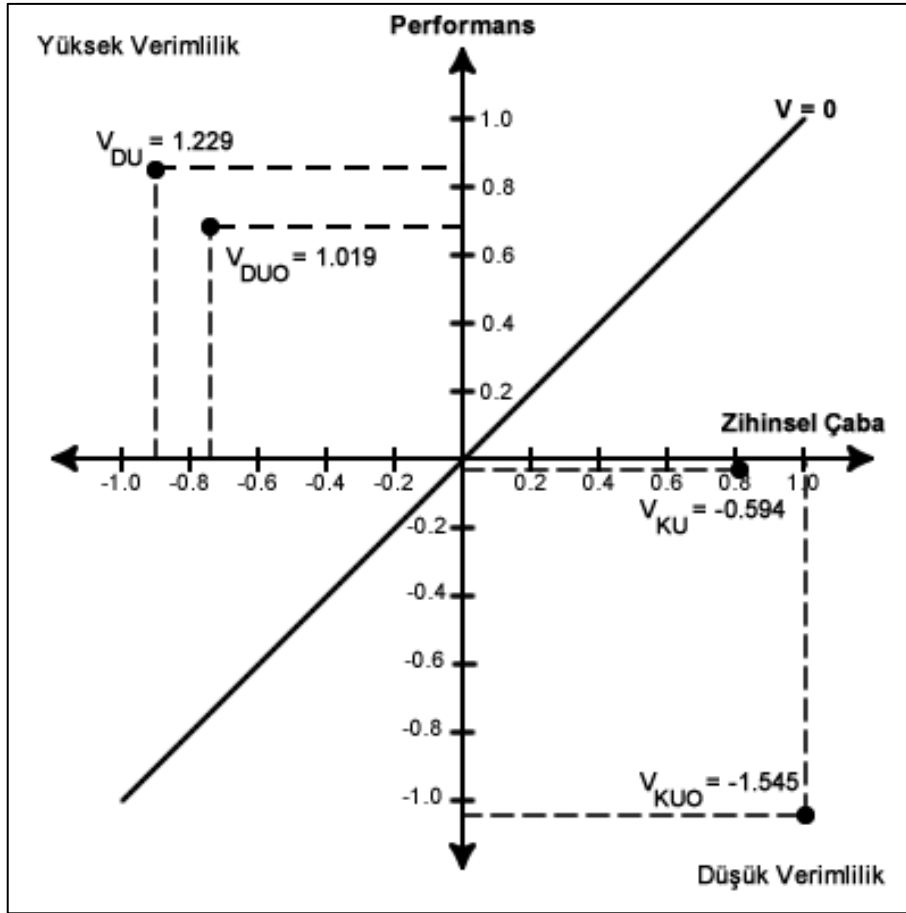
4. 4. 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15 ve Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi 10-15) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 48'de görülmektedir.

Tablo 48. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.843	-0.895	1.229
Deney Uzman Olmayan	28	0.661	-0.781	1.019
Kontrol Uzman	10	-0.036	0.803	-0.594
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.185	1.000	-1.545

Tablo 48'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.843$) sahipken, kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en düşük performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = -1.185$) sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0.895$) sahipken kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en yüksek ortalamaya ($\bar{X} = 1.000$) sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.229, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 1.019, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.594 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.545 olarak hesaplanmıştır. Şekil 13'te deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler ile yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 13. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin üçüncü oturum öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 13'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanı ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür ($F = 4.719$, $p < 0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	54.31	3	51.353	0.000	0.778
Deney Uzman Olmayan	28	47.98				
Kontrol Uzman	10	23.50				
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.62				

Tablo 49'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir ($\chi^2_{(3)} = 51.353$, $\eta^2 = 0.778$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.778$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlık değişkeninin öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	23.31	186.50	73.500	0.142
Deney Uzman Olmayan	28	17.13	479.50		
Deney Uzman	8	14.50	116.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman	10	5.50	55.00		
Deney Uzman	8	23.30	233.00	32.000	0.002
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.52	263.00		
Deney Uzman Olmayan	28	24.43	684.00	2.000	0.000
Kontrol Uzman	10	5.70	57.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.43	992.00	2.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.10	233.00		
Kontrol Uzman	10	23.30	233.00	32.000	0.002
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.52	263.00		

Tablo 50'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 0.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 32.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 2.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 2.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılıklar olduğu

görülmektedir ($U = 32.000$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 73.500$, $p > 0.05$).

4. 5. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Genelinden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile ilgili yapılan Başarı Testi son test uygulaması ile Genel Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4. 5. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Gök cisimleri, güneş sistemi ve sistemi oluşturan gezegenler ve uzay araştırmaları ile ilgili temel kavramların öğretildiği ünite de deney ve kontrol gruplarına uygulanan Başarı Testi son test uygulamasından elde edilen puanların ortalaması ile Genel Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Başarı Testi son test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 51'de verilmiştir.

Tablo 51. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Başarı Testi Son Test	Deney	36	21.44	2.792
	Kontrol	31	16.87	5.025
Genel Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.83	0.971
	Kontrol	31	5.77	1.499

Tablo 51'de de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Başarı Testi son test aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 21.44$), kontrol grubu öğrencilerinin Başarı Testi son test aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 16.87$) yüksek olduğu görülmektedir. Genel Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.83$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına göre ($\bar{X} = 5.77$) daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin ünite genelindeki konuları öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 51'de görülen Başarı Testi son test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Başarı Testi son test

uygulaması t-testi sonuçları Tablo 52’de verilmiştir. Genel Bilişsel Yük Ölçeği’nin normal dağılım göstermediği ($z=0.210$, $p=0.000$, $p>0.05$) ve varyanslarının homojen olmadığı ($F = 5.897$; $p = 0.018$; $p<0.05$) tespit edilmiştir. Bu nedenle Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 53’te verilmiştir.

Tablo 52. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Uygulaması t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	21.44	2.792	65	-4.688	0.000
Kontrol	31	16.87	5.025			

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Başarı Testi son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{(65)}=-4.688$, $p=0.000$, $\eta^2=0.253$, $p<0.05$). Aritmetik ortalamalar dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Başarı Testi Son Test ortalama puanları ($\bar{X} = 21.44$) kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 16.87$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Başarı Testi son test bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.253$) kullanılmıştır. η^2 değeri 0.14’ten büyük olduğu için grup değişkeni Başarı Testi son test üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. η^2 değerine göre grup değişkeni Başarı Testi son test uygulaması ortalama puanlarında ortaya çıkan farkın %25’ini açıklamaktadır.

Tablo 53. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Genel Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	20.60	741.50	75.500	0.000
	Kontrol	31	49.56	1536.50		

Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında ise kontrol grubu lehine bir farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 75.500$, $Z = -6.170$, $r = 0.754$, $p<0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamaları ($\bar{X} = 49.56$) deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarından ($\bar{X} = 20.60$) daha yüksektir. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi öğrenilirken kontrol grubundaki öğrenciler deney grubundaki öğrencilerden daha fazla zihinsel çaba sarf etmişlerdir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Genel Bilişsel Yük Ölçeği üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r=0.754$)

kullanılmıştır. r değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeğinde ortaya çıkan farkın %75'ini açıklamaktadır.

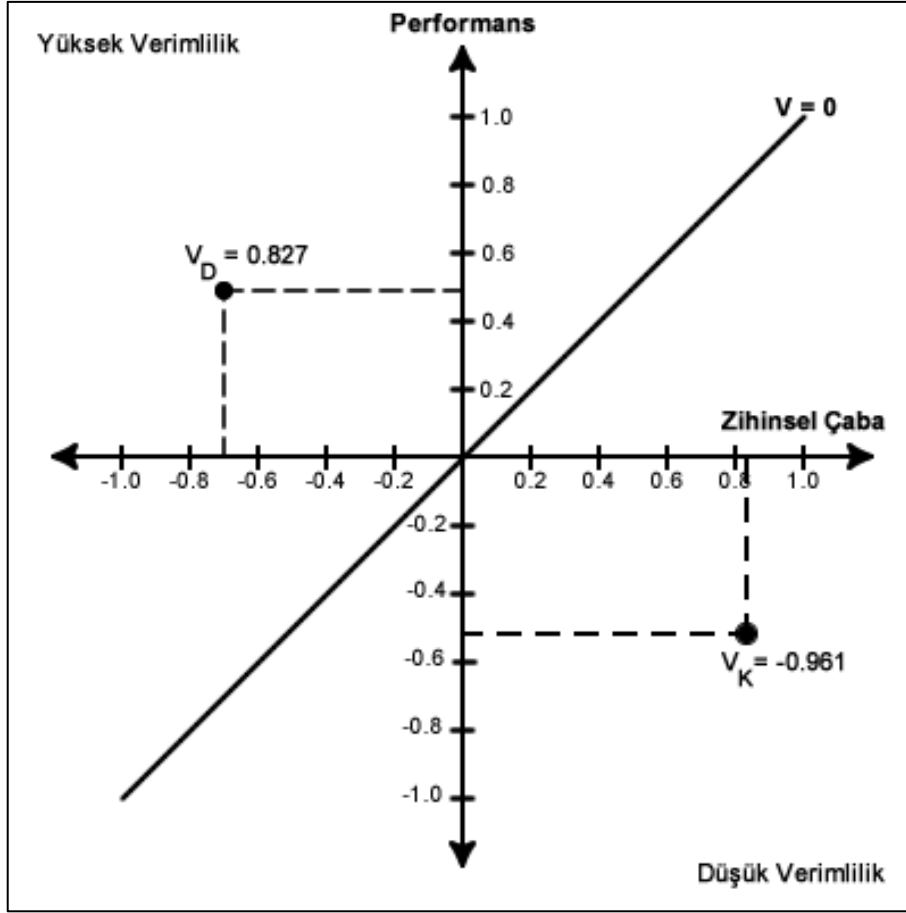
4. 5. 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesinin Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile veya geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgular verilmiştir. Tablo 54'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Başarı Testi Son Test) z-puanları ve zihinsel çaba (Genel Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 54. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Ünite Geneli Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.463	-0.707	0.827
Kontrol	31	-0.538	0.821	-0.961

Tablo 54 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.463$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.538$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.707$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0.821$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.827, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.961 olarak bulunmuştur. Şekil 14'te deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 14. Deney ve kontrol gruplarında yürütülen ünite geneli öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 14'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi ünite geneli için deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düştüğü görülmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı t-testi ile test edilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür ($F = 16.543$, $p < 0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 55'te verilmiştir.

Tablo 55. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Ünite Genel Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	47.22	1700.00	82.000	0.000
Kontrol	31	18.65	578.00		

Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($U = 82.000$, $p < 0.05$). Farkın yönünü belirlemek amacıyla Tablo 55'te yer alan sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 47.22$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 18.65$) daha yüksek olması nedeniyle deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

4. 5. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Ünite sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Başarı Testi son test uygulamasından elde edilen ortalama puanlar ile Genel Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerinin Başarı Testi son test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 56'da verilmiştir.

Tablo 56. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Başarı Testi Son Test	Deney Uzman	8	23.00	1.195
	Deney Uzman Olmayan	28	21.00	2.969
	Kontrol Uzman	10	21.20	2.251
	Kontrol Uzman Olmayan	21	14.81	4.665
Genel Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.63	0.916
	Deney Uzman Olmayan	28	2.89	0.994
	Kontrol Uzman	10	5.40	1.506
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.95	1.499

Tablo 56'da da görüldüğü gibi Başarı Testi son test puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 23.00$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 21.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 21.20$) ve kontrol

grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 14.81$) daha yüksek puana sahiptir. Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise üniteyi öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.63$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.89$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.40$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.95$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Başarı Testi son test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 56'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Başarı Testi son test puanlarının ($F(3-63) = 3.858, p = 0.013, p < 0.05$) varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiş, bu nedenle Başarı Testi son test puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının Levene testi sonuçlarına göre varyanslarının eşit olduğu ($F(3-63) = 1.043, p = 0.380, p > 0.05$) belirlendiği için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Başarı Testi son test puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	54.00	3	34.373	0.000	0.521
Deney Uzman Olmayan	28	40.59				
Kontrol Uzman	10	40.50				
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.50				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Başarı Testi son test puanları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 34.373, \eta^2 = 0.521, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.521$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Başarı Testi son test üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Kruskal-Wallis H testi çoklu karşılaştırma yapmadığından farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	25.56	204.50	55.500	0.028
Deney Uzman Olmayan	28	16.48	461.50		
Deney Uzman	8	12.06	96.50	19.500	0.059
Kontrol Uzman	10	7.45	74.50		
Deney Uzman	8	25.38	203.00	1.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.05	232.00		
Deney Uzman Olmayan	28	19.59	548.50	137.500	0.933
Kontrol Uzman	10	19.25	192.50		
Deney Uzman Olmayan	28	33.52	938.50	55.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.64	286.50		
Kontrol Uzman	10	24.80	248.00	17.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.81	248.00		

Tablo 58'de de görüldüğü gibi ünite sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere yapılan Başarı Testi son test uygulamasına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında ($U = 55.500$, $p < 0.05$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında ($U = 1.000$, $p < 0.05$) deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 55.500$, $p < 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($U = 17.000$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasında ($U = 19.500$, $p > 0.05$) ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 137.500$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 59'da verilmiştir.

Tablo 59. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.63	0.916	97.906	146.572	3	31.438	0.000	0.599
DUO	28	2.89	0.994						
KU	10	5.40	1.506						
KUO	21	5.95	1.499						

Tablo 59'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 31.438$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.599$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Genel Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırma Bonferroni testi sonuçları Tablo 60'ta görülmektedir.

Tablo 60. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Bonferroni Testi Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.268	0.500	1.000
	Kontrol Uzman	-2.775(*)	0.591	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.327(*)	0.518	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.268	0.500	1.000
	Kontrol Uzman	-2.507(*)	0.459	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.060(*)	0.360	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	2.775(*)	0.591	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.507(*)	0.459	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.552	0.479	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.327(*)	0.518	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.060(*)	0.360	0.000
	Kontrol Uzman	0.552	0.479	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 60'ta da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır.

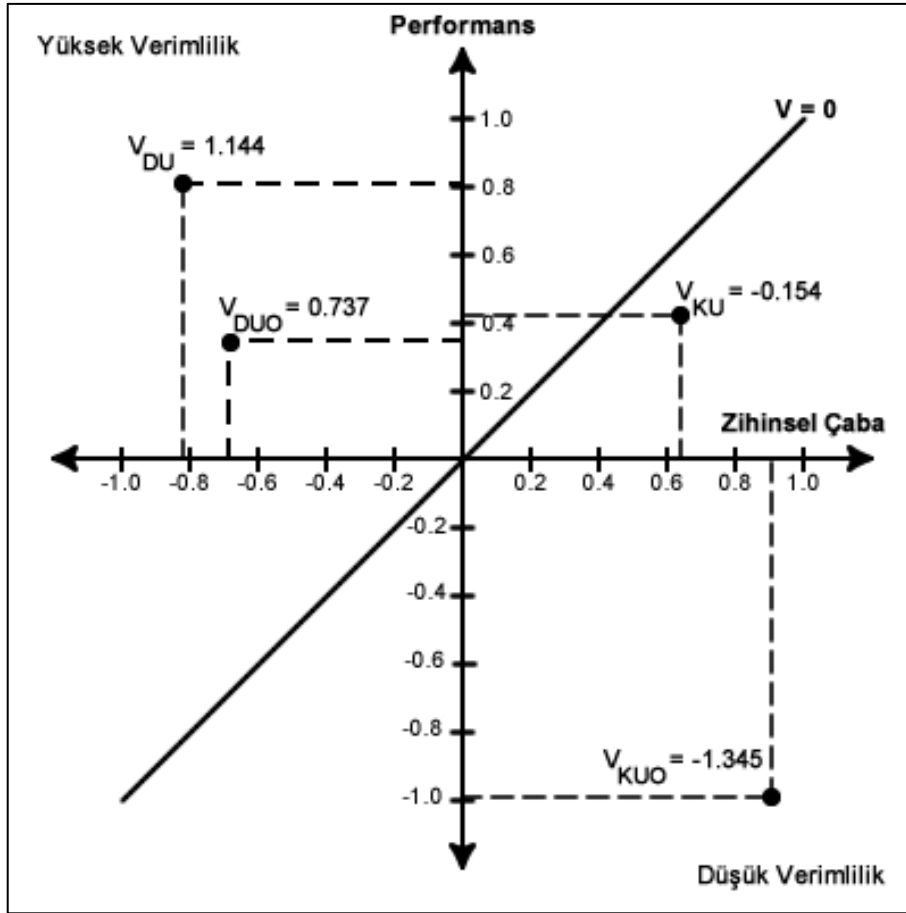
4. 5. 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Başarı Testi Son Test ve Genel Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Başarı Testi Son Test) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Genel Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 61'de görülmektedir.

Tablo 61. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Performans z-Puanı, Zihinsel Çaba z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.803	-0.815	1.144
Deney Uzman Olmayan	28	0.366	-0.676	0.737
Kontrol Uzman	10	0.409	0.627	-0.154
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.989	0.914	-1.345

Tablo 61'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.803$) sahipken, kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en düşük performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = -0.989$) sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0.815$) sahipken kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler en yüksek ortalamaya ($\bar{X} = 0.914$) sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.144, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.737, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.154 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.345 olarak hesaplanmıştır. Şekil 15'te ünite geneli için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler ile yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 15. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin ünite geneli öğretim verimliliği puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 15'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği puanı grafiğin sağ üst çeyreğine yani yüksek performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanı ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür ($F = 3.101, p < 0.05$). Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar

verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 62'de verilmiştir.

Tablo 62. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	55.00				
Deney Uzman Olmayan	28	45.00				
Kontrol Uzman	10	28.80	3	41.561	0.000	0.629
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.81				

Tablo 62'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin ünite geneli öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir ($\chi^2_{(3)} = 41.561$, $\eta^2 = 0.629$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.629$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlık değişkeninin öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 63'te verilmiştir.

Tablo 63. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ünite Geneli Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	24.69	197.500		
Deney Uzman Olmayan	28	16.73	468.50	62.500	0.058
Deney Uzman	8	13.94	111.50		
Kontrol Uzman	10	5.95	59.50	4.500	0.002
Deney Uzman	8	25.38	203.00		
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.05	232.00	1.000	0.000
Deney Uzman Olmayan	28	22.63	633.50		
Kontrol Uzman	10	10.75	107.50	52.500	0.004
Deney Uzman Olmayan	28	34.64	970.00		
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.14	255.00	24.000	0.000
Kontrol Uzman	10	23.10	231.00		
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.62	265.00	34.000	0.003

Tablo 63'te görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 4.500$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 1.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 52.500$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U =$

24.000, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir ($U = 34.000$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 62.500$, $p > 0.05$).

4. 6. Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Hazırlanan Öğretim Yazılımı Hakkında Öğrenci Görüş Anketinden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, deney grubundaki 33 öğrencinin (3 öğrenci anket sorularını, bazı öğrenciler de anketteki bazı soruları cevaplamamıştır) Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımı hakkındaki görüşlerinin alınmasına ilişkin olarak hazırlanan Öğrenci Görüş Anketinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Ankette öğretim yöntemi, kullanılan materyaller (animasyonlar, öğrenme görevleri ve etkinlikler) ve bazı Bilişsel Yük Kuramı Etkileri (biçem ve dikkatin dağılması etkisi) ile ilgili 5'li likert tipi ifadeler yer almaktadır. Öğrencilerden alınan cevaplar 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum ve 5-Kesinlikle Katılıyorum şeklinde kodlanmıştır. Tablo 64'te öğrencilerin her bir ifadeye verdikleri cevapların frekansları ve yüzdeleri görülmektedir.

Tablo 64. Öğrencilerin Anketteki Her Bir Soruya Verdikleri Cevabın Frekansları ve Yüzdeleri

İfade	Kategori	f	%	\bar{X}
1. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli, konuyu daha iyi öğrenmeme yardımcı oldu.	1	0	0	4.67
	2	0	0	
	3	2	6.1	
	4	7	21.2	
	5	24	72.7	
2. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli ile öğrenirken <u>zorlanmadım</u> .	1	4	12.1	4.00
	2	2	6.1	
	3	2	6.1	
	4	7	21.2	
	5	18	54.5	
3. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şeklinden <u>zevk aldım</u> .	1	0	0	4.70
	2	0	0	
	3	1	3.0	
	4	8	24.2	
	5	24	72.7	
4. Kullanılan materyaller (animasyonlar, öğrenme görevleri ve etkinlikler) konuyu daha iyi öğrenmeme yardımcı oldu.	1	0	0	4.59
	2	1	3.1	
	3	2	6.3	
	4	6	18.8	
	5	23	71.9	

Tablo 64'ün devamı

5. Materyalleri kullanırken <u>zorlanmadım</u> .	1	1	3.0	4.36
	2	1	3.0	
	3	4	12.1	
	4	6	18.2	
	5	21	63.6	
6. Materyalleri kullanmaktan <u>zevk aldım</u> .	1	0	0	4.59
	2	0	0	
	3	1	3.1	
	4	11	34.4	
	5	20	62.5	
7. Her konu sonunda yapılan etkinlikler konuyu daha iyi öğrenmeme yardımcı oldu.	1	0	0	4.65
	2	0	0	
	3	3	9.7	
	4	5	16.1	
	5	23	74.2	
8. Her konu sonunda yapılan etkinlikleri tamamlarken <u>zorlanmadım</u> .	1	2	6.5	4.10
	2	1	3.2	
	3	3	9.7	
	4	11	35.5	
	5	14	45.2	
9. Her konu sonunda yapılan etkinliklerden <u>zevk aldım</u> .	1	1	3.1	4.38
	2	0	0	
	3	3	9.4	
	4	10	31.3	
	5	18	56.3	
10. Animasyonları kendi öğrenme hızımda kontrol edebilmem (ileri, geri ve tekrar düğmeleri) öğrenmeme yardımcı oldu.	1	1	3.0	4.30
	2	0	0	
	3	4	12.1	
	4	11	33.3	
	5	17	51.5	
11. Animasyonların sesli anlatım şeklinde açıklanması dikkatimi animasyonlardaki görseller üzerine toplamamı sağladı. (split-attention)	1	0	0	4.58
	2	0	0	
	3	3	9.1	
	4	8	24.2	
	5	22	66.7	
12. Animasyonlarda kullanılan ok, daire vb. ipuçları dikkatimi ilgili içeriğe odaklamama yardımcı oldu. (split-attention)	1	0	0	4.41
	2	1	3.1	
	3	3	9.4	
	4	10	31.3	
	5	18	56.3	
13. Animasyonlardaki görseller ile ilişkili metinlerin görselin uygun yerlerine yerleştirilmesi görseli anlamamı kolaylaştırdı. (split-attention)	1	1	3.0	4.39
	2	0	0	
	3	3	9.1	
	4	10	30.3	
	5	19	57.6	
14. Animasyonların yazılı metin yerine sesli olarak anlatımları öğrenmemi kolaylaştırdı. (Modality)	1	1	3.0	4.42
	2	0	0	
	3	3	9.1	
	4	9	27.3	
	5	20	60.6	

Tablo 64'ün devamı

15. Animasyonlardaki sesli anlatımlarda yapılan sözel vurgular neyin önemli olduğunu anlamama yardımcı oldu. (Modality)	1	0	0	4.47
	2	1	3.1	
	3	1	3.1	
	4	12	37.5	
	5	18	56.3	
16. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli ile konuyu <u>daha kısa sürede öğrendim.</u>	1	1	3.1	4.44
	2	0	0	
	3	2	6.3	
	4	10	31.3	
	5	19	59.4	
17. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şeklinin diğer Fen ve Teknoloji dersi konularının öğretiminde de kullanılmasını isterim.	1	0	0	4.69
	2	0	0	
	3	2	6.3	
	4	6	18.8	
	5	24	75.0	
18. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretimin şeklinin diğer derslerin öğretiminde de kullanılmasını isterim.	1	0	0	4.52
	2	0	0	
	3	6	18.2	
	4	4	12.1	
	5	23	69.7	

Tablo 64'te de görüldüğü gibi öğrencilerin büyük bir çoğunluğu animasyonların kullanıldığı öğretim şeklinin konuyu daha iyi öğrenmelerine yardımcı olduğunu (%93.9) belirtmişlerdir. Aynı şekilde öğrencilerin tamamına yakını animasyonların kullanıldığı öğretim şekline (%96.9), materyalleri kullanmaktan (%96.9) ve her konu sonunda yapılan etkinliklerden (%87.6) zevk aldıklarını belirtmişlerdir. Yine öğrencilerin büyük bir kısmı animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli ile öğrenirken (%75.7), materyalleri kullanırken (%81.8) ve her konu sonunda yapılan etkinlikleri tamamlarken (%87.6) zorlanmadıklarını belirtmişlerdir. Kullanılan materyallerin (%90.7) ve her konu sonunda yapılan etkinliklerin (%90.3) konuyu daha iyi öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirten öğrenciler grubun büyük bir çoğunluğunu oluşturduğu görülmüştür. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli ile konuyu daha kısa sürede öğrendiklerini (%90.7), bu öğretim şeklinin diğer fen ve teknoloji dersi konularının öğretiminde (%93.8) ve diğer derslerin öğretiminde (%81.8) de kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca Bilişsel Yük Kuramı ilkelerinden biçim ve bölünmüş dikkat etkilerinin öğrenmelerine yardımcı olduğu yönünde görüş belirten öğrenci sayısı grubun büyük çoğunluğunu (%90.9) oluşturmaktadır.

Tablo 64'te de görüldüğü gibi, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış materyaller ile gerçekleştirilen öğretim ortamı hakkındaki 18 soruya verilen cevapların aritmetik ortalaması yaklaşık 4.5 civarındadır. Bu bulgu, öğrencilerin ankette yer alan sorulardaki görüşlere katıldıklarını göstermektedir.

5. TARTIŞMA

İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi ünitesi için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin öğrencilerin başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine etkisinin araştırıldığı çalışmanın bu bölümünde ilk olarak, başarı testi son test uygulamasından elde edilen bulgular tartışılmıştır. Daha sonra farklı öğretim tasarımlarından üniteye çalışan öğrencilerin Hatırlama Testi, Bilişsel Yük Ölçeği ve bu değişkenlere bağlı olarak hesaplanan Öğretim Verimliliği puanlarına ilişkin bulgular tartışılmıştır. Son olarak ise öğrenci görüş anketinden elde edilen bulgulara yönelik tartışmalara yer verilmiştir.

5. 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Başarı Testi Son Test Puanlarına İlişkin Bulgularla İlgili Tartışma

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Başarı Testi son test ortalama puanları incelendiğinde deney grubunun aritmetik ortalamasının ($\bar{X} = 21.44$) kontrol grubu aritmetik ortalamasından ($\bar{X} = 16.87$) yüksek olduğu belirlenmiştir. Puanlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı t-testi ile analiz edilmiş, analiz sonuçları (Tablo 11) son test ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farkın olduğunu göstermektedir ($t_{(65)}=-4.688, p<0.05$).

Bu bulguya göre; Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu söylenebilir. Literatürde bu bulguyu destekler nitelikte pek çok araştırmaya rastlanmaktadır. Tasir ve Pin (2012), 113 stajyer öğretmen üzerinde yaptıkları çalışmada Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan yazılı öğretim materyalinin geleneksel yazılı materyale göre daha etkili olduğunu göstermişlerdir. Wong, Marcus, Ayres, Smith, Cooper, Paas ve Sweller (2009), çalışan belleğin varsayımlarına dayanılarak Bilişsel Yük Kuramı çerçevesinde hazırladıkları animasyonları kullanarak yapılan öğretimin durağan görsellere göre daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Höffler ve Leutner (2007), animasyonlar ile durağan görsellerin karşılaştırıldığı 26 araştırma üzerine yaptıkları meta-analiz çalışmasında; animasyonların durağan görsellere göre orta düzeyde etkili olduğu, animasyonlar seslendirildiğinde ise yüksek düzeyde etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalleri ile yürütülen öğretim etkinliğini destekler niteliktedir.

5.2. Deneysel ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5, Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma

Birinci oturumda örneklemdaki öğrenciler; Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi ile ilgili olarak “gök cisimleri, yıldızlar, takımyıldızlar, kuyruklu yıldızlar, gezegenler, meteorlar ve gök taşları” kavramlarını öğrenmişlerdir. Bu kavramlardan birçoğu ile günlük yaşantılarında karşılaşmalarına rağmen, bu kavramlar ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları ön test sonuçlarından görülmektedir. Başarı testi ön test sonuçları karşılaştırıldığında, deney ($\bar{X} = 8.78$) ve kontrol ($\bar{X} = 9.84$) gruplarındaki öğrencilerin ön test başarı puanları ortalamalarının birbirine yakın ve düşük olduğu görülmektedir. İki ortalama arasındaki farkın anlamlılığı t-testi ile analiz edilmiş (Tablo 9) ve iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($t_{(65)} = 1.375, p > 0.05$). Bu bulguya göre öğrencilerin bu kavramlar ile ilgili yeterli ön bilgiye sahip olmadıkları söylenebilir. Dolayısıyla adı geçen kavramlar ile ilgili detaylı bilgiye bu oturum sonunda ulaşımlardır.

Bilişsel Yük Kuramı, öğretim tasarımı önerileri sunmak amacıyla sınırlı kapasiteli çalışan belleğe sahip insan bilişsel yapısı üzerine odaklanır. Kuramın temel amacı öğrencilerin sınırlı çalışan belleği üzerinde öğretim tasarımından kaynaklanan bilişsel yükü azaltarak öğrenmeyi olumlu etkileyen etkinliklere daha fazla yer açmayı sağlayacak öğretim tasarımları sunmaktır (Cierniak, Scheiter ve Gerjets, 2009). Bilişsel Yük Kuramına göre, öğrenilecek kavramların karmaşıklığından ve birbirleriyle etkileşiminden dolayı çalışan bellek üzerinde yüklenme meydana gelir. Konuyla ilgili olup öğretimin amaçları tarafından belirlenen bu yük asıl bilişsel yük olarak adlandırılır ve öğretim tasarımı ile azaltılamaz (Sweller ve Chandler, 1994; Paas, Renkl ve Sweller, 2003, 2004; Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998; van Merriënboer ve Sweller, 2005). Konuyla ilgili fakat öğretimin amacı ile ilişkili olmayan her türlü içerik de çalışan bellek üzerinde yüklenmeye neden olur. Konu dışı bilişsel yük olarak adlandırılan bu yük, asıl bilişsel yükün yüksek olduğu durumlarda öğrenmeyi engelleyici veya zorlaştırıcı bir rol üstlenir (Sweller ve Chandler, 1994). Bu nedenle sınırlı kapasiteye sahip çalışan bellekte daha fazla yer açabilmek için konu dışı bilişsel yükün öğretim tasarımı ile en aza indirilmesi gerekir. Asıl ve konu dışı bilişsel yükten arta kalan çalışan bellek miktarı etkili bilişsel yüke ayrılır. Etkili bilişsel yük de öğretim tasarımı ile belirlenir fakat konu dışı bilişsel yükün aksine öğrenmeyi destekleyici bir etki gösterir. Etkili bilişsel yük, öğretim tasarımı sayesinde öğrencinin dikkatini öğrenme sürecine yönlendirerek şema oluşumuna destek olur (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Bilişsel Yük Kuramına göre öğretim, konu dışı bilişsel yükü azaltıp etkili bilişsel yükü artıracak şekilde tasarlanmalıdır.

Birinci oturum sonunda uygulanan Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği ortalamaları incelendiğinde (Tablo 13) deney grubu ortalamasının ($\bar{X} = 1.94$) düşük bilişsel yük sınıfında, kontrol grubu ortalamasının ($\bar{X} = 5.35$) ise yüksek bilişsel yük sınıfında olduğu görülmektedir. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilişsel yük puanlarının ortalamaları arasındaki bu farkın anlamlılığının test etmek amacıyla yapılan t-testine göre (Tablo 15) deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 14.140, p < 0.05$). Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeğine göre deney grubundaki öğrencilerin bu oturumdaki kavramları öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri görülmektedir. Hem deney hem de kontrol grubunda aynı kavramlar farklı yöntemlerle öğretildiği için asıl bilişsel yükün her iki grupta da birbirine yakın olması beklenir. Dolayısıyla iki grubun bilişsel yük puanları arasındaki farkın konu dışı bilişsel yükten yani öğretim tasarımından kaynaklandığı söylenebilir. Asıl bilişsel yükün her iki grupta da birbirine yakın olduğu varsayıldığında, deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yüklenmelerinin kontrol grubuna göre daha düşük olmasından dolayı çalışan bellekleri üzerinde etkili bilişsel yüke daha fazla yer ayırabildikleri düşünülmektedir. Bu durum performans puanlarına bakılarak açıklanabilir. Deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 32.39$), kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından ($\bar{X} = 21.77$) yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 13). Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla yapılan Mann-Whitney U testine göre (Tablo 14) deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 4500, p < 0.05$). Dolayısıyla öğretim tasarımından kaynaklanan ve öğrenmeyi engelleyen konu dışı bilişsel yükün deney grubundaki öğrencilerin çalışan belleklerinde daha az yüklenmeye sebep olduğu ve bu nedenle çalışan bellekte etkili bilişsel yük için daha fazla yer ayrılarak öğrenmeyi kolaylaştırdığı performans puanlarından görülmektedir. Kluge, Grauel ve Burkolter (2013) yaptıkları iki aşamalı çalışmanın birinci aşamasında, karmaşık teknik bir sistemin kontrolü için konu dışı bilişsel yükü azaltacak şekilde bir yardım dokümanı geliştirmişlerdir. Sisteme yeni olan öğrenciler için geliştirilen bu doküman sayesinde öğrenciler etkili bilişsel yük, dikkat, memnuniyet, motivasyon, bilgi edinme ve yeni arızaların tespit hızı açısından olumlu etkilenmiştir. İkinci aşamada ise sisteme yeni öğrencilerin yeni ve önceden hazırlanmış arızaları başarı ile tespit ettikleri hatta yeni arızaları daha hızlı tespit ettikleri belirlenmiştir. Kılıç ve Yıldırım (2010), 11. sınıfta okuyan 47 öğrenci ile yürüttükleri çalışma için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış (+CLT) ve kuramın ilkelerinin ihlal edildiği (-CLT) iki farklı hedefe dayalı senaryo merkezli üç boyutlu öğrenme ortamı tasarlamışlardır. Araştırmanın sonucunda kuram ilkelerine göre hazırlanan materyalin konu dışı bilişsel yükü azaltarak öğrenmeyi artırdığı görülmüştür. Ayrıca Bilişsel Yük

Kuramı ilkelerine göre hazırlanan materyalin (+CLT) kullanıldığı grupta bulunan yüksek ve düşük çalışan bellek kapasitesine sahip öğrencilerin Bilişsel Yük Kuramı ilkelerinin ihlal edildiği (-CLT) grupta bulunan yüksek ve düşük çalışan bellek kapasitesine sahip öğrencilerden daha iyi performans gösterdikleri belirtilmiştir. Sonuç olarak konu dışı bilişsel yükü azaltmayı amaçlayan ilkelerin kullanımıyla öğrencilerin çalışan bellek kapasitelerinde boş alanlar oluşmakta, bu alanlar etkili bilişsel yük için harcanarak etkili öğrenme sağlanmaktadır. Literatürdeki bu ve benzeri bir çok çalışma araştırmancının bu bulgusunu destekler niteliktedir.

Performans ve zihinsel çaba puanlarına dayanılarak hesaplanan öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin kontrol grubundaki öğretime göre daha etkili olduğu görülmektedir. Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeğinden ve Hatırlama Testi 1-5 elde edilen ortalama puanların z-değerleri bulunarak $V = \frac{Z_{performans} - Z_{zihinsel\ çaba}}{\sqrt{2}}$ formülü ile hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 15'te verilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = -0.800$), kontrol grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = 0.929$) düşüktür. Bununla birlikte deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamaları ($X = 0.798$), kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamalarından ($X = -0.927$) daha yüksektir. Buna göre deney grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanı z-puanı $V = 1.130$, kontrol grubundaki öğrenciler için ise $V = -1.312$ olarak hesaplanmıştır. Öğretim verimliliği z-puanının "+" olması verimliliğin yüksek, "-" olması ise verimliliğin düşük olduğunu göstermektedir. Hesaplanan bu değerlerin Şekil 8'deki z-koordinat üzerindeki değerlerine göre deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha etkili olduğu söylenebilir. Öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiş (Tablo 17) ve deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 6000, p < 0.05$). Öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda yürütülen öğretim etkinliğinin kontrol grubunda yürütülene göre daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde bu bulguyu destekler nitelikte birçok çalışma bulunmaktadır. van Gerven, Paas, Van Merriënboer ve Schmidt (2002), genç ve yaşlılardan oluşan 54 yetişkinin eğitimi için çalışılmış örnekler ilkesinin etkililiğini araştırdıkları deneysel çalışmada, yaşlı yetişkinler için çalışılmış örnekler ile çalışmanın geleneksel problem çözmeye göre daha etkili olduğunu ve eğitimi daha kısa sürede tamamladıklarını görmüşlerdir. Kablan ve Erden (2008), 84 yedinci sınıf öğrencisi ile bilgisayar tabanlı fen öğretimi için yürüttükleri çalışmada animasyona entegre edilmiş metinlerin ile animasyonlardan ayrılmış metinlerin öğretim verimliliğini karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonucuna göre, öğrencilerin animasyonlara entegre edilen metinler ile

öğrenirken daha az çaba sarf ettikleri, performanslarının daha yüksek olduğu ve buna bağlı olarak öğretim verimliliğinin diğer gruba göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Lin ve Atkinson (2011), öğrencilerin bilimsel kavram ve süreçleri edinmelerini ve akılda tutmalarını desteklemek amacıyla tasarladıkları animasyon ve görsel ipuçları ile bunların kombinasyonlarının potansiyel faydalarını araştırmışlardır. Animasyonlar ile öğrenen gruptaki öğrenciler durağan görsellerin kullanıldığı gruptaki öğrencilerden daha fazla kavram akıllarında tutabildikleri görülmüştür. Görsel ipucu kullanan gruptaki öğrenciler ise kullanmayanlara göre daha kısa sürede öğrenmişlerdir. Ayrıca öğrenme çıktıları ve öğrenme zamanları dikkate alındığında, ipucu kullanan katılımcıların öğretim verimliliği daha yüksek bulunmuştur. Literatürdeki birçok çalışma bu araştırmanın sonuçlarına yakındır ve araştırmayı destekler niteliktedir (Kablan, 2005; Kılıç, 2006, Sezgin, 2009; Kala, 2012).

5. 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi 1-5, Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma

Bu bölümde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin farklı öğretim tasarımlarından bilişsel yük, performans ve öğretim verimliliği puanları ile ilgili bulgular tartışılmıştır.

Hem deney hem de kontrol grubuna aynı içerik farklı yöntemlerle öğretildiği için asıl bilişsel yükün her iki grupta da aynı olması beklenir. Fakat Bilişsel Yük Kuramına göre uzman öğrencilerin konuyu öğrenebilmek için gerekli ön bilgilerle ilgili şemalara daha önceden sahip oldukları düşünüldüğünden uzman olmayan öğrencilere göre asıl bilişsel yüklenmelerinin daha düşük olması beklenir. Aynı gruptaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim tasarımından kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklenmelerinin de aynı olması beklenir. Dolayısıyla aynı gruptaki öğrencilerin öğretim tasarımından kaynaklanan aynı konu dışı bilişsel yüke fakat uzmanlık faktöründen dolayı uzman öğrencilerin daha düşük asıl bilişsel yüke sahip olmaları gerekir. Bu nedenle uzman öğrencilerin temel şemalar eşliğinde bu oturum için gerekli bilgileri daha az zihinsel çabayla oluşturabilmeleri gerekir (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998; Sweller, 2003). Dolayısıyla gruplardaki uzman öğrencilerin çalışan belleklerinde etkili bilişsel yük için daha fazla yer ayırabilecekleri ve daha iyi öğrenme performansı gösterebilecekleri düşünülmektedir.

Birinci oturum sonunda uygulanan Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük puanları arasında farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 18). Deney grubundaki

uzman öğrencilerin bilişsel yük puanı ortalaması ($\bar{X} = 1.75$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 2.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 5.10$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 5.48$) daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın anlamlılığı ANOVA ile test edilmiş (Tablo 21) ve gruplar arasında farklılık olduğu bulunmuştur ($F_{(3,63)} = 66.463, p < 0.05$). Gruplar arasında karşılaştırma yapmak amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Bilişsel yük puanlarına göre hem deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında hem de kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında puan farkı olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 22). Buna göre deney grubundaki uzman öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre ve deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir. Aynı şekilde gruplardaki uzman öğrencilerin uzman olmayan öğrencilere göre de daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir.

Hatırlama Testi 1-5 puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğrenme performans puanları arasında farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 17). Deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi 1-5 puanı ortalaması ($\bar{X} = 33.25$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 32.14$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 24.50$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 20.48$) daha yüksektir. Bu farkın anlamlılığı Kruskal-Wallis H testi (Tablo 18) ile analiz edilmiş ve gruplar arasında farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 51.183, p < 0.05$). Her bir grup arasındaki farklılık Mann-Whitney U testi (Tablo 19) ile analiz edilmiş ve deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Hatırlama Testi 1-5 ortalama puanlarına göre hem deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında hem de kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında puan farkı olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 20). Beklendiği üzere deney grubundaki

uzman öğrenciler uzman olamayan öğrencilere göre ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir.

Deney grubundaki uzman öğrencilerin konu ile ilgili bilgilere ait şemalarından dolayı asıl bilişsel yüklerinin ve öğretim tasarımı kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklerinin düşük olmasından dolayı etkili bilişsel yüke daha fazla yer ayırabilmişler ve daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler grubundaki uzman öğrencilere göre asıl bilişsel yük bakımından daha fazla yüklendikleri ve öğretim tasarımı kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklenmeleri de eşit olduğu için grubundaki uzman öğrencilere göre biraz daha düşük öğrenme performansı göstermişlerdir. Kontrol grubundaki uzman öğrenciler düşük asıl bilişsel yüke sahip olmalarına rağmen öğretim tasarımı kaynaklanan konu dışı bilişsel yükün yüksek olmasından dolayı etkili bilişsel yüke daha fazla alan ayıramadıkları için öğrenme performansları deney grubundaki öğrencilere göre daha düşüktür. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ise yüksek asıl bilişsel yük ve yüksek konu dışı bilişsel yükten dolayı diğer tüm öğrencilere göre etkili bilişsel yüke daha az yer ayırabildikleri için en düşük öğrenme performansı gösteren grup olmuştur.

Performans ve zihinsel çaba puanlarına dayanılarak hesaplanan öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin kontrol grubundaki öğretime göre daha etkili olduğu görülmektedir. Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği ve Hatırlama Testi 1-5 ortalama puanlarının z-değerleri bulunarak hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 22'de verilmiştir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = -0.898$), uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = -0.772$), kontrol grubundaki uzman ($\bar{X} = 0.799$) ve uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 0.991$) bilişsel yük z-puanı ortalamalarından daha düşüktür. Bununla birlikte deney grubundaki uzman öğrencilerin performans z-puanı ortalamaları ($X = 0.938$), uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = 0.758$), kontrol grubundaki uzman ($\bar{X} = -0.483$) ve uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = -1.138$) bilişsel yük z-puanı ortalamalarından daha yüksektir. Buna göre deney grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = 1.298$, deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin $V = 1.082$, kontrol grubundaki uzman öğrencilerin $V = -0.908$ ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ise $V = -1.505$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan öğretim verimliliği puanlarının Şekil 9'daki z-koordinat üzerindeki değerlerine göre deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanları yüksek verimlilik yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine, kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanları ise düşük verimlilik

yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Buna göre öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda yürütülen öğretimin deney grubundaki uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre daha etkili olduğu söylenebilir. Aynı şekilde deney grubunda yürütülen öğretimin kontrol grubunda yürütülene göre daha etkili olduğu söylenebilir. Öğretim verimliliği z-puanları arasındaki farkın anlamlılığı ANOVA ile test edilmiş (Tablo 24) ve gruplar arasında farklılık olduğu bulunmuştur ($F_{(3,63)} = 124.600, p < 0.05$). Gruplar arasında karşılaştırma yapmak amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Öğretim verimliliği z-puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında puan farkı olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 25). Buna göre deney grubunda yürütülen öğretimin uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde deney grubunda yürütülen öğretimin kontrol grubunda yürütülen öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Deney grubundaki uzman öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre konu ile ilgili ön bilgilerine ait şemalarının varlığından dolayı asıl bilişsel yüklerinin ve öğretim tasarımıyla kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklerinin de düşük olmasından dolayı etkili bilişsel yüke çalışan belleklerinde daha fazla yer ayırabilmişler ve dolayısıyla daha yüksek öğrenme performansı elde etmişlerdir. Bu durumun daha verimli öğrenme ile sonuçlanmasına neden olduğu düşünülmektedir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgilerinin yeterli olmamasına rağmen öğretim tasarımıyla kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklerinin düşük olmasından dolayı kontrol grubundaki öğrencilere göre daha çalışan belleklerinde daha düşük bilişsel yük ile yüklenmişler ve daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Bu durum da kontrol grubundaki öğrencilere göre daha verimli öğrenme ile sonuçlanmıştır. Deney grubundaki uzman öğrencilerin uzman olmayan öğrencilere göre daha düşük asıl bilişsel yük ile yüklenmeleri, aynı öğretim tasarımıyla ders işlendiği için konu dışı bilişsel yüklenmelerinin de aynı olduğu beklenmektedir. Deney grubundaki uzman öğrenciler uzman olmayan öğrencilere oranla çalışan belleklerinde etkili bilişsel yük için daha fazla yer ayırabilmişler fakat oluşan toplam yük öğrencilerin çalışan bellek kapasiteleri içerisinde kaldığı için öğrenme performansları ve öğretim verimliliği birbirlerine yakın olmuştur. Khacharem, Spanjers , Zoudji, Kalyuga ve Ripoll (2013), Amadiou, van Gog, Paas, Tricot ve Marine (2009), Spanjers, Wouters, van Gog ve

van Merriënboer (2011) tarafından yapılan araştırmalar bu araştırmanın sonuçlarına yakındır ve araştırmayı destekler niteliktedir.

5.4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9, Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma

İkinci oturumda öğrenciler; Güneş Sistemi, sistemi oluşturan sekiz gezegen, Ay, gök ada, uzay ve evren kavramlarını öğrenmişlerdir. Gezegenlerin güneşe olan uzaklıkları, birbirlerine göre büyüklükleri, Ay'ın evreleri, gök adalar ve şekilleri, samanyolu gök adası ve Dünyamızın uzaydaki adresi detaylı olarak tanıtılmıştır. Buna göre ikinci oturumda öge etkileşiminin ve dolayısıyla asıl bilişsel yükün yüksek olduğu düşünülmektedir. İkinci oturum sonunda uygulanan Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği ortalamaları incelendiğinde (Tablo 26), deney grubu ortalamasının ($\bar{X} = 2,31$) kontrol grubuna göre ($\bar{X} = 5.55$) daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca bu farkın anlamlılığını test etmek amacıyla yapılan t-testine göre (Tablo 28) deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 10.205, p < 0.05$). Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeğine göre deney grubundaki öğrencilerin bu oturumdaki kavramları öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri görülmektedir. Her iki gruba da aynı içerik farklı yöntemlerle öğretildiği için asıl bilişsel yükün birbirine yakın olması beklenir. Dolayısıyla iki grubun bilişsel yük puanları arasındaki farkın konu dışı bilişsel yükten yani öğretim tasarımından kaynaklandığı söylenebilir. Buna göre Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanan materyalin deney grubu öğrencileri üzerinde konu dışı bilişsel yüklenmeyi azalttığı görülmektedir. Dolayısıyla deney grubundaki öğrenciler sınırlı çalışan bellekleri üzerinde etkili bilişsel yük için daha fazla alan ayırabilmişlerdir. Etkili bilişsel yükün öğrenmeyi destekleyici etkisi olduğu düşünüldüğünde deney grubundaki öğrencilerin performans puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olması beklenir. Deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 puanları aritmetik ortalamasının ($\bar{X} = 54.56$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından ($\bar{X} = 38.97$) yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 26). Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmış (Tablo 27) ve deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 138.000, p < 0.05$). Dolayısıyla konu dışı bilişsel yükün öğretim tasarımı ile azaltılarak çalışan bellekte etkili bilişsel yüke daha fazla yer ayrıldığı bunun da öğrenmeyi desteklediği performans puanlarından görülmektedir. Literatürde düşük bilişsel yüklenmeden dolayı daha büyük performans gösterildiğine dair birçok çalışmaya

rastlanmaktadır (Yeung, Jin ve Sweller, 1997; Kalyuga, Chandler ve Sweller, 1999; Kalyuga, Chandler ve Sweller, 2001; Große ve Renkl, 2007). Performans ve zihinsel çaba puanlarına dayanılarak hesaplanan öğretim verimliliği puanlarına göre ikinci oturum için deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin kontrol grubundaki öğretime göre daha verimli ve etkili olduğu görülmektedir. Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeğinden ve Hatırlama Testi 6-9 elde edilen ortalama puanların z-değerleri bulunarak hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 29'da verilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = -0.723$), kontrol grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = 0.839$) düşüktür. Bununla birlikte deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = 0.600$), kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = -0.697$) daha yüksektir. Buna göre ikinci oturum için deney grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanı z-puanı $V = 0.935$, kontrol grubundaki öğrenciler için ise $V = -1.086$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerin Şekil 10'daki z-koordinat üzerindeki değerlerine göre deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha etkili olduğu söylenebilir. Grupların öğretim verimliliği puanları arasındaki farklılığın anlamlılığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiş (Tablo 30) ve deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($U = 34.000, p < 0.05$).

5.5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi 6-9, Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma

İkinci oturum sonunda uygulanan Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük puanları arasında farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 31). Deney grubundaki uzman öğrencilerin bilişsel yük puanı ortalaması ($\bar{X} = 1.50$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 2.54$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 5.40$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 5.62$) daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük puanları arasındaki farkın anlamlılığı ANOVA ile test edilmiş (Tablo 32) ve gruplar arasında farklılık olduğu bulunmuştur. Gruplar arasında karşılaştırma yapmak amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Bilişsel yük puanlarına

göre hem deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında hem de kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında puan farkı olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Buna göre deney grubundaki uzman öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre ve deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir. Aynı şekilde gruplardaki uzman öğrencilerin uzman olmayan öğrencilere göre de daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir.

Hatırlama Testi 6-9 puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğrenme performans puanları arasında farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 31). Deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi 6-9 puanı ortalaması ($\bar{X} = 56.50$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 54.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 47.90$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 34.71$) daha yüksektir. Beklendiği üzere daha düşük bilişsel yüklenen gruplar daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Buna göre deney grubundaki uzman öğrenciler uzman olmayan öğrencilere göre ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Hatırlama Testi 6-9 puanları arasındaki farkın anlamlılığı Kruskal-Wallis H testi ile analiz edilmiş (Tablo 32) ve gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Her bir grup arasındaki farklılık Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiş ve deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Hatırlama Testi 6-9 ortalama puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında 2.5 puan ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasında 6.10 puan fark olmasına rağmen bu farklar istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 33). İkinci oturumda öge etkileşiminden kaynaklanan asıl bilişsel yükün yüksek olduğu düşünülmektedir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin konu ile ilgili bilgilere ait şemalarından dolayı asıl bilişsel yüklerinin ve öğretim tasarımından kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklerinin düşük olmasından dolayı çalışan belleklerinde etkili bilişsel yüke daha fazla yer ayırabilmişler ve beklediği üzere daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler kontrol grubundaki uzman öğrencilere göre daha yüksek asıl bilişsel yüke fakat öğretim tasarımından kaynaklanan daha düşük konu dışı bilişsel yüke sahip olmalarından dolayı etkili bilişsel yüke yaklaşık aynı miktarda alan ayırabilmiş olmalarına rağmen deney

grubundaki uzman olmayan öğrenciler daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Buna rağmen aralarındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Kontrol grubundaki öğrenciler konuyu aynı öğretim tasarımıyla öğrendiklerinden dolayı konu dışı bilişsel yüklenmeleri aynı fakat uzman öğrencilerin asıl bilişsel yükleri daha düşük olduğundan etkili bilişsel yük için daha fazla alan ayırabilmişler dolayısıyla daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin ikinci oturum Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği z-puanları ve Hatırlama Testi 6-9 z-puanlarına göre hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 35'te verilmiştir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = -1.111$), uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = -0.612$), kontrol grubundaki uzman ($\bar{X} = 0.768$) ve uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 0.873$) bilişsel yük z-puanı ortalamalarından daha düşüktür. Bununla birlikte deney grubundaki uzman öğrencilerin öğrenme performansı z-puanı ortalamaları ($X = 0.762$), uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = 0.554$), kontrol grubundaki uzman ($\bar{X} = -0.046$) ve uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = -1.051$) bilişsel yük z-puanı ortalamalarından daha yüksektir. Buna göre deney grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = 1.324$, deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin $V = 0.824$, kontrol grubundaki uzman öğrencilerin $V = -0.510$ ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ise $V = -1.361$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan öğretim verimliliği puanlarının Şekil 11'deki z-koordinat üzerindeki değerlerine göre deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanları yüksek verimlilik yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı yüksek performans yüksek zihinsel çaba ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanları ise düşük verimlilik yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Buna göre öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda yürütülen öğretimin deney grubundaki uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre daha etkili olduğu söylenebilir. Aynı şekilde deney grubunda yürütülen öğretimin kontrol grubunda yürütülene göre daha etkili olduğu söylenebilir. Öğretim verimliliği z-puanları arasındaki farkın anlamlılığı Kruskal-Wallis H testi ile test edilmiş (Tablo 37) ve gruplar arasında farklılık olduğu bulunmuştur. Farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmış ve tüm gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 38). Buna göre deney grubunda yürütülen öğretimin uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre, kontrol grubunda yürütülen

öğretimin uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre ve deney grubunda yürütülen öğretimin kontrol grubunda yürütülen öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

5.6. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15, Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma

Üçüncü oturumda öğrenciler; uzay araştırmalarının tarihçesi, gök bilimciler, teleskoplar ve çeşitleri, uzay araçları, uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramlarını öğrenmişlerdir. Bu oturumda eski medeniyetlerin uzay bilimine katkısı, tanınmış gök bilimciler ve yaptıkları çalışmalar, teleskop türleri arasındaki farklar, uzay araçlarının ne amaçla kullanıldıkları, uzay teknolojisi için üretilip günlük yaşantımızda kullandığımız araçlar ve uzay araçlarından arta kalan parçaların oluşturduğu uzay kirliliği konuları detaylı bir şekilde hazırlanan materyal üzerinden çalışılmıştır. Üçüncü oturumda da öge etkileşiminden kaynaklanan asıl bilişsel yükün yüksek olduğu düşünülmektedir. Üçüncü oturum sonunda uygulanan Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanları incelendiğinde (Tablo 39), deney grubu ortalamasının ($\bar{X} = 2.17$) kontrol grubuna ($\bar{X} = 5.45$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farkın anlamlılığı Mann-Whitney U testi (Tablo 40) ile analiz edilmiş ve deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur ($U = 6.500, p < 0.05$). Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeğine göre deney grubundaki öğrenciler üçüncü oturumdaki kavramları öğrenirken daha az zihinsel çaba sarf etmişlerdir. İki grubun bilişsel yük puanları arasındaki farkın konu dışı bilişsel yükten yani öğretim tasarımıyla kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna göre Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan materyalin deney grubu öğrencileri üzerinde konu dışı bilişsel yükü azalttığı görülmektedir. Bu nedenle deney grubundaki öğrencilerin çalışan bellekleri üzerinde etkili bilişsel yük için daha fazla alan ayırabildikleri düşünülmektedir. Dolayısıyla deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre daha yüksek başarı göstermesi beklenir. Hatırlama Testi 10-15 puanları aritmetik ortalamaları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans puanlarının ($\bar{X} = 45.194$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans puanlarına ($\bar{X} = 33.903$) göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 39). Bu farkın anlamlılığını test etmek amacıyla yapılan Mann-Whitney U testine göre (Tablo 40) deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 37.500, p < 0.05$). Bu nedenle, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan materyalin deney grubu öğrencilerinin sınırlı çalışan bellekleri üzerinde konu dışı bilişsel yükü azaltarak etkili bilişsel yük için daha fazla yer açtığı bunun da öğrenmeyi desteklediği performans

puanlarından görülmektedir. Performans ve zihinsel çaba puanlarına dayanılarak hesaplanan öğretim verimliliği puanlarına göre üçüncü oturum için deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin kontrol grubundaki öğretime göre daha verimli ve etkili olduğu görülmektedir. Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeğinden ve Hatırlama Testi 10-15 elde edilen ortalama puanların z-değerleri bulunarak hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 41'de verilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = -0.807$), kontrol grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = 0.937$) düşüktür. Bununla birlikte deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = 0.702$), kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = -0.815$) daha yüksektir. Buna göre üçüncü oturum için deney grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanı z-puanı $V = 1.066$, kontrol grubundaki öğrenciler için ise $V = -1.238$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerin Şekil 12'deki z-koordinat üzerindeki değerlerine göre deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha etkili olduğu söylenebilir. Grupların öğretim verimliliği puanları arasındaki farklılığın anlamlılığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiş (Tablo 42) ve deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($U = 4.000, p < 0.05$). Buna göre deney grubunda yürütülen öğretimin kontrol grubuna göre daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

5.7. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi 10-15, Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği ve Öğretim Verimliliği Puanlarından Elde Edilen Bulgular ile İlgili Tartışma

Üçüncü oturum sonunda uygulanan Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük puanları arasında farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 43). Deney grubundaki uzman öğrencilerin bilişsel yük puanı ortalaması ($\bar{X} = 2.00$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 2.21$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 5.20$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 5.57$) daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük puanları arasındaki farkın anlamlılığı ANOVA ile test edilmiş (Tablo 46) ve gruplar arasında farklılık olduğu görülmüştür. Gruplar arasında karşılaştırma yapmak amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Bilişsel yük puanlarına göre

hem deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında hem de kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında puan farkı olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 47). Buna göre deney grubundaki uzman öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre ve deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir. Aynı şekilde gruptaki uzman öğrencilerin uzman olmayan öğrencilere göre de daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir.

Hatırlama Testi 10-15 puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğrenme performans puanları arasında farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 43). Deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi 10-15 puanı ortalaması ($\bar{X} = 46.25$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 44.89$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 39.70$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 31.14$) daha yüksektir. Beklendiği üzere daha düşük bilişsel yük ile yüklenen gruplar daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Buna göre deney grubundaki uzman öğrenciler uzman olmayan öğrencilere göre ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre daha yüksek öğrenme performansı göstermişlerdir. Hatırlama Testi 10-15 puanları arasındaki farkın anlamlılığı Kruskal-Wallis H testi ile analiz edilmiş (Tablo 44) ve gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Hangi gruplar arasında farklılık olduğunu bulmak amacıyla tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Hatırlama Testi 10-15 ortalama puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında puan farkı olmasına rağmen bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 45). Deney grubundaki uzman öğrencilerin yüksek öğrenme performansı göstermelerinin nedeni olarak konu ile ilgili ön bilgilerine ait şemalarından dolayı asıl bilişsel yüklerinin ve öğretim tasarımından dolayı konu dışı bilişsel yüklerinin düşük olması dolayısıyla çalışan belleklerinde etkili bilişsel yük için daha fazla yer ayırabilmeleri gösterilebilir. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin uzman öğrencilere göre daha düşük öğrenme performansı göstermelerinin nedeni olarak da konu ile ilgili ön bilgilere ait şemalarının uzman öğrencilere göre daha az dolayısıyla asıl bilişsel yüklerinin daha yüksek olması söylenebilir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin konu ile ilgili bilgilere ait şemalarından dolayı asıl bilişsel yüklerinin düşük, öğretim tasarımından

kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklerinin yüksek olmasından dolayı etkili bilişsel yüke daha az yer ayırarak deney grubundaki öğrencilere göre daha düşük öğrenme performansı göstermişlerdir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ise hem asıl hem de konu dışı bilişsel yüklerinin yüksek olmasından dolayı etkili bilişsel yüke en az yer ayır grup olmalarından dolayı en düşük öğrenme performansı gösteren grup olmuştur.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin üçüncü oturum Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği z-puanları ve Hatırlama Testi 10-15 z-puanlarına göre hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 48’de verilmiştir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = -0.895$), uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = -0.781$), kontrol grubundaki uzman ($\bar{X} = 0.803$) ve uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 1.000$) bilişsel yük z-puanı ortalamalarından daha düşüktür. Bununla birlikte deney grubundaki uzman öğrencilerin öğrenme performansı z-puanı ortalamaları ($\bar{X} = 0.843$), uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamalarından ($\bar{X} = 0.661$), kontrol grubundaki uzman ($\bar{X} = -0.036$) ve uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = -1.185$) bilişsel yük z-puanı ortalamalarından daha yüksektir. Buna göre deney grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = 1.229$, deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin $V = 1.019$, kontrol grubundaki uzman öğrencilerin $V = -0.594$ ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ise $V = -1.545$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan öğretim verimliliği puanlarının Şekil 13’teki z-koordinat üzerindeki değerlerine göre deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanları yüksek verimlilik yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı düşük verimlilik yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Buna göre öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda yürütülen öğretimin deney grubundaki uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre daha etkili olduğu söylenebilir. Aynı şekilde deney grubunda yürütülen öğretimin kontrol grubunda yürütülene göre daha etkili olduğu söylenebilir. Öğretim verimliliği z-puanları arasındaki farkın anlamlılığı Kruskal-Wallis H testi ile test edilmiş (Tablo 49) ve gruplar arasında farklılık olduğu görülmüştür. Farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmış ve tüm gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 50). Buna göre deney grubunda yürütülen öğretimin uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre, kontrol grubunda yürütülen öğretimin uzman öğrenciler üzerinde uzman olmayan öğrencilere göre ve deney grubunda

yürütülen öğretimin kontrol grubunda yürütülen öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

5. 8. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Genelinden Elde Edilen Bulgular İle İlgili Tartışma

Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesinde öğrenciler gök cisimleri, güneş sistemi ve sistemi oluşturan gezegenler ve uzay araştırmaları ile ilgili temel kavramları öğrenmişlerdir.

Araştırma sonunda uygulanan Genel Bilişsel Yük Ölçeği ortalamaları incelendiğinde (Tablo 51) deney grubu ortalamasının $\bar{X} = 2.83$, kontrol grubunun ise $\bar{X} = 5.77$ olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilişsel yük puanları arasındaki bu farkın anlamlılığını test etmek için yapılan Mann-Whitney U testine göre (Tablo 53) deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Genel Bilişsel Yük Ölçeğine göre deney grubundaki öğrencilerin ünite genelindeki kavramları öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarına aynı içerik farklı yöntemlerle öğretildiği için bilişsel yüklenmelerindeki farklılığın öğretim tasarımıyla kaynaklandığı düşünülmektedir. İçerik aynı olduğu için asıl bilişsel yükün her iki grupta da aynı, konu dışı bilişsel yükün ise deney grubunda öğretim tasarımıyla dolayı düşük olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla deney grubu öğrencilerinin çalışan belleklerinde etkili bilişsel yük için daha fazla yer ayırabildiği düşünülmekte ve kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek öğrenme performansı göstermeleri beklenmektedir. Bu durum Başarı Testi son test uygulaması ortalama puanlarına bakılarak anlaşılabilir. Deney grubundaki öğrencilerin Başarı Testi son test uygulaması puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 21.44$) kontrol grubu öğrencilerinin ortalamasından ($\bar{X} = 16.87$) yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 51). Başarı Testi son test uygulaması aritmetik ortalaması puanları arasındaki farkın anlamlılığını t-testi ile analiz edilmiş (Tablo 52) ve deney grubu lehine anlamlı fark olduğu görülmüştür. Dolayısıyla öğretim tasarımıyla kaynaklanan ve öğrenmeyi engelleyici bir rolü bulunan konu dışı bilişsel yükün deney grubundaki öğrencilerin çalışan belleklerinde daha az yüklenmeye neden olduğu ve bu nedenle etkili bilişsel yüke daha fazla yer ayırarak daha iyi bir öğrenme ile sonuçlandığı performans puanlarından görülmektedir.

Deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin kontrol grubundakine göre daha etkili olduğu öğretim verimliliği puanları ile açıkça görülmektedir. Genel Bilişsel Yük Ölçeği ve Başarı Testi son test uygulamasından elde edilen ortalama puanların öğretim verimliliği z-puanları Tablo 54'te verilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı

ortalaması ($\bar{X} = -0.707$) kontrol grubundaki öğrencilerin bilişsel yük z-puanı ortalamasından ($\bar{X} = 0.821$) düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalaması ($\bar{X} = 0.463$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanı ortalamasından ($\bar{X} = -0.538$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu puanlara göre deney grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanı $V = 0.827$, kontrol grubundaki öğrencilerin ise $V = -0.961$ olarak hesaplanmıştır. Şekil 14'te de görüldüğü gibi deney grubundaki öğretimin verimlilik puanı grafikteki sol üst bölgeye (yüksek performans düşük zihinsel çaba), kontrol grubundaki öğretimin verimlilik puanı ise grafikte sağ alt bölgeye (düşük performans yüksek zihinsel çaba) düşmektedir. Öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda yürütülen öğretim etkinliğinin kontrol grubuna göre daha etkili olduğu görülmektedir. Öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiş (Tablo 55) ve deney grubu lehine anlamlı olduğu görülmüştür.

Gruplardaki uzman öğrencilerin konu ile ilgili şemalara sahip olmaları, uzman olmayan öğrencilere göre asıl bilişsel yüklenmelerinin daha az olmasını gerektirir. Dolayısıyla öğrenme ortamından kaynaklanan konu dışı bilişsel yük de eklendiğinde etkili bilişsel yük için uzman öğrenciler uzman olmayan öğrencilere göre daha fazla yer ayırabilir. Bu nedenle uzman öğrencilerin uzman olmayan öğrencilere göre daha düşük bilişsel yük ve daha yüksek öğrenme performansı göstermesi beklenir. Araştırma sonunda uygulanan Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin bilişsel yük puanları arasında farklılık olduğu görülmüştür (Tablo 56). Deney grubundaki uzman öğrencilerin bilişsel yük puanı ortalaması ($\bar{X} = 2.63$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 2.89$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 5.40$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 5.95$) göre daha düşüktür. Puanlar arasındaki farklılık ANOVA ile test edilmiş ve gruplar arasında farklılık olduğu görülmüştür (Tablo 59). Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman öğrencilere göre daha düşük bilişsel yük ile yüklenmelerinin nedeni olarak öğrenme ortamından kaynaklanan konu dışı bilişsel yükün deney grubunda daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna göre gruplardaki uzman öğrencilerin uzman olmayan öğrencilerden daha yüksek öğrenme performansı göstermeleri beklenir.

Başarı Testi son test uygulaması ortalama puanları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrenci performansları arasında da farklılık olduğu görülmektedir (Tablo 56). Deney grubundaki uzman öğrencilerin Başarı Testi son test puanları ortalaması ($\bar{X} = 23.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilere ($\bar{X} = 21.20$),

deney grubundaki uzman olmayan öğrencilere ($\bar{X} = 21.00$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilere göre ($\bar{X} = 14.81$) daha yüksektir. Beklendiği üzere deney grubundaki uzman öğrencilerin diğer gruplara göre daha yüksek öğrenme performansı elde ettiği görülmüştür. Deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğrenme performanslarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ise en düşük öğrenme performansına sahip oldukları görülmüştür. Deney grubundaki uzman öğrencilerin konu ile ilgili bilgilere ait şemalarının var olması dolayısıyla asıl bilişsel yüklerinin düşük olması, öğrenme ortamından kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklenmelerinin de düşük olması ve dolayısıyla etkili bilişsel yüke gruplardaki diğer öğrencilerden daha fazla yer ayırabilmeleri nedeniyle daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri düşünülmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin de asıl bilişsel yüklerinin düşük olması fakat öğrenme ortamından kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklenmelerinin yüksek olması, deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin asıl bilişsel yüklerinin fazla olması fakat öğrenme ortamından kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklenmelerinin düşük olması nedeniyle yaklaşık aynı öğrenme performansı gösterdikleri düşünülmektedir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ise hem konu ile ilgili şemalarının yetersizliğinden dolayı asıl bilişsel yüklerinin yüksek olması hem de öğrenme ortamından kaynaklanan konu dışı bilişsel yüklerinin yüksek olması nedeniyle en düşük öğrenme performansı gösterdikleri düşünülmektedir.

Öğretim verimliliği puanlarına göre deney grubunda gerçekleştirilen öğretim etkinliğinin kontrol grubundaki öğretime göre daha etkili olduğu Şekil 15'teki verimlilik grafiğinden görülmektedir. Genel Bilişsel Yük Ölçeği ve Başarı Testi son test uygulaması puanlarının z-değerleri bulunarak hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları Tablo 61'de verilmiştir. Deney grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = 1.144$, deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = 0.737$, kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = -0.154$ ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği z-puanı $V = -1.345$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre deney grubundaki öğrencilerin verimlilik puanları grafiğin sol üst bölgesine (yüksek performans düşük zihinsel çaba), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin grafiğin sağ üst bölgesine (yüksek performans yüksek zihinsel çaba) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ise grafiğin sağ alt bölgesine (düşük performans yüksek zihinsel çaba) düştüğü görülmektedir. Buna göre deney grubundaki öğretim etkinliği kontrol grubuna göre daha verimli olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni olarak deney grubundaki öğretim etkinliğinin öğrenciler üzerindeki konu dışı bilişsel yükü en aza indirerek etkili bilişsel yüke daha fazla yer ayırmalarını sağladığı ve dolayısıyla daha yüksek öğrenme performansı ile sonuçlandığı düşünülmektedir. Yapılan birçok

araştırma bu çalışmanın sonuçlarına yakındır ve araştırmayı destekler niteliktedir (Khacharem vd., 2013; Amadiou vd., 2009; Spanjers vd., 2011).

5. 9. Öğrenci Görüş Anketinden Elde Edilen Bulgular İle İlgili Tartışma

Bu çalışmada öğrencilerin tamamına yakını Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış materyaller ve bu materyallerin kullanıldığı öğrenme ortamı ile ilgili olarak daha kolay öğrenmelerine yardımcı olduğunu, materyalleri kullanırken zorlanmadıklarını, öğrenme ortamından hoşlandıklarını, animasyonların sesli olarak anlatımının öğrenmelerini kolaylaştırdığını, animasyonların Fen ve Teknoloji dersinin diğer konularında ve diğer derslerde de kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir. Çoklu ortamlara dayalı öğretim ortamlarında öğrencilerin çalışırken zorlanmadıkları, bu ortamlarda çalışmaktan hoşlandıkları ve öğrendikleri Kılıç (2006) tarafından yapılan araştırmada da elde edilmiştir. Bu sonuç da araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir. Ayrıca Tablo 64'te verilen ortalama değerlere göre öğrencilerin tamamına yakınının anket sorularında yer alan görüşlere katıldıkları söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin öğrencilerin başarısına ve bilişsel yüklenmelerine etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmanın bu bölümünde Başarı Testi son test, hatırlama testleri, bilişsel yük ölçekleri ve öğrenci görüş anketinden elde edilen bulgulara yönelik yapılan tartışmalara dayalı ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlara yönelik önerilere yer verilmiştir. Bu bağlamda öncelikle farklı öğretim tasarımıyla konuya çalışan deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde elde edilen sonuçlar, daha sonra deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerden elde edilen sonuçlar, son olarak da deney grubundaki öğrencilerin öğretim materyali ve öğrenme ortamı hakkındaki görüşlerinden elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

6. 1. Sonuçlar

- 1) Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin kullanıldığı deney grubu ile MEB tarafından hazırlanmış ders kitaplarının kullanıldığı kontrol grubunun Başarı Testi son test puanlarının ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık görüldüğünden, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyali ile gerçekleştirilen öğretimin ders kitaplarıyla yapılan öğretime göre öğrencilerin başarıları üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.
- 2) Gök cisimlerinin öğretildiği birinci oturumda Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Hatırlama Testi 1-5 ortalama puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görüldüğünden, deney grubundaki öğrencilerin daha az zihinsel çaba sarf ederek daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, buna bağlı olarak da daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.
- 3) Birinci oturumda Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Hatırlama Testi 1-5 ortalama puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük zihinsel çaba ile

daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri için daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman öğrencilere göre daha düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, dolayısıyla daha verimli öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Bu noktadan hareketle Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin uzman olmayan öğrencileri de uzman öğrenciler kadar şema oluşumu ve otomasyonuna sevk ettiği sonucuna varılmıştır. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ise en yüksek zihinsel çabayı göstermelerine rağmen en düşük öğrenme performansı sergiledikleri için etkisiz öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.

- 4) Güneş Sistemi ve sistemi oluşturan gezegenlerin ve gök ada kavramlarının öğretildiği ikinci oturumda Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Hatırlama Testi 6-9 ortalama puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görüldüğünden, deney grubundaki öğrencilerin daha az zihinsel çaba sarf ederek daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, buna bağlı olarak da daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.
- 5) İkinci oturumda Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre Güneş Sistemi ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Hatırlama Testi 6-9 ortalama puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri için daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman öğrencilere göre daha düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, dolayısıyla daha verimli öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ise en yüksek zihinsel çabayı göstermelerine rağmen en düşük öğrenme performansı sergiledikleri için en etkisiz öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.
- 6) Uzay araştırmalarının tarihçesi, eski gök bilimciler, uzay araçları, uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramlarının öğretildiği üçüncü oturumda, Bilişsel

Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Hatırlama Testi 10-15 ortalama puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görüldüğünden, deney grubundaki öğrencilerin daha az zihinsel çaba sarf ederek daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, buna bağlı olarak da daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.

- 7) Üçüncü oturumda Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Hatırlama Testi 10-15 ortalama puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri için daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman öğrencilere göre daha düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, dolayısıyla daha verimli öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ise en yüksek zihinsel çabayı göstermelerine rağmen en düşük öğrenme performansı sergiledikleri için en etkisiz öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.
- 8) Araştırmanın genelinde, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Başarı Testi son test puanları ve öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görüldüğünden, deney grubundaki öğrencilerin araştırmanın genelinde de daha az zihinsel çaba sarf ederek daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, buna bağlı olarak da daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Bu sonuç deney grubu için tasarlanan öğretim materyalinin öğrencilerin konu dışı bilişsel yüklenmelerini azaltarak etkili bilişsel yüklenmelerini artırdığını, dolayısıyla daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri sonucuna varılmıştır.
- 9) Araştırmanın genelinde, Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinden öğrenen deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilere göre Genel Bilişsel Yük Ölçeği puanları, Başarı Testi son test puanları ve öğretim

verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri için daha etkili öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin kontrol grubundaki uzman öğrencilere göre daha düşük zihinsel çaba ile daha yüksek öğrenme performansı gösterdikleri, dolayısıyla daha verimli öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ise en yüksek zihinsel çabayı göstermelerine rağmen en düşük öğrenme performansı sergiledikleri için en etkisiz öğrenme sağladıkları sonucuna varılmıştır.

- 10) Uygulamanın genelinde Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin deney grubundaki öğrencilerin bilişsel olarak yüklenmelerini ve dolayısıyla çalışan bellek üzerindeki yükü kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir şekilde azalttığı sonucuna varılmıştır.
- 11) Uygulamanın genelinde Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin kullanıldığı öğretim tasarımının deney grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliğini artırdığı sonucuna varılmıştır.
- 12) Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış öğretim materyali kullanılarak gerçekleştirilen öğretim ortamı hakkında öğrencilerin hemen hemen tamamına yakını olumlu görüş belirtmişlerdir.
- 13) Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre hazırlanmış öğretim materyali hakkında öğrencilerin hemen hemen tamamına yakını olumlu görüş belirtmişlerdir. Öğrencilerin çoğunluğu, öğretim materyallerinin bireysel öğrenme şansı tanıdığı için konuyu anlamalarında ve öğrenmelerinde daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

6. 2. Öneriler

İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi Ve Ötesi: Uzay Bilmecesi ünitesi için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim materyalinin öğrencilerin başarısına ve bilişsel yüklenmelerine etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmanın bu bölümünde ise yapılan uygulama ve ileride yapılacak araştırmalara yönelik öneriler verilmiştir.

6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

- 1) Bu çalışmada kullanılan öğretim materyali Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre geliştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara ve sonuçlara göre, geliştirilen öğretim materyali deney grubundaki öğrencilerin öğrenmelerinde ve bilişsel yüklenmelerinde kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir şekilde farklılaşmıştır. Diğer konular için geliştirilecek öğretim yazılımlarında da Bilişsel Yük Kuramı ilkelerinin kullanılması önerilmektedir.
- 2) Bu çalışma kapsamında Bilişsel Yük Kuramı ilkelerinden daha çok biçem, gereksizlik, uzmanlığın tersine dönmesi ilkeleri kullanılmıştır. Özellikle öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi gereken konularda hedeften bağımsız, çalışılmış örnekler ve problem tamamlama ilkelerinin de kullanılması önerilmektedir.
- 3) Bu çalışmada, farklı uzmanlık seviyesine sahip öğrenciler için tek bir öğretim materyali geliştirilmiştir. Uzmanlık seviyeleri farklı öğrenciler için farklı öğretim materyallerinin geliştirilmesi veya tek bir materyalin içine iki farklı düzeyin yerleştirilmesi ve öğrencilere seçim yapabilme tercihi sunulabilmesi önerilmektedir.
- 4) Bu çalışma için geliştirilen öğretim materyali öğrencilerin kendi hızlarında öğrenebilecekleri şekilde geliştirilmesine rağmen öğrenme ortamındaki sınırlılıktan dolayı öğretmen tarafından projeksiyon ile yansıtılarak içerik aktarılmıştır. Her bir öğrencinin kişisel bilgisayar veya tablet üzerinden çalışabilecekleri bir öğrenme ortamının sağlanması önerilmektedir.

6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

- 1) Bu çalışmada ilköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi ünitesi için Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre bir öğretim yazılımı geliştirilmiştir. Diğer dersler ve konular için de Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre öğretim yazılımları geliştirilebilir ve kullanılabilir.
- 2) Araştırma kapsamında öğrencilerin konuyu öğrenirken sarf ettikleri çabayı ölçebilmek için 9'lu derecelendirmeye sahip Bilişsel Yük Ölçeği kullanılmıştır. Diğer alternatif ölçme yöntemlerinin örneğin fizyolojik yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.
- 3) Araştırmada; Hatırlama Testleri, Bilişsel Yük Ölçekleri ve Başarı Testi kâğıt üzerinde öğrencilere sunulacak veriler toplanmıştır. Veri toplama araçlarının da elektronik ortamda uygulanabilecek şekilde bir ortam hazırlanması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Education Review*, 3(1), 77-97.
- Akyüz, H. İ. (2012). Çevrimiçi görev temelli öğrenme ortamında eğitsel ajanın rolünün ve biçim özelliklerinin öğrencilerin motivasyonuna, bilişsel yüklenmesine ve problem çözme becerisi algısına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Aldağ, H. ve Sezgin, M. (2002). Multimedia uygulamalarında ikili kodlama kuramı. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(15), 29-44.
- Amadiou, F., van Gog, T., Paas, F., Tricot, A. and Marine, C. (2009). Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning. *Learning and Instruction*, 19, 376-386.
- Arıkurt, E. (2014). Kavram karikatürlerinin ve kavramsal değişim metinlerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına, kavramsal değişimlerine ve tutumlarına etkisinin karşılaştırılması, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi, Giresun.
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A. and Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, 181-214.
- Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction*, 16, 389-400.
- Ayres, P. and Sweller, J. (2005). The split-attention principle in multimedia learning. In R. E. Mayer, *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 135-146). New York: Cambridge University Press.
- Ayres, P., Marcus, N., Chan, C. and Qian, N. (2009). Learning hand manipulative tasks: When instructional animations are superior to equivalent static representations. *Computers in Human Behavior*, 25, 348-353.
- Baçcı Kılıç, G. (2015, 02 24). *Dünyada ve Türkiye'de fen öğretimi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi: http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t063DA.pdf adresinden 22 Haziran 2015 tarihinde edinilmiştir.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Baddeley, A. and Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89.
- Baloğlu Uğurlu, N. (2005). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin dünya ve evren konusu ile ilgili kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 229-246.

- Baltacı, A. (2013). Astronomi konusunun çoklu yazma etkinlikleri ve yaparak yazarak bilim öğrenme metodu kullanılarak öğretilmesinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Blayney, P., Kalyuga, S. and Sweller, J. (2010). Interactions between the isolated–interactive elements effect and levels of learner expertise: Experimental evidence from an accountancy class. *Instructional Science*, 38, 277-287.
- Bobis, J., Sweller, J. and Cooper, M. (1994). Demands imposed on primary-school students by geomatric models. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 108-117.
- Bostan, A. (2008). Farklı yaş grubu öğrencilerinin astronominin bazı temel kavramlarına ilişkin düşünceleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Brunstein, A., Betts, S. and Anderson, J. R. (2009). Practice enables successful learning under minimal guidance. *Journal of Educational Psychology*, 101, 790-802.
- Cansız, Y. (2012). Effects of way finding affordances on usability of virtual world environments in terms of users' satisfaction, performance, and mental workload: Examination by eye-tracking and fnir device. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, METU, Ankara.
- Carroll, W. (1994). Using worked examples as an instructional support in the algebra classroom. *Journal of Educational Psychology*, 86(3), 360-367.
- Chandlaer, P. and Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 10, 151-170.
- Chandler, P. (2004). The crucial role of cognitive processes in the design of dynamic visualizations. *Learning and Instruction*, 14, 353-357.
- Chandler, P. and Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Istruction*, 8, 293-332.
- Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.
- Cierniak, G., Scheiter, K. and Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315-324.
- Clark, R., Nguyen, F. and Sweller, J. (2005). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Sydney: Pfeiffer.
- Cooper, G. and Sweller, J. (1987). The effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology*, 79, 347-362.

- Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P. and Sweller, J. (2001). Learning by imagining. *Journal of Experimental Psychology*, 7(1), 68-82.
- Cormier, S. M. and Hagman, J. D. (1987). *Transfer of learning: Contemporary research and applications*. Sandiego, CA: Academic Press.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *The Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Deniş Çeliker, H. (2012). Fen ve teknoloji dersi 'güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmececi' ünitesinde proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrenci başarılarına, yaratıcı düşüncelerine, fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, DEÜ, İzmir.
- Ekin, T. (2012). Sönümlenme yöntemiyle oluşturulmuş web temelli öğretimin öğrencilerin bilişsel yüklenmesine, akademik başarısına ve transfer becerisine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ekiz, D. ve Akbaş, Y. (2005). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin astronomi ile ilgili kavramları anlama düzeyi ve kavram yanılgıları. *Milli Eğitim Dergisi*, 165.
- Ericsson, K. A. and Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.
- Futuyma, D. J. (2005). *Evolution*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Geary, D. (2005). *The origin of mind*. Washington: American Psychological Association.
- Ginns, P., Chandler, P. and Sweller, J. (2003). When imagining information is effective. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 229-251.
- Gopher, D. and Braune, R. (1984). On the psychophysics of workload: Why bother with subjective measures? *Human Factors*, 26(5), 519-532.
- Große, C. S. and Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction*, 17, 612-634.
- Günay, R. (2013). İlköğretim 7. sınıf matematik dersinde etkinlik temelli öğretim içeriklerinin farklı düzenlenme biçimlerinin öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Gündüz, Ş. ve Odabaşı, F. (2004). Bilgi çağında öğretmen adaylarının eğitiminde öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme dersinin önemi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 43-48.
- Hegarty, M. (2004). Dynamic visualizations and learning: Getting to the difficult questions. *Learning and Instruction*, 14, 343-351.
- Höffler, T. N. and Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722-738.

- İyibil, Ü. ve Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- İzmirli, S. (2012). Öğrenen ve sistem hızında ilerleyen farklı çoklu ortam sunum türlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Janssen, J., Kirschner, F., Erkens, G., Kirschner, P. and Paas, F. (2010). Making the black box of collaborative learning transparent: Combining process-oriented and cognitive load approaches. *Educational Psychology Review*, 22(2), 139-154.
- Jeung, H.-J., Chandler, P. and Sweller, J. (1997). The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. *Educational Psychology*, 17, 329-343.
- Kablan, Z. (2005). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminde yazılı metin ve animasyonlara uygulanan mekansal konumlandırma yaklaşımlarının (ekranda ayırma, ekranda bütünleştirme) bilişsel yük açısından karşılaştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, YTÜ, İstanbul.
- Kablan, Z. ve Erden, M. (2008). Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction. *Computers & Education*, 51, 660-668.
- Kala, N. (2012). Bilişsel yük kuramına göre termodinamik konusunda hazırlanan öğretim tasarımının kimya öğrencilerinin hatırlama ve transfer düzeyindeki öğrenmelerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19, 509-539.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. and Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23-31.
- Kalyuga, S., Chandler, P. and Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40, 1-17.
- Kalyuga, S., Chandler, P. and Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 351-371.
- Kalyuga, S., Chandler, P. and Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology*, 92, 126-136.
- Kalyuga, S., Chandler, P. and Sweller, J. (2001). Learner experience and efficiency of instructional guidance. *Educational Psychology*, 21, 5-23.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J. and Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93, 579-588.

- Khacharem, A., Spanjers, I. A., Zoudji, B., Kalyuga, S. and Ripoll, H. (2013). Using segmentation to support the learning from animated soccer scenes: An effect of prior knowledge. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 154-160.
- Khacharem, A., Zoudji, B., Spanjers, I. and Kalyuga, S. (2014). Improving learning from animated soccer scenes: Evidence for the expertise reversal effect. *Computers in Human Behavior*, 35, 339-349.
- Kılıç, E. (2006). Çoklu ortamlara dayalı öğretimde paralel tasarım ve görev zorluğunun üniversite öğrencilerinin başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kılıç, E. ve Karadeniz, Ş. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 40, 562-579.
- Kılıç, E. ve Yıldırım, Z. (2010). Evaluating working memory capacity and cognitive load in learning from goal based scenario centered 3D multimedia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 4480-4486.
- Kılıç, M. (2009). Proje tabanlı öğrenmede web tabanlı araç geliştirilmesi ve kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kirschner, P. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 1-10.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. and Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75-86.
- Kluge, A., Grauel, B. and Burkolter, D. (2013). Combining principles of cognitive load theory and diagnostic error analysis for designing job aids: Effects on motivation and diagnostic performance in a process control task. *Applied Ergonomics*, 44(2), 285-296.
- Leahy, W. and Sweller, J. (2005). Interactions among the imagination, expertise reversal, and element interactivity effects. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11, 266-276.
- Leutner, D., Leopold, C. and Sumfleth, E. (2009). Cognitive load and science text comprehension: Effects of drawing and mentally imagining text content. *Computers in Human Behavior*, 25, 284-289.
- Lin, L. and Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education*, 56(3), 650-658.
- Liu, T.-C., Lin, Y.-C. and Paas, F. (2012). Split-attention and redundancy effects on mobile learning in physical environments. *Computers & Education*, 58, 172-180.

- Mawer, R. F. and Sweller, J. (1982). Effects of subgoal density and location on learning during problem solving. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 8, 252-259.
- Mayer, R. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81(2), 240-246.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. and Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
- Mayer, R. E. and Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312-320.
- Mayer, R. E. and Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12, 107-119.
- Meissner, B. and Bogner, F. X. (2012). Science teaching based on cognitive load theory: Engaged students, but cognitive deficiencies. *Studies in Educational Evaluation*, 38, 127-134.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instructional design. *Educational Technology, Research and Development*, 50, 43-59.
- Miler, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Miller, C. S., Lehman, J. F. and Koedinger, K. R. (1999). Goals and learning in microworlds. *Cognitive Science*, 23(3), 305-336.
- Moreno, R. and Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358-368.
- Moreno, R. and Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94, 156-163.
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A. and Lester, J. C. (2001). The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction*, 19, 177-213.
- Mousavi, S. Y., Low, R. and Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, 319-334.

- Najjar, L. (1996). Multimedia information and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 129-150.
- Nückles, M., Hübner, S., Dümer, S. and Renkl, A. (2010). Expertise reversal effects in writing-to-learn. *Instructional Science*, 38, 237-258.
- Owen, E. and Sweller, J. (1985). What do students learn while solving mathematics problems? *Journal of Educational Psychology*, 77, 272-284.
- Özbay, Y. (2002). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi (kuram-araştırma-uygulama)*. Trabzon: İBER Matbaacılık San. Tic. Ltd. Ş.
- Paas, F. and van Merriënboer, J. (1993). The efficiency of instructional conditions: an approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors*, 35, 737-743.
- Paas, F. and van Merriënboer, J. G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122-133.
- Paas, F., Renkl, A. and Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1-4.
- Paas, F., Renkl, A. and Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 1-8.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. and van Gerven, P. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38, 63-71.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual-coding approach*. New York: Oxford University.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255-287.
- Penney, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term verbal memory. *Memory and Cognition*, 17, 398-422.
- Pillay, H. (1994). Cognitive load and mental rotation: Structuring orthographic projection for learning and problem solving. *Instructional Science*, 22(2), 91-113.
- Plass, J. L., Moreno, R. and Brünken, R. (2010). *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.
- Pociask, F. and Morrison, G. (2008). Controlling split attention and redundancy in physical therapy instruction. *Education Technology Research Development*, 56, 379-399.

- Pollock, E., Chandler, P. and Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61-86.
- Portin, p. (2002). Historical development of the concept of the gene. *The Journal of Medicine and Philosophy*, 27, 257-286.
- Pouzevara, S., Dinçer, A., Kipp, S. ve Sarıışık, Y. (2013). *FATİH Projesi eğitimde dönüşüm için bir fırsat olabilir mi? Politika analizi ve önerileri (Araştırma Raporu)*, Sabancı Üniversitesi, Eğitim Reformu Girişimi, İstanbul.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 21, 1-29.
- Renkl, A. and Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38, 15-22.
- Renkl, A., Atkinson, R., Maier, U. H. and Staley, R. (2002). From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. *The Journal of Experimental Education*, 70(4), 293-315.
- Sağiroğlu, Ş. (2001). *Etkin bilişim teknolojileri kullanımı*. Ankara: Ufuk Kitabevi.
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. R. E. Mayer. In *The Cambridge handbook of multimedia learning* (s. 49-69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schnotz, W. and Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19, 469-508.
- Senemoğlu, N. (2010). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Sezen, F. (2002). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin astronomi kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları, Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- 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, Adana.
- Sharp, J. and Kuerbis, P. (2005). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. *Science Education*, 90(1), 124-147.
- Singley, M. K. and Anderson, J. R. (1989). *Transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Spanjers, I. A., Wouters, P., van Gog, T. and Merriënboer, J. (2011). An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. *Computers in Human Behavior*, 27, 46-52.

- Stoica, D., Paragina, F., Paragina, S., Miron, C. and Jipa, A. (2011). The interactive whiteboard and the instructional design in teaching physics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3316-3321.
- Stotz, K. and Griffiths, P. (2004). Genes: Philosophical analyses put to the test. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 26, 5-28.
- Sweller, J. (1976). The effect of task complexity and sequence of rule learning and problem solving. *British Journal of Psychology*, 93, 135-145.
- Sweller, J. (1980). Hypothesis salience, task difficulty, and sequential effects on problem solving. *American Journal of Psychology*, 93, 135-145.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross, *The psychology of learning and motivation* (pp. 215-266). San Diego: Academic Press.
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer, *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2006). Discussion of 'Emerging topics in cognitive load research: Using learner and information characteristics in the design of powerful learning environments'. *Applied Cognitive Psychology*, 353-357.
- Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition. *Learning and Instruction*, 165-169.
- Sweller, J. (2008). Instructional implications of David C. Geary's evolutionary educational psychology. *Educational Psychologist*, 43, 214-216.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 123-138.
- Sweller, J. and Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.
- Sweller, J. and Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 1, 59-89.
- Sweller, J. and Levine, M. (1982). Effects of goal specificity on means-ends analysis and learning. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 8, 463-474.
- Sweller, J. and Sweller, S. (2006). Natural information processing systems. *Evolutionary Psychology*, 4, 434-458.

- Sweller, J., Ayres, P. and Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P. and Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 176-192.
- Sweller, J., Mawer, R. F. and Howe, W. (1982). Consequences of history-cued and means-end strategies in problem solving. *The American Journal of Psychology*, 95, 455-483.
- Sweller, J., Mawer, R. F. and Ward, M. R. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 639-661.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. and Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Şenel Çoruhlu, T. (2013). "Güneş sistemi ve ötesi: uzay bilmecesi" ünitesinde zenginleştirilmiş 5e öğretim modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiğinin belirlenmesi, Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Takır, A. (2011). The effect of an instruction designed by cognitive load theory principles on 7th grade students' achievement in algebra topics and cognitive load, Yayınlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Tarmizi, R. A. and Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 80, 424-439.
- Tasir, Z. and Pin, O. C. (2012). Trainee teachers' mental effort in learning spreadsheet through self-instructional module based on cognitive load theory. *Computers & Education*, 59(2), 449-465.
- Tatar, E. (2007). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının termodinamiğin birinci kanununu anlamaya etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Tindall-Ford, S., Chandler, P. and Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 3(4), 257-287.
- Tuovinen, J. and Paas, F. (2004). Exploring multidimensional approaches to the efficiency of instructional conditions. *Instructional Science*, 32, 133-152.
- Tüker, B. G. (2013). Near and far transfer of learning in mathematics lesson designed based on cognitive load theory principles: A case study. Yayınlanmamış doktora tezi, Middle East Technical University, Ankara.
- Türk, C. (2010). İlköğretim temel astronomi kavramlarının öğretimi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Uyulur, A. (2011). Evaluation of the efficiency of learning environments: A cognitive load approach. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.

- van Gerven, P. W., Paas, F., van Merriënboer, J. J. and Schmidt, H. G. (2002). Cognitive load theory and aging: Effects of worked examples on training efficiency. *Learning and Instruction*, 12(1), 87-105.
- van Gerven, P. W., Paas, F., van Merriënboer, J. J. and Schmidt, H. G. (2006). Modality and variability as factors in training the elderly. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 311-320.
- van Merriënboer, J. (1990). Strategies for programming instruction in high school: Program completion vs. program generation. *Journal of Educational Computing Research*, 6(3), 265-285.
- van Merriënboer, J. J. (1997). *Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- van Merriënboer, J. J. and Krammer, H. P. (1987). Instructional strategies and tactics for the design of introductory computer programming courses in high school. *Instructional Science*, 16, 251-285.
- van Merriënboer, J. J. and Paas, F. G. (1990). Automation and schema acquisition in learning elementary computer programming: Implications for the design of practice. *Computers in Human Behavior*, 6, 273-289.
- van Merriënboer, J. J. and Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17, 147-177.
- van Merriënboer, J. J., Clark, R. E. and de Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology, Research and Development*, 50(2), 39-64.
- van Merriënboer, J. and de Croock, M. (1992). Strategies for computer-based programming instruction: Program completion vs. program generation. *Journal of Educational Computing Research*, 8(3), 365-394.
- van Merriënboer, J., Schuurman, J., de Croock, M. and Paas, F. (2002). Redirecting learners' attention during training: Effects on cognitive load, transfer test performance and training efficiency. *Learning and Instruction*, 12(1), 11-37.
- Wierwille, W. W. and Eggemeier, F. T. (1993). Recommendations for mental workload measurement in a test and evaluation environment. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(2), 263-281.
- Wikipedia. (2014, 05 15). *Evrım*. Wikipedia: http://tr.wikipedia.org/wiki/Evrım#cite_note-Brit-1 adresinden 24 Kasım 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Wolfgang, S. and Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 469-508.

- Wong, A., Leahy, W., Marcus, N. and Sweller, J. (2012). Cognitive load theory, the transient information effect and e-learning. *Learning and Instruction*, 22(6), 449-457.
- Wong, A., Marcus, N., Ayres, P., Smith, L., Cooper, G. A., Paas, F. and Sweller, J. (2009). Instructional animations can be superior to statics when learning human motor skills. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 339-347.
- Wong, A., Nadine, M., Ayres, P., Smith, L., Cooper, G. A., Paas, F. and Sweller, J. (2009). Instructional animations can be superior to statics when learning human motor skills. *Computers in Human Behavior*, 25, 339-347.
- Wouters, P., Paas, F. and van Merriënboer, J. J. (2009). Observational learning from animated models: Effects of modality and reflection on transfer. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 1-8.
- Yeung, A. S., Jin, P. and Sweller, J. (1997). Cognitive load and learner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading with explanatory notes. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 1-21.
- Yılmaz, E. (2014). 7. sınıf temel astronomi kavramlarının etkin öğretimine yönelik bir eylem araştırması, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yılmaz, K. (2006). An investigation of individual difference factors in online instruction. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Zhu, X. and Simon, H. A. (1987). Learning mathematics from examples and by doing. *Cognition and Instruction*, 4, 137-166.

8. EKLER

8. EKLER

EK 1. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi Ünitesinde Geçen Kavramlardan Elde Edilen Bulgular

1. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi Ünitesinin Gök Cisimleri Konusundan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ünitenin Gök Cisimleri konusu ile ilgili olarak yıldızlar, takımyıldızlar, kuyruklu yıldızlar, gezegenler, meteorlar ve gök taşları kavramları ile ilgili yapılan uygulamalardan elde edilen bulgular sunulmuştur.

1.1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden Elde Edilen Bulgular

Yıldızlar kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-1	Deney	36	11.11	0.950
	Kontrol	31	8.13	2.078
Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.94	1.372
	Kontrol	31	3.90	1.868

Tablo 1'de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-1 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 11.11$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-1 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 8.13$) yüksek olduğu görülmektedir. Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.94$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 3.90$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin yıldızlar kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 1'de görülen Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki

grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-1 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 15.803$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-1 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 1.869$, $p = 0.176$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 2’de, t-testi sonuçları ise Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	47.04	1693.50	88.500	0.000
Kontrol	31	18.85	584.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-1 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 88.500$, $Z = -6.047$, $r = 0.739$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-1 puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-1 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.739$) kullanılmıştır. r değeri 0.5’ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-1 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-1’de ortaya çıkan farkın %73’ünü açıklamaktadır.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.94	1.372	65	2.415	0.019
Kontrol	31	3.90	1.868			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 2.415$; $\eta^2 = 0.082$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.082$) 0.06’dan büyük olduğu için grup değişkeni Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın %8’ini açıklamaktadır.

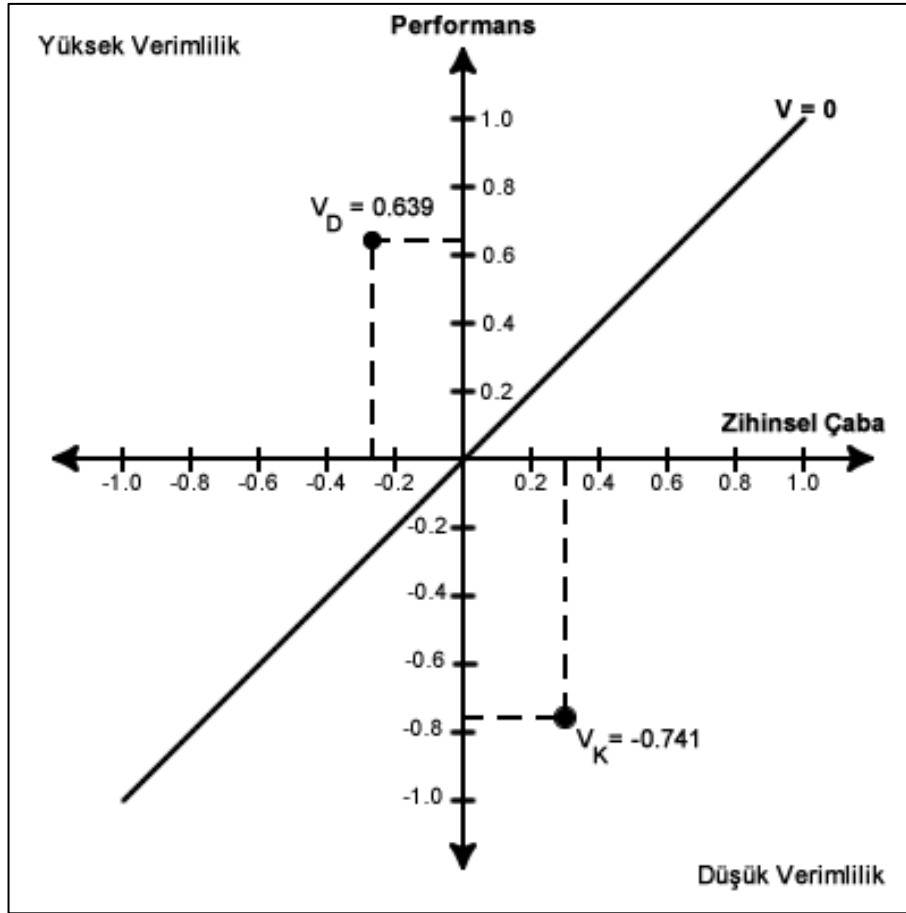
1.2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, yıldızlar kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 10'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-1) z-puanları ve zihinsel çaba (Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Yıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-1) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.638	-0.264	0.639
Kontrol	31	-0.740	0.307	-0.741

Tablo 4 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.638$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.740$) daha yüksektir. Kontrol grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.307$) deney grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0,264$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.639, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.741 olarak bulunmuştur. Şekil 1'de deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1. Yıldızlar Kavramı İçin Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 1'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 7.660$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Yıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	44.49	1601.50	180.500	0.000
Kontrol	31	21.82	676.50		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir [$U = 185.500$, $p < 0.05$]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 44.49$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 21.82$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

1.3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Yıldızlar kavramının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-1	Deney Uzman	8	11.50	0.535
	Deney Uzman Olmayan	28	11.00	1.018
	Kontrol Uzman	10	9.80	1.033
	Kontrol Uzman Olmayan	21	7.33	1.983
Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.50	0.926
	Deney Uzman Olmayan	28	3.07	1.464
	Kontrol Uzman	10	2.90	1.663
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.38	1.802

Tablo 6'da da görüldüğü gibi Hatırlama Testi-1 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 11.50$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 11.00$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 9.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 7.33$) daha yüksek puana sahiptir. Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği

puanlarına göre ise yıldızlar kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.50$) sarf ederken, sırasıyla kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 2.90$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 3.07$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 4.38$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-1 ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 6'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-1 puanlarının [$F(3-63) = 4.332$, $p = 0.008$, $p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-1 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 1.288$, $p = 0.286$, $p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-1 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	52.25	3	42.364	0.000	0.642
Deney Uzman Olmayan	28	45.55				
Kontrol Uzman	10	29.95				
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.57				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-1 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 42.364$, $\eta^2 = 0.642$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.642$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-1 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	22.25	178.00	82.000	0.210
Deney Uzman Olmayan	28	17.43	488.00		
Deney Uzman	8	13.75	110.00	6.000	0.002
Kontrol Uzman	10	6.10	61.00		
Deney Uzman	8	25.25	202.00	2.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.10	233.00		
Deney Uzman Olmayan	28	22.55	631.50	54.500	0.003
Kontrol Uzman	10	10.95	109.50		
Deney Uzman Olmayan	28	34.57	968.00	26.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.24	257.00		
Kontrol Uzman	10	23.90	239.00	26.000	0.001
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.24	257.00		

Tablo 8'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-1 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 6.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 2.000, $p < 0.05$) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 54.500, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 26.000, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur (U = 26.000, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı değildir (U = 82.000, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.50	0.926	153.710	32.201	3	4.399	0.007	0.173
DUO	28	3.07	1.464						
KU	10	2.90	1.663						
KUO	21	4.38	1.802						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 9'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 4.399$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.173$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.571	0.626	1.000
	Kontrol Uzman	-0.400	0.741	1.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-1.881(*)	0.649	0.031
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.571	0.626	1.000
	Kontrol Uzman	0.171	0.575	1.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-1.310(*)	0.451	0.030
Kontrol Uzman	Deney Uzman	0.400	0.741	1.000
	Deney Uzman Olmayan	-0.171	0.575	1.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-1.481	0.600	0.098
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	1.881(*)	0.649	.0.031
	Deney Uzman Olmayan	1.310(*)	0.451	.0.30
	Kontrol Uzman	1.481	0.600	0.098

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 10'da da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki; deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

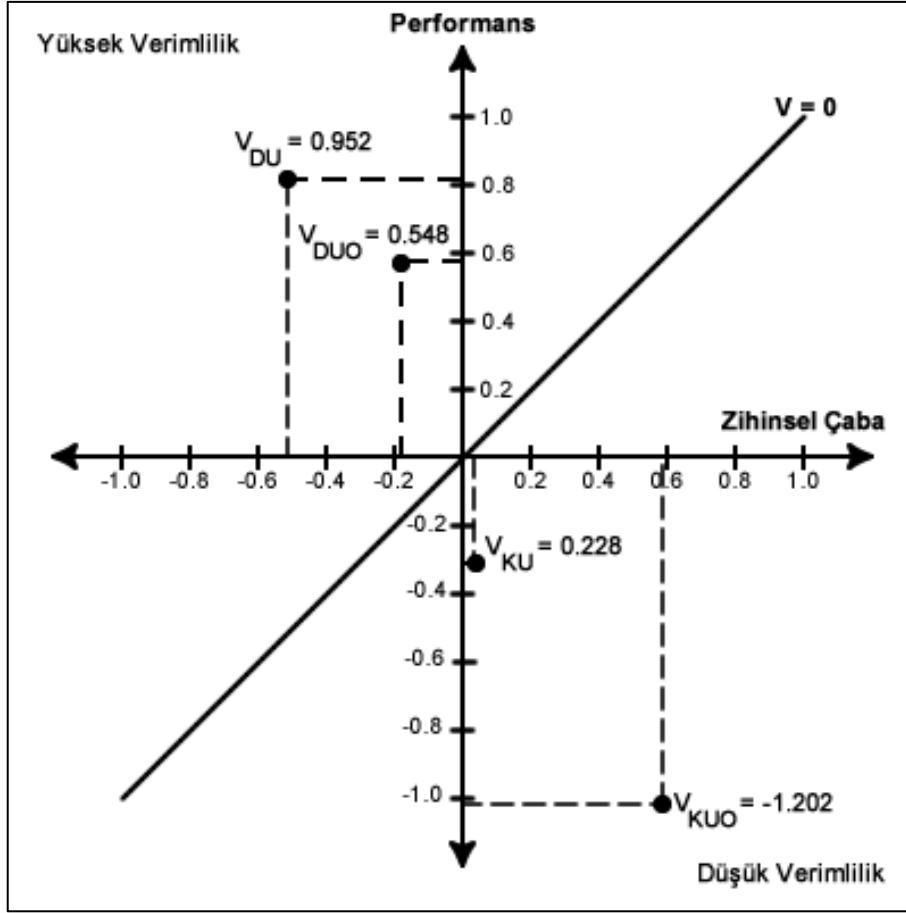
1.4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-1 Ve Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-1) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 11’de görülmektedir.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Yıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-1) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Yıldızlar Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.817	-0.529	0.952
Deney Uzman Olmayan	28	0.586	-0.189	0.548
Kontrol Uzman	10	0.032	-0.291	0.228
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.108	0.592	-1.202

Tablo 11’de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.817$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.586$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0.032$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -1.108$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,529$) sahipken, sırasıyla kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0,291$), deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,189$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,592$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 0.952, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.548, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için 0.228 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.202 olarak hesaplanmıştır. Şekil 2’de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2. Yıldızlar Kavramı İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 2'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 2.604$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Yıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	0.952	0.427						
DUO	28	0.548	0.701			3			
KU	10	0.228	0.874	50.608	46.505		19.297	0.000	0.479
KUO	21	-1.202	1.208			63			

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 12'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin yıldızlar kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 19.297$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.479$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin yıldızlar kavramı öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin yıldızlar kavramı öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 13'te görülmektedir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Yıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0.404	0.359	1.000
	Kontrol Uzman	0.724	0.425	0.561
	Kontrol Uzman Olmayan	2.154(*)	0.372	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0.404	0.359	1.000
	Kontrol Uzman	0.319	0.330	1.000
	Kontrol Uzman Olmayan	1.749(*)	0.259	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-0.724	0.425	0.561
	Deney Uzman Olmayan	-0.319	0.330	1.000
	Kontrol Uzman Olmayan	1.429(*)	0.344	0.001
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2.154(*)	0.372	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-1.749(*)	0.259	0.000
	Kontrol Uzman	-1.429(*)	0.344	0.001

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 13'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında

deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

1.5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden Elde Edilen Bulgular

Takımyıldızlar kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-2	Deney	36	5.94	0.333
	Kontrol	31	3.74	1.731
Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.36	0.762
	Kontrol	31	3.32	1.013

Tablo 14'te görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-2 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 5.94$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-1 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 3.74$) yüksek olduğu görülmektedir. Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.36$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 3.32$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin takımyıldızlar kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 14'te görülen Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-2 puanlarının varyanslarının eşit

olmadığı [$F = 58.541$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-2 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 2.705$, $p = 0.105$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 15’de, t-testi sonuçları ise Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 15. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	46.17	1662.00	120.000	0.000
Kontrol	31	19.87	616.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-2 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 120.000$, $Z = -6.289$, $r = 0.768$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-2 puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-2 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.768$) kullanılmıştır. r değeri 0.5’ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-2 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-2’de ortaya çıkan farkın %76’sını açıklamaktadır.

Tablo 16. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.36	0.762	65	4.427	0.000
Kontrol	31	3.32	1.013			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 4.427$; $\eta^2 = 0.232$, $p < 0.05$). Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.232$) 0.14’ten büyük olduğu için grup değişkeni Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın %23’ünü açıklamaktadır.

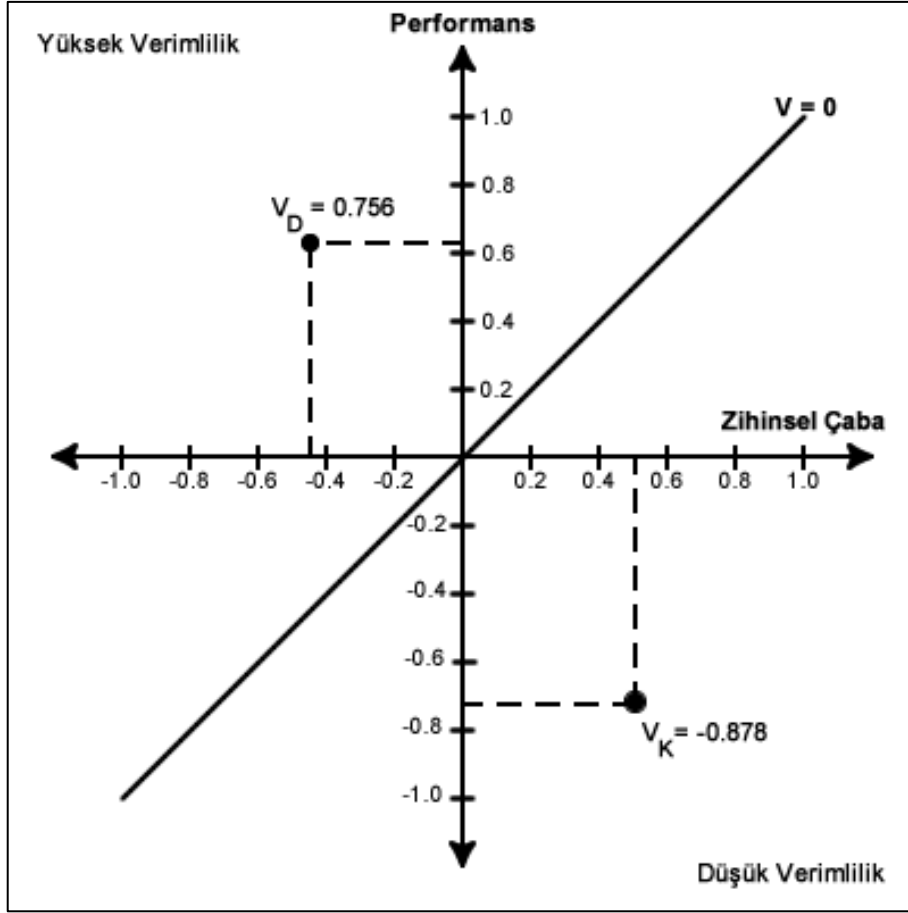
1.6. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Test-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, takımyıldızlar kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 17'de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-2) z-puanları ve zihinsel çaba (Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 17. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Takımyıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-2) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.626	-0.443	0.756
Kontrol	31	-0.727	0.514	-0.878

Tablo 17 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.626$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.727$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.443$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,514$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.756, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.878 olarak bulunmuştur. Şekil 3'te deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Takımyıldızlar Kavramı İçin Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 3'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 20.023$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Takımyıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	45.39	1634.00	148.000	0.000
Kontrol	31	20.77	644.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür [$U = 148.000$, $p < 0.05$]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 45.39$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 20.77$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

1.7. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Takımyıldızlar kavramının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-2	Deney Uzman	8	6.00	0.000
	Deney Uzman Olmayan	28	5.93	0.378
	Kontrol Uzman	10	3.80	2.044
	Kontrol Uzman Olmayan	21	3.71	1.617
Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.63	0.916
	Deney Uzman Olmayan	28	2.29	0.713
	Kontrol Uzman	10	2.90	0.738
	Kontrol Uzman Olmayan	21	3.52	1.078

Tablo 19'da da görüldüğü gibi Hatırlama Testi-2 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 6.00$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.93$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 3.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan

öğrencilerden ($\bar{X} = 3.71$) daha yüksek puana sahiptir. Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise takımyıldızlar kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 2.29$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 2.63$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 2.90$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 3.52$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-2 ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 19'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-2 puanlarının [$F(3-63) = 20.156, p = 0.000, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-2 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 2.036, p = 0.118, p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-2 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	47.00				
Deney Uzman Olmayan	28	45.93	3	39.644	0.000	0.601
Kontrol Uzman	10	21.05				
Kontrol Uzman Olmayan	21	19.31				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-2 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 39.644, \eta^2 = 0.601, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.601$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-2 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	19.00	152.00	108.000	0.593
Deney Uzman Olmayan	28	18.36	514.00		
Deney Uzman	8	13.50	108.00	8.000	0.002
Kontrol Uzman	10	6.30	63.00		
Deney Uzman	8	23.50	188.00	16.000	0.001
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.76	247.00		
Deney Uzman Olmayan	28	23.32	653.00	33.000	0.000
Kontrol Uzman	10	8.80	88.00		
Deney Uzman Olmayan	28	33.25	931.00	63.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.00	294.00		
Kontrol Uzman	10	15.55	326.50	95.500	0.682
Kontrol Uzman Olmayan	21	16.95	169.50		

Tablo 21'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-2 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 8.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 16.000, $p < 0.05$) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 33.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 63.000, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler (U = 108.000, $p > 0.05$) arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler (U = 95.500, $p > 0.05$) arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.63	0.916	47.727	18.750	3	8.250	0.000	0.282
DUO	28	2.29	0.713						
KU	10	2.90	0.738						
KUO	21	3.52	1.078						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 22'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 8.250, p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.282$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 23'te görülmektedir.

Tablo 23. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0.339	0.349	1.000
	Kontrol Uzman	-0.275	0.413	1.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.899	0.362	0.094
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0.339	0.349	1.000
	Kontrol Uzman	-0.614	0.321	0.360
	Kontrol Uzman Olmayan	-1.238(*)	0.251	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	0.275	0.413	1.000
	Deney Uzman Olmayan	0.614	0.321	0.360
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.624	0.334	0.401
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.899	0.362	0.094
	Deney Uzman Olmayan	1.238(*)	0.251	0.000
	Kontrol Uzman	0.624	0.334	0.401

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 23'te de görüldüğü gibi sadece deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler, kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

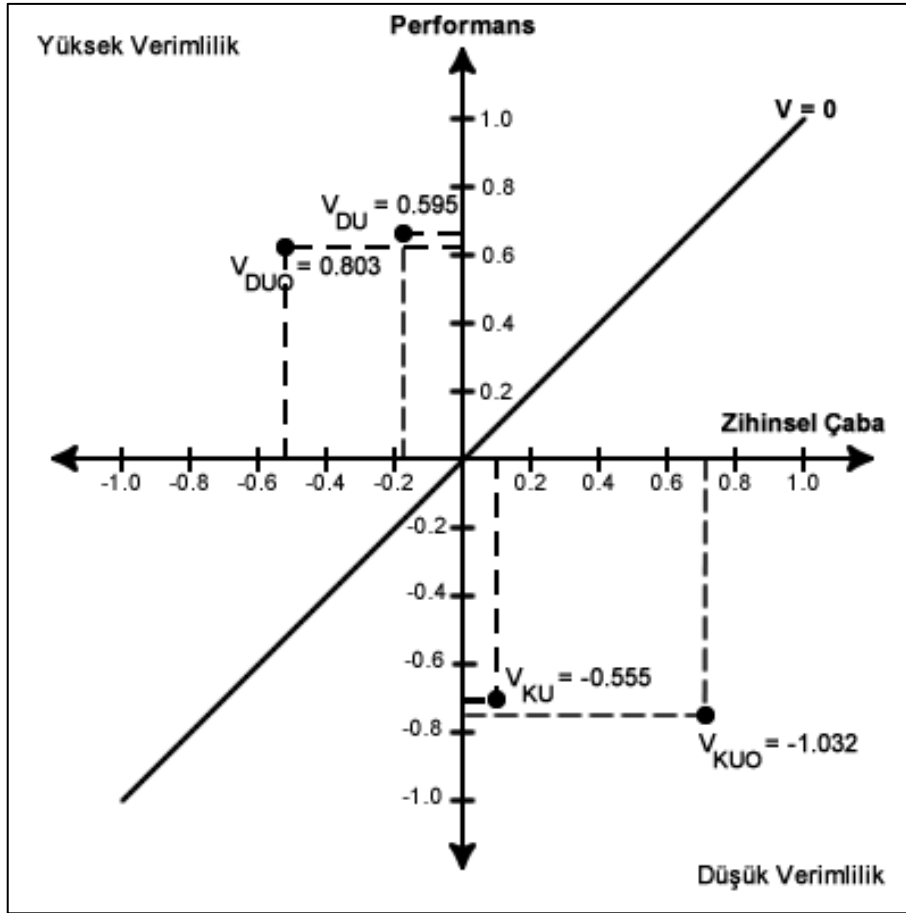
1.8. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-2 Ve Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-2) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 24'te görülmektedir.

Tablo 24. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Takımyıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-2) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Takımyıldızlar Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.661	-0.180	0.595
Deney Uzman Olmayan	28	0.617	-0.518	0.803
Kontrol Uzman	10	-0.692	0.093	-0.555
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.745	0.715	-1.032

Tablo 24'te görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.661$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.617$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.692$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.745$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,518$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0,180$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,093$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,715$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.803, deney grubundaki uzman öğrenciler için 0.595, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.555 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.032 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4'te deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4. Takımyıldızlar Kavramı İçin Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 4'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 5.656$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Takımyıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	42.75	3	28.670	0.000	0.434
Deney Uzman Olmayan	28	46.14				
Kontrol Uzman	10	24.65				
Kontrol Uzman Olmayan	21	18.93				

Tablo 25'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin takımyıldızlar kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 28.670, \eta^2 = 0.434, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.434$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Takımyıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	16.56	132.50	96.500	0.513
Deney Uzman Olmayan	28	19.05	533.50		
Deney Uzman	8	12.50	100.00	16.000	0.028
Kontrol Uzman	10	7.10	71.00		
Deney Uzman	8	22.69	181.50	22.500	0.003
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.07	253.50		
Deney Uzman Olmayan	28	22.79	638.00	48.000	0.001
Kontrol Uzman	10	10.30	103.00		
Deney Uzman Olmayan	28	33.30	932.50	61.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.93	292.50		
Kontrol Uzman	10	18.25	182.50	82.500	0.340
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.93	313.50		

Tablo 26'da da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 16.00, p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 22.500, p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 48.000, p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 61.500, p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ($U = 96.500,$

$p>0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 82.500$, $p>0.05$).

1.9. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Kuyruklu yıldızlar kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-3	Deney	36	4.72	0.566
	Kontrol	31	2.35	1.082
Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.39	1.022
	Kontrol	31	4.77	1.175

Tablo 27'de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-3 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 4.72$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-3 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 2.35$) yüksek olduğu görülmektedir. Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.39$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.77$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin kuyruklu yıldızlar kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 27'de görülen Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-3 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 12.242$; $p = 0.001$; $p<0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-3 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.134$,

$p = 0.715$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 28'de, t-testi sonuçları ise Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 28. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	47.86	1723.00	59.000	0.000
Kontrol	31	17.90	555.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-3 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 59.000$, $Z = -6.622$, $r = 0.809$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-3 puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-3 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.809$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-3 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-3'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %81'ini açıklamaktadır.

Tablo 29. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.39	1.022	65	8.888	0.000
Kontrol	31	4.77	1.175			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 8.888$; $\eta^2 = 0.549$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.549$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %55'ini açıklamaktadır.

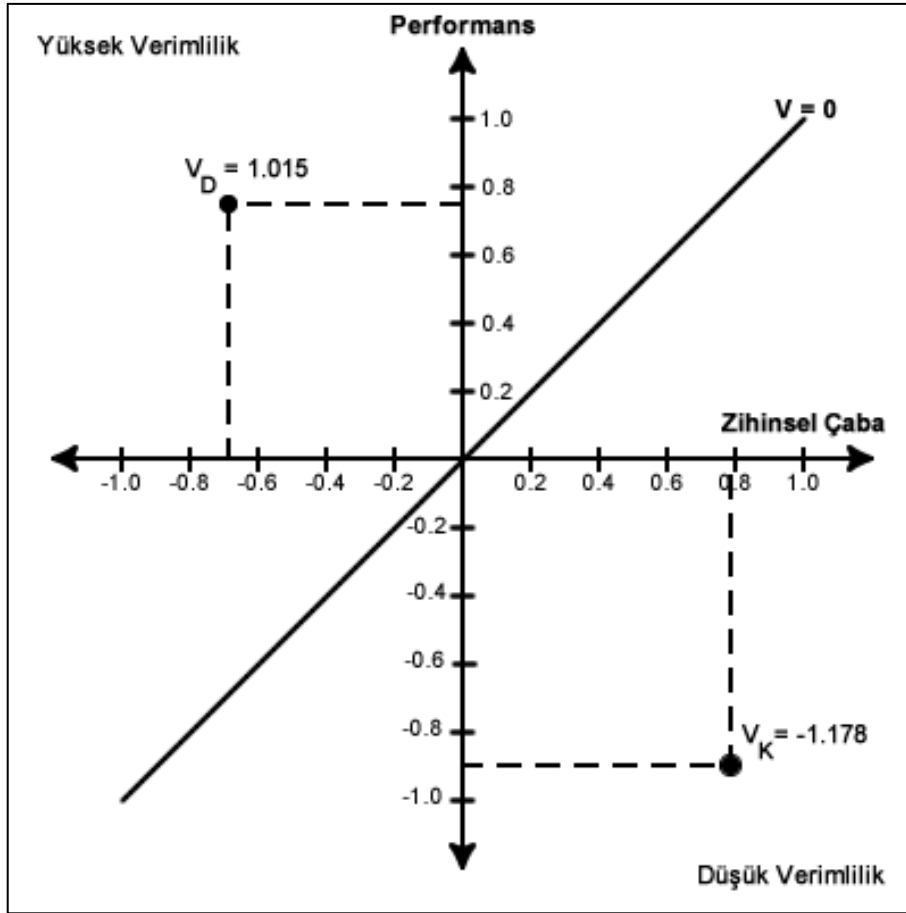
1.10. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, kuyruklu yıldızlar kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 30'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-3) z-puanları ve zihinsel çaba (Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 30. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-3) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.753	-0.682	1.015
Kontrol	31	-0.874	0.792	-1.178

Tablo 30 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.753$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.874$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.682$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,792$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 1.015, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.178 olarak bulunmuştur. Şekil 5'te deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5. Kuyruklu Yıldızlar Kavramı İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 5'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olduğu görülmüştür [$F = 3.027, p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	1.015	0.581	65	-13.191	0.000
Kontrol	31	-1.179	0.777			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = -13.191$; $p < 0.05$). Öğretim verimliliği puanı ortalamalarına bakıldığında deney grubundaki öğretimin ($\bar{X} = 1.015$) kontrol grubundaki öğretimden ($\bar{X} = -1.179$) daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

1.11. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 Ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Kuyruklu yıldızlar kavramının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-3	Deney Uzman	8	4.88	0.354
	Deney Uzman Olmayan	28	4.68	0.612
	Kontrol Uzman	10	2.80	1.398
	Kontrol Uzman Olmayan	21	2.14	0.854
Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.38	0.518
	Deney Uzman Olmayan	28	2.39	1.133
	Kontrol Uzman	10	4.30	1.337
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.00	1.049

Tablo 32'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-3 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 4.88$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 4.68$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 2.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 2.14$) daha yüksek puana sahiptir. Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise kuyruklu yıldızlar kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.38$) sarf ederken, sırasıyla deney

grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.39$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.30$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.00$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 31'de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-3 puanlarının [$F(3-63) = 4.661, p = 0.005, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-3 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 1.336, p = 0.271, p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-3 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	50.19	3	45.466	0.000	0.689
Deney Uzman Olmayan	28	47.20				
Kontrol Uzman	10	23.70				
Kontrol Uzman Olmayan	21	15.14				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-3 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 45.466, \eta^2 = 0.689, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.689$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-3 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	20.38	163.00	97.000	0.431
Deney Uzman Olmayan	28	17.96	503.00		

Deney Uzman	8	13.38	107.00	9.000	0.003
Kontrol Uzman	10	6.40	64.00		
Deney Uzman	8	25.44	203.50	0.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.02	231.50		
Deney Uzman Olmayan	28	23.11	647.00	39.000	0.000
Kontrol Uzman	10	9.40	94.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.13	983.50	10.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.50	241.50		
Kontrol Uzman	10	18.90	189.00	76.000	0.199
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.62	307.00		

Tablo 34'te de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-3 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 9.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 0.500, $p < 0.05$) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 39.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan (U = 10.500, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık (U = 97.000, $p > 0.05$) ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır (U = 76.000, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 35'de verilmiştir.

Tablo 35. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.38	0.518	74.654	98.093	3	27.593	0.000	0.568
DUO	28	2.39	1.133						
KU	10	4.30	1.337						
KUO	21	5.00	1.049						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 35'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 27.593$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.568$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve

uzman olmayan öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 36'da görülmektedir.

Tablo 36. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.018	0.436	1.000
	Kontrol Uzman	-1.925(*)	0.516	0.002
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.625(*)	0.452	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.018	0.436	1.000
	Kontrol Uzman	-1.907(*)	0.401	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.607(*)	0.314	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	1.925(*)	0.516	0.002
	Deney Uzman Olmayan	1.907(*)	0.401	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.700	0.418	0.595
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	2.625(*)	0.452	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.607(*)	0.314	0.000
	Kontrol Uzman	0.700	0.418	0.595

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 36'da da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

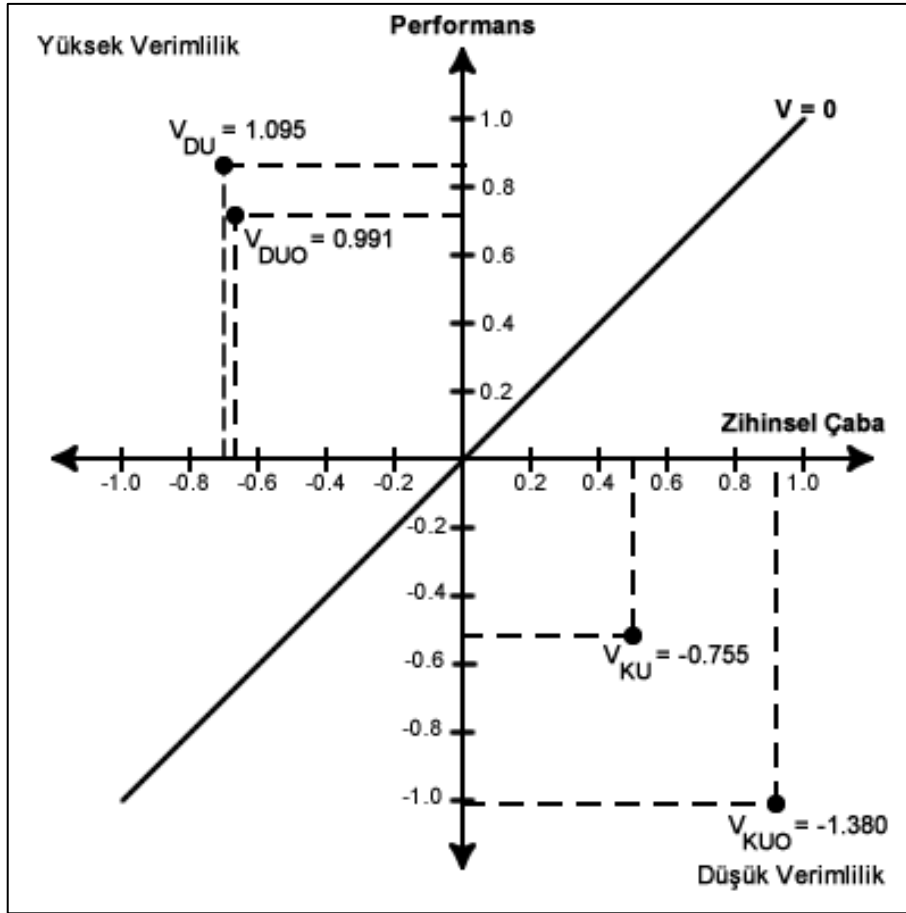
1.12. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-3 ve Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-3) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 37'de görülmektedir.

Tablo 37. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-3) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.858	-0.691	1.095
Deney Uzman Olmayan	28	0.723	-0.679	0.991
Kontrol Uzman	10	-0.568	0.499	-0.755
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.020	0.931	-1.380

Tablo 37’de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.858$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.723$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.568$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -1.020$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,691$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,679$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,499$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,931$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.095, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.991, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.755 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.380 olarak hesaplanmıştır. Şekil 6’da deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6. Kuyruklu Yıldızlar Kavramı İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 6'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 1.219$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.095	0.344	27.214	82.842	3	63.925	0.000	0.753
DUO	28	0.991	0.636						
KU	10	-0.755	0.796						
KUO	21	-1.380	0.699						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 38'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin kuyruklu yıldızlar kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 63.925, p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.753$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin kuyruklu yıldızlar kavramı öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin kuyruklu yıldızlar kavramı öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 39'da görülmektedir.

Tablo 39. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0.103	0.263	1.000
	Kontrol Uzman	1.849(*)	0.311	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.475(*)	0.273	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0.103	0.263	1.000
	Kontrol Uzman	1.747(*)	0.242	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.372(*)	0.189	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-1.849(*)	0.311	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-1.747(*)	0.242	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	0.625	0.252	0.096
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2.475(*)	0.273	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-2.372(*)	0.189	0.000
	Kontrol Uzman	-0.625	0.252	0.096

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 39'da da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney

grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

1.13. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Gezegen kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-4	Deney	36	6.72	0.513
	Kontrol	31	5.26	0.893
Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.58	1.180
	Kontrol	31	4.94	1.124

Tablo 40'ta görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-4 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 6.72$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-4 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 5.26$) yüksek olduğu görülmektedir. Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.58$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.94$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin gezegenler kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 40'ta görülen Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-4 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 10.758$; $p = 0.002$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle

Hatırlama Testi-4 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.968$, $p = 0.329$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 41'de, t-testi sonuçları ise Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 41. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	46.92	1689.00	93.000	0.000
Kontrol	31	19.00	589.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-4 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 93.000$, $Z = -6.197$, $r = 0.757$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-4 puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-4 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.757$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-4 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-4'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %75'ini açıklamaktadır.

Tablo 42. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.58	1.180	65	8.316	0.000
Kontrol	31	4.94	1.124			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 8.316$; $\eta^2 = 0.515$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.515$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %51'ini açıklamaktadır.

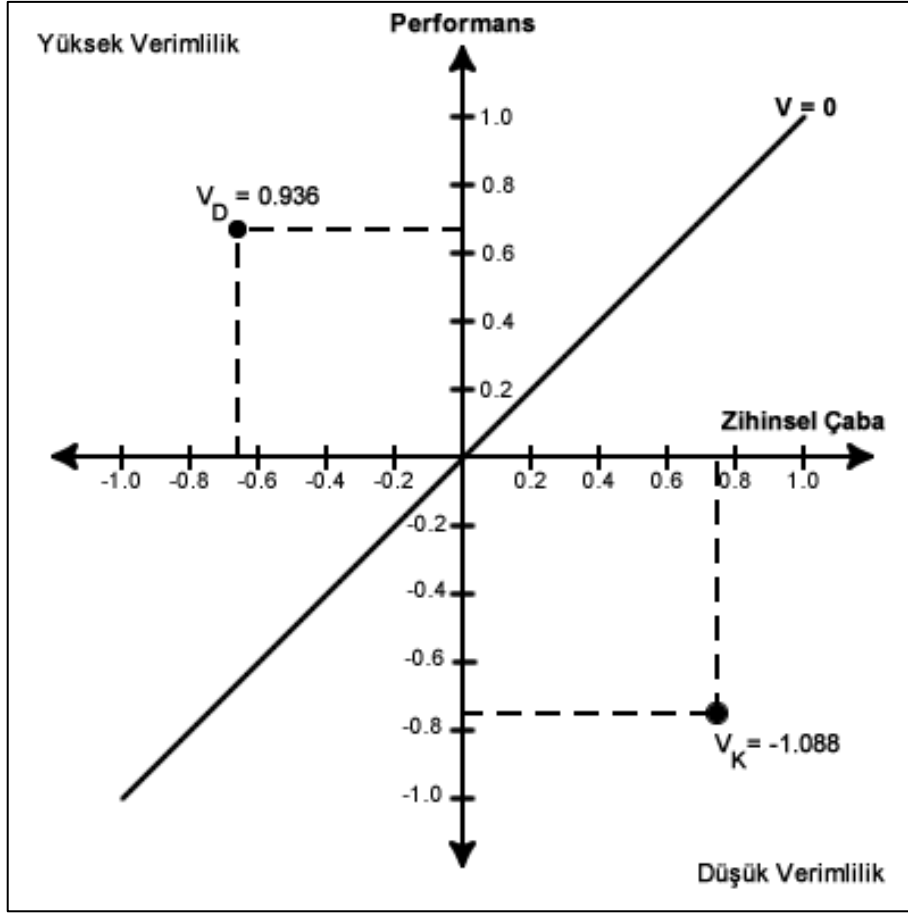
1.14. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmamızın bu bölümünde, gezegenler kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 43'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-4) z-puanları ve zihinsel çaba (Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 43. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Kuyruklu Yıldızlar Kavramı Performans (Hatırlama Testi-4) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.663	-0.661	0.936
Kontrol	31	-0.770	0.768	-1.088

Tablo 43 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.663$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.770$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.661$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,768$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.936, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.088 olarak bulunmuştur. Şekil 7'de deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 7. Gezegener Kavramı İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 7'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olduğu görülmüştür [$F = 2.829, p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Gezegenler Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	0.936	0.608	65	-11.414	0.000
Kontrol	31	-1.088	0.839			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = -11.414$; $p < 0.05$). Öğretim verimliliği puanı ortalamalarına bakıldığında deney grubundaki öğretimin ($\bar{X} = 0.936$) kontrol grubundaki öğretimden ($\bar{X} = -1.088$) daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

1.15. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Gezegenler kavramının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 45'de verilmiştir.

Tablo 45. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-4	Deney Uzman	8	6.88	0.354
	Deney Uzman Olmayan	28	6.68	0.548
	Kontrol Uzman	10	5.20	1.229
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.29	0.717
Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.13	0.991
	Deney Uzman Olmayan	28	2.71	1.213
	Kontrol Uzman	10	4.60	0.843
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.10	1.221

Tablo 45'te de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-4 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 6.88$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 6.68$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 5.20$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.29$) daha yüksek puana sahiptir. Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise gezegenler kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.13$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman

olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.71$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.60$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.10$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 45'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-4 puanlarının [$F(3-63) = 7.739, p = 0.000, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-4 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.596, p = 0.620, p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-4 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	50.44	3	38.863	0.000	0.589
Deney Uzman Olmayan	28	45.91				
Kontrol Uzman	10	20.35				
Kontrol Uzman Olmayan	21	18.36				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-4 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 38.863, \eta^2 = 0.589, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.589$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-4 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	20.81	166.50	93.500	0.350
Deney Uzman Olmayan	28	17.84	499.50		

Deney Uzman	8	13.69	109.50	6.500	0.002
Kontrol Uzman	10	6.15	61.50		
Deney Uzman	8	24.94	199.50	4.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.21	235.50		
Deney Uzman Olmayan	28	23.18	649.00	37.000	0.000
Kontrol Uzman	10	9.20	92.00		
Deney Uzman Olmayan	28	33.89	949.00	45.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.14	276.00		
Kontrol Uzman	10	16.00	160.00	105.000	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	16.00	336.00		

Tablo 47'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-4 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U =6.500, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 4.500, p<0.05) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 37.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 45.000, p<0.05) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık (U = 93.500, p>0.05) ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır (U = 105.000, p>0.05).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.13	0.991	82.799	95.977	3	24.342	0.000	0.537
DUO	28	2.71	1.213						
KU	10	4.60	0.843			63			
KUO	21	5.10	1.221						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 48'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 24.342$, p<0.05). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.537$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman

olmayan öğrencilerin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 49'da görülmektedir.

Tablo 49. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.589	0.460	1.000
	Kontrol Uzman	-2.475(*)	0.544	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.970(*)	0.476	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.589	0.460	1.000
	Kontrol Uzman	-1.886(*)	0.422	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.381(*)	0.331	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	2.475(*)	0.544	0.000
	Deney Uzman Olmayan	1.886(*)	0.422	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.495	0.440	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	2.970(*)	0.476	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.381(*)	0.331	0.000
	Kontrol Uzman	0.495	0.440	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 49'da da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

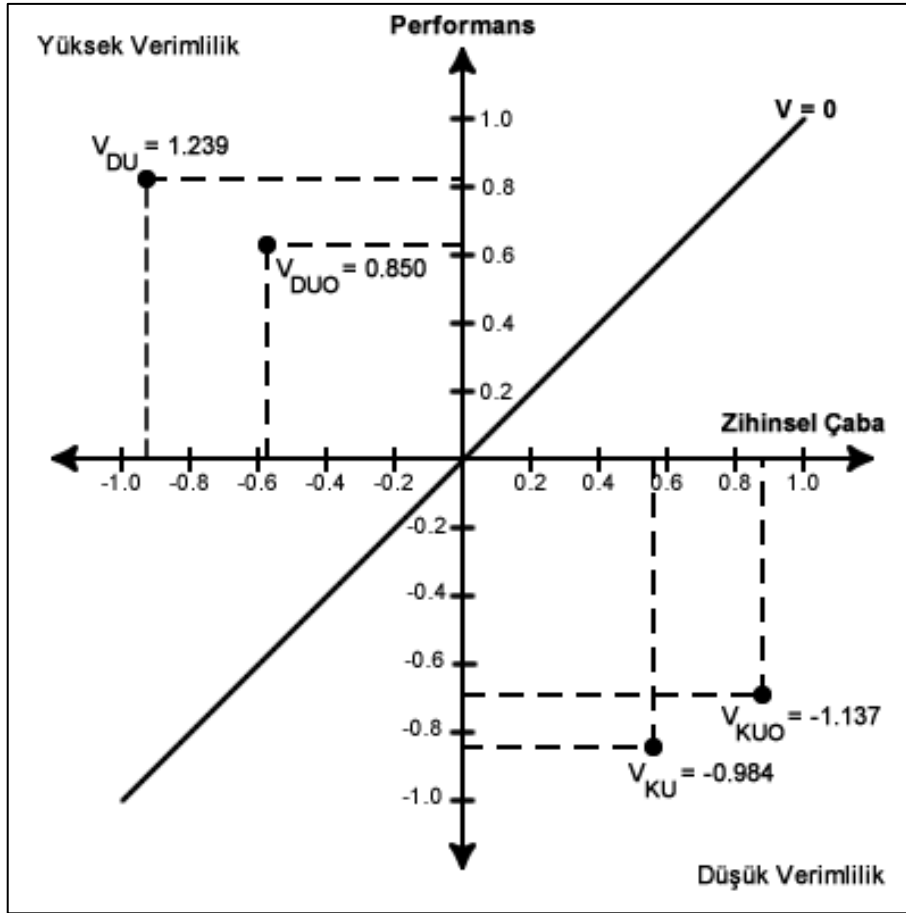
1.16. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-4 ve Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-4) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 50'de görülmektedir.

Tablo 50. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gezegenler Kavramı Performans (Hatırlama Testi-4) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Gezegenler Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.813	-0.939	1.239
Deney Uzman Olmayan	28	0.620	-0.582	0.850
Kontrol Uzman	10	-0.827	0.564	-0.984
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.743	0.865	-1.137

Tablo 50'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.813$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.620$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.743$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.827$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,939$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,582$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,564$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,865$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.239, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.850, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.984 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.137 olarak hesaplanmıştır. Şekil 8'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 8. Gezegenler Kavramı İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 8'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 1.734$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 51'de verilmiştir.

Tablo 51. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gezegenler Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.234	0.381						
DUO	28	0.850	0.637			3			
KU	10	-0.984	1.000	32.948	69.345		44.199	0.000	0,678
KUO	21	-1.137	0.773			63			

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 51'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gezegenler kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 44.199$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.678$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin gezegenler kavramı öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gezegenler kavramı öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 52'de görülmektedir.

Tablo 52. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gezegenler Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0.389	0.289	1.000
	Kontrol Uzman	2.223(*)	0.343	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.376(*)	0.300	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0.389	0.289	1.000
	Kontrol Uzman	1.834(*)	0.266	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	1.987(*)	0.209	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-2.223(*)	0.343	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-1.834(*)	0.266	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	0.153	0.278	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2.376(*)	0.300	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-1.987(*)	0.209	0.000
	Kontrol Uzman	-0.153	0.278	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 52'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney

grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

1.17. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Meteorlar ve gök taşları kavramlarının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-5	Deney	36	3.89	0.398
	Kontrol	31	2.29	1.321
Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.25	1.273
	Kontrol	31	4.06	1.237

Tablo 53'te görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-5 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 3.89$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-5 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 2.29$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.25$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.06$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin Meteorlar ve Gök Taşları kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Tablo 53'te görülen Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-5 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 51.654$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir.

Bu nedenle Hatırlama Testi-5 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.271$, $p = 0.605$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 54'te, t-testi sonuçları ise Tablo 55'te verilmiştir.

Tablo 54. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	45.61	1642.00	140.000	0.000
Kontrol	31	20.52	636.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-5 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 140.000$, $Z = -5.894$, $r = 0.720$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-5 puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-5 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.720$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-5 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-5'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %72'sini açıklamaktadır.

Tablo 55. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.25	1.273	65	5.894	0.000
Kontrol	31	4.06	1.237			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 5.894$; $\eta^2 = 0.348$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.348$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %35'ini açıklamaktadır.

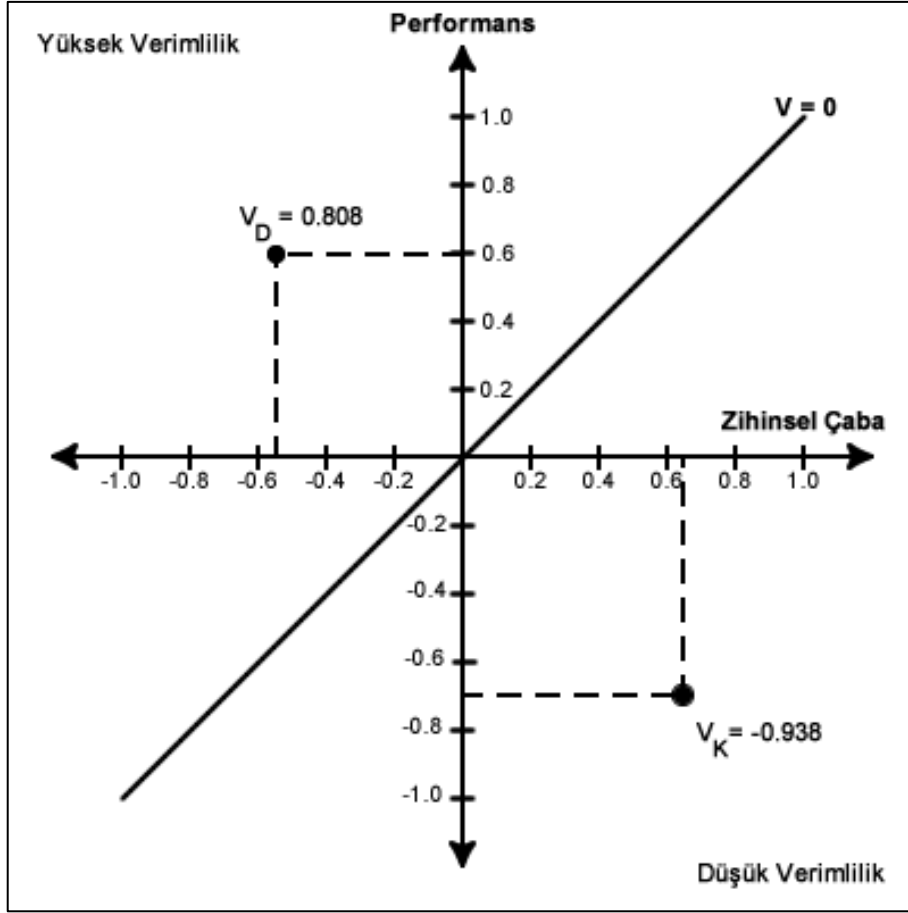
1.18. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, Meteorlar ve Gök Taşları kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 56'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-5) z-puanları ve zihinsel çaba (Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 56. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Kavramları Performans (Hatırlama Testi-5) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.599	-0.544	0.808
Kontrol	31	-0.696	0.631	-0.938

Tablo 56 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.599$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.696$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.544$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,631$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.808, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.938 olarak bulunmuştur. Şekil 9'da deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 9. Meteorlar ve Gök Taşları Kavramları İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 9'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 6.468$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U sonuçları Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Kavramları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	47.60	1713.50	68.500	0.000
Kontrol	31	18.21	564.50		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir [$U = 68.500$, $p < 0.05$]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasının ($\bar{X} = 47.60$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 18.21$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

1.19. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Meteorlar ve gök taşları kavramlarının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-5	Deney Uzman	8	4.00	0.000
	Deney Uzman Olmayan	28	3.86	0.448
	Kontrol Uzman	10	2.90	1.197
	Kontrol Uzman Olmayan	21	2.00	1.304
Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.25	1.669
	Deney Uzman Olmayan	28	2.25	1.175
	Kontrol Uzman	10	3.90	0.738
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.14	1.424

Tablo 58'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-5 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 4.00$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 3.86$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 2.90$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan

öğrencilerden ($\bar{X} = 2.00$) daha yüksek puana sahiptir. Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise meteorlar ve gök taşları kavramlarını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 2.25$) sarf ederken, sırasıyla kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 3.90$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 4.14$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-5 ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 119'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-5 puanlarının [$F(3-63) = 10.165, p = 0.000, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-5 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 1.058, p = 0.373, p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-5 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 59'da verilmiştir.

Tablo 59. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	48.00	3	37.112	0.000	0.562
Deney Uzman Olmayan	28	44.93				
Kontrol Uzman	10	27.20				
Kontrol Uzman Olmayan	21	17.33				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-5 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 37.112, \eta^2 = 0.562, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.562$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-5 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 60'ta verilmiştir.

Tablo 60. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	20.00	160.00	100.000	0.341
Deney Uzman Olmayan	28	18.07	506.00		
Deney Uzman	8	13.00	104.00	12.000	0.004
Kontrol Uzman	10	6.70	67.00		
Deney Uzman	8	24.00	192.00	12.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.57	243.00		
Deney Uzman Olmayan	28	22.46	629.00	57.000	0.000
Kontrol Uzman	10	11.20	112.00		
Deney Uzman Olmayan	28	33.39	935.00	59.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.81	290.00		
Kontrol Uzman	10	20.30	203.00	62.000	0.062
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.95	293.00		

Tablo 60'ta da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-5 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 12.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 12.000, p<0.05) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 57.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 59.000, p<0.05) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık (U = 100.000, p>0.05) ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır (U = 62.000, p>0.05).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 61'de verilmiştir.

Tablo 61. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.25	1.669	102.221	55.241	3	11.349	0.000	0.351
DUO	28	2.25	1.175						
KU	10	3.90	0.738						
KUO	21	4.14	1.424						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 61'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 11.349, p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.351$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 62'de görülmektedir.

Tablo 62. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0,000	0,511	1,000
	Kontrol Uzman	-1,650(*)	0,604	0,049
	Kontrol Uzman Olmayan	-1,893(*)	0,529	0,004
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0,000	0,511	1,000
	Kontrol Uzman	-1,650(*)	0,469	0,005
	Kontrol Uzman Olmayan	-1,893(*)	0,368	0,000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	1,650(*)	0,604	0,049
	Deney Uzman Olmayan	1,650(*)	0,469	0,005
	Kontrol Uzman Olmayan	-0,243	0,489	1,000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	1,893(*)	0,529	0,004
	Deney Uzman Olmayan	1,893(*)	0,368	0,000
	Kontrol Uzman	0,243	0,489	1,000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 62'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

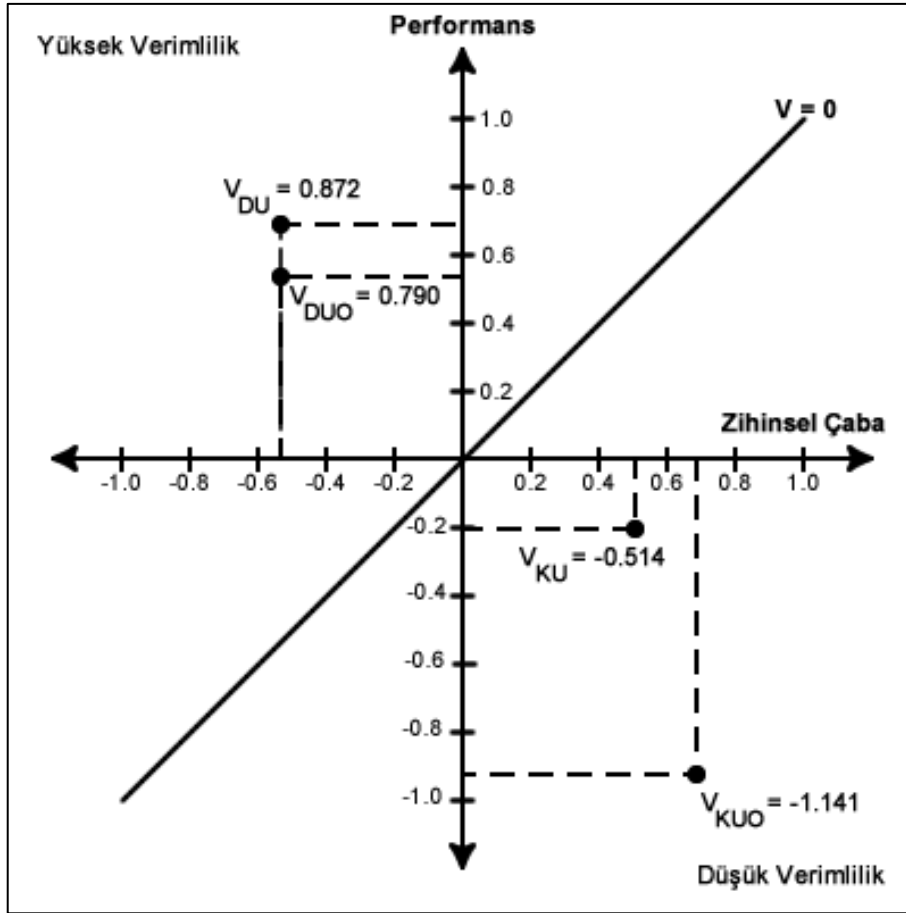
1.20. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Birinci Oturum Hatırlama Testi-5 Ve Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-5) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 63'te görülmektedir.

Tablo 63. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Kavramları Performans (Hatırlama Testi-5) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.689	-0.544	0.872
Deney Uzman Olmayan	28	0.574	-0.544	0.790
Kontrol Uzman	10	-0.202	0.525	-0.514
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.931	0.682	-1.141

Tablo 63'te görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.872$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.790$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.514$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -1.141$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,544$) sahipken, sırasıyla kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,525$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,682$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 0.872, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.790, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.514 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.141 olarak hesaplanmıştır. Şekil 10'da deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 10. Meteorlar ve gök taşları kavramları için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 10'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 2.283$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 64'te verilmiştir.

Tablo 64. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Kavramları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	0.872	0.764	42.329	53.520	3	26.552	0.000	0.558
DUO	28	0.790	0.673						
KU	10	-0.514	0.729						
KUO	21	-1.141	1.031						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 64'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları kavramları öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 26.552, p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.558$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Meteorlar ve Gök Taşları kavramları öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları kavramları öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 65'de görülmektedir.

Tablo 65. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Meteorlar ve Gök Taşları Kavramları Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0,082	0,329	1,000
	Kontrol Uzman	1,386(*)	0,389	0,004
	Kontrol Uzman Olmayan	2,013(*)	0,341	0,000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0,082	0,329	1,000
	Kontrol Uzman	1,304(*)	0,302	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	1,931(*)	0,237	0,000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-1,386(*)	0,389	0,004
	Deney Uzman Olmayan	-1,304(*)	0,302	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	0,627	0,315	0,305
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2,013(*)	0,341	0,000
	Deney Uzman Olmayan	-1,931(*)	0,237	0,000
	Kontrol Uzman	-0,627	0,315	0,305

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 65'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney

grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

2. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinin Güneş Sistemi ve Gezegenler Konusundan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ünitenin Güneş Sistemi ve Gezegenler konusu ile ilgili olarak güneş sistemi, güneş sistemini oluşturan gezegenler ve uyduları ile gökada, uzay ve evren kavramları ile ilgili yapılan uygulamalardan elde edilen bulgular sunulmuştur.

2.1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Güneş sistemi kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-6	Deney	36	5.83	0.609
	Kontrol	31	2.68	2.166
Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.03	1.028
	Kontrol	31	5.45	1.234

Tablo 66'da görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-6 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 5.83$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-6 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 2.68$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.03$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 5.45$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin Güneş Sistemi kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 66'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-6 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 60.741$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-6 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 2.383$, $p = 0.128$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 67'de, t-testi sonuçları ise Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 67. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	45.96	1654.50	127.500	0.000
Kontrol	31	20.11	623.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-6 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 127.500$, $Z = -6.051$, $r = 0.739$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-6 puanları kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-6 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.739$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-6 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-6'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %74'ünü açıklamaktadır.

Tablo 68. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.03	1.028	65	12.392	0.000
Kontrol	31	5.45	1.234			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 12.392$; $\eta^2 = 0.703$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.703$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir

etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %70'ini açıklamaktadır.

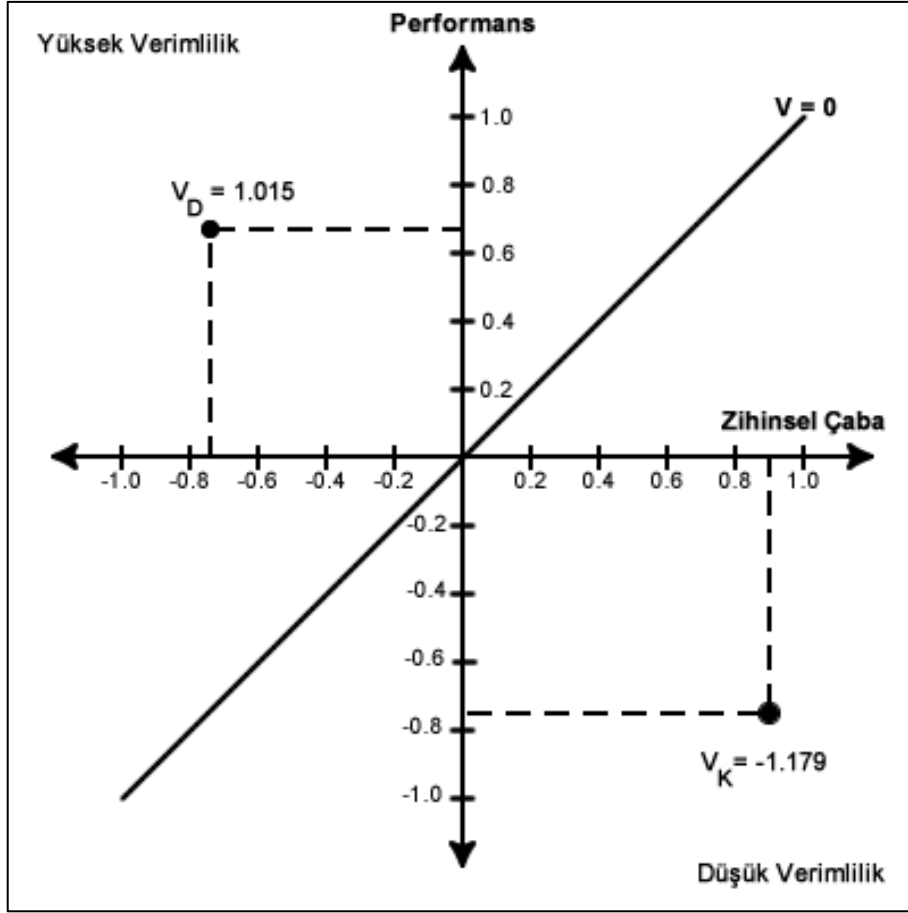
2.2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, güneş sistemi kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 69'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-6) z-puanları ve zihinsel çaba (Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 69. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Güneş Sistemi Kavramı Performans (Hatırlama Testi-6) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.663	-0.772	1.015
Kontrol	31	-0.771	0.897	-1.179

Tablo 69 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.663$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.771$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.772$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,891$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 1.015, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.179 olarak bulunmuştur. Şekil 11'de deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 11. Güneş sistemi kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 11'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 17.385$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U sonuçları Tablo 70'te verilmiştir.

Tablo 70. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	48.99	1763.50	18.500	0.000
Kontrol	31	16.60	514.50		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir [$U = 18.500$, $p < 0.05$]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 48.99$), kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 16.60$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

2.3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Güneş Sistemi kavramlarının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 71'de verilmiştir.

Tablo 71. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-6	Deney Uzman	8	6.00	0.000
	Deney Uzman Olmayan	28	5.79	0.686
	Kontrol Uzman	10	4.30	1.829
	Kontrol Uzman Olmayan	21	1.90	1.895
Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.00	0.926
	Deney Uzman Olmayan	28	2.04	1.071
	Kontrol Uzman	10	5.30	1.494
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.52	1.123

Tablo 71'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-6 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 6.00$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.79$),

kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 4.30$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 1.90$) daha yüksek puana sahiptir. Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise güneş sistemi kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.00$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.04$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.30$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.52$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 71'de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-6 puanlarının [$F(3-63) = 13.550, p = 0.000, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-6 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.834, p = 0.480, p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-6 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 72'de verilmiştir.

Tablo 72. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	48.00	3	42.564	0.000	0.645
Deney Uzman Olmayan	28	45.38				
Kontrol Uzman	10	31.05				
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.90				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-6 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 42.564, \eta^2 = 0.645, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.645$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-6 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 73'te verilmiştir.

Tablo 73. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	20.00	160.00	100.000	0.341
Deney Uzman Olmayan	28	18.07	506.00		
Deney Uzman	8	12.50	100.00	16.000	0.011
Kontrol Uzman	10	7.10	71.00		
Deney Uzman	8	24.50	196.00	8.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.38	239.00		
Deney Uzman Olmayan	28	22.07	618.00	68.000	0.001
Kontrol Uzman	10	12.30	123.00		
Deney Uzman Olmayan	28	34.23	958.50	35.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.69	266.50		
Kontrol Uzman	10	22.65	226.50	38.500	0.004
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.83	269.50		

Tablo 73'te de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-6 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 16.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 8.000, p<0.05) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 68.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 35.500, p<0.05) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan (U = 38.500, p<0.05) öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır (U = 100.000, p>0.05).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 74'te verilmiştir.

Tablo 74. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.00	0.926	82.302	195.608	3	49.911	0.000	0.704
DUO	28	2.04	1.071						
KU	10	5.30	1.494						
KUO	21	5.52	1.123						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 74'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 49.911$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.704$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 75'te görülmektedir.

Tablo 75. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0,036	0,458	1,000
	Kontrol Uzman	-3,300(*)	0,542	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3,524(*)	0,475	0,000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0,036	0,458	1,000
	Kontrol Uzman	-3,264(*)	0,421	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3,488(*)	0,330	0,000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3,300(*)	0,542	0,000
	Deney Uzman Olmayan	3,264(*)	0,421	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0,224	0,439	1,000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3,524(*)	0,475	0,000
	Deney Uzman Olmayan	3,488(*)	0,330	0,000
	Kontrol Uzman	0,224	0,439	1,000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 75'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

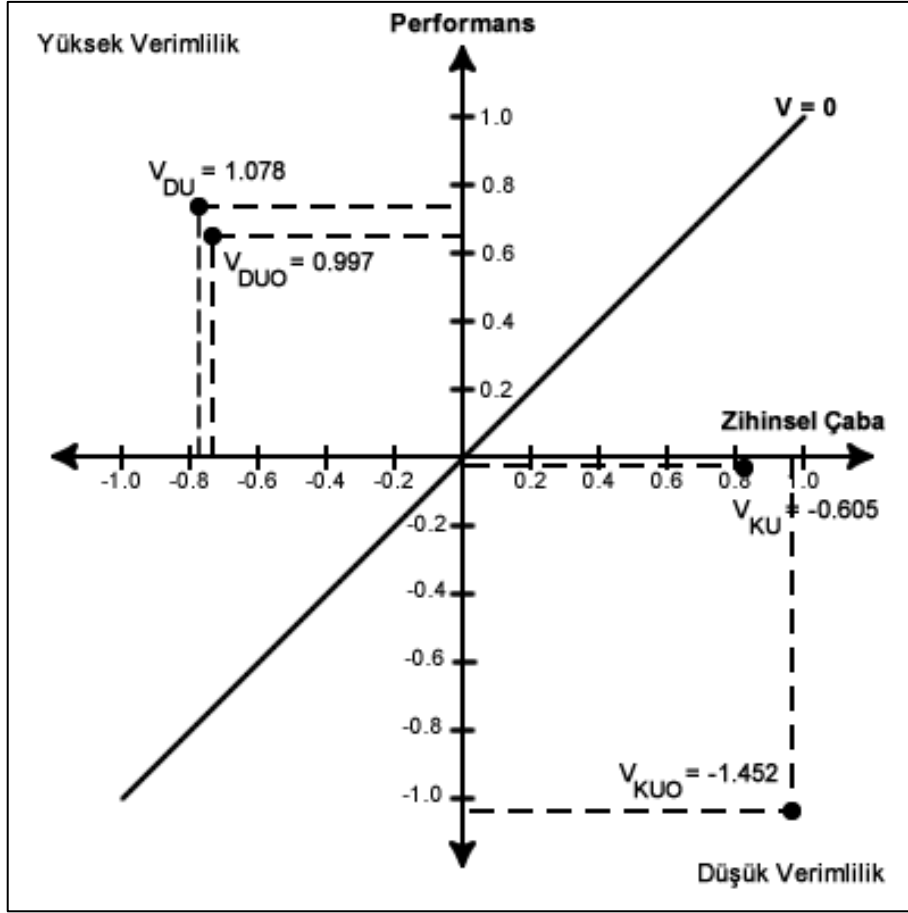
2.4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-6 ve Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-6) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 76'da görülmektedir.

Tablo 76. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Güneş Sistemi Kavramları Performans (Hatırlama Testi-6) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Güneş Sistemi Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.739	-0.786	1.078
Deney Uzman Olmayan	28	0.641	-0.768	0.997
Kontrol Uzman	10	-0.033	0.823	-0.605
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.122	0.932	-1.452

Tablo 76'da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.739$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.641$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.033$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -1.122$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,786$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,768$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,823$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,932$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.078, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.997, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.605 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.451 olarak hesaplanmıştır. Şekil 12'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 12. Güneş sistemi kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 12'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 5.841$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 77'de verilmiştir.

Tablo 77. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Güneş Sistemi Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	49.56	3	48.146	0.000	0.729
Deney Uzman Olmayan	28	48.82				
Kontrol Uzman	10	22.70				
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.69				

Tablo 77'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 48.146$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.729$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Güneş Sistemi kavramları öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Güneş Sistemi kavramı öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 78'de görülmektedir.

Tablo 78. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Güneş Sistemi Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	18.94	151.50	108.500	0.890
Deney Uzman Olmayan	28	18.38	514.50		
Deney Uzman	8	14.13	113.00	3.000	0.001
Kontrol Uzman	10	5.80	58.00		
Deney Uzman	8	25.50	204.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00		
Deney Uzman Olmayan	28	24.00	672.00	14.000	0.000
Kontrol Uzman	10	6.90	69.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.45	992.50	1.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.07	232.50		
Kontrol Uzman	10	21.00	210.00	55.000	0.034
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.62	286.00		

Tablo 78'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin öğretim verimliliği puanları ile kontrol grubundaki uzman ($U = 3.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 0.000$, $p < 0.05$) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 14.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 1.500$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan ($U = 55.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında

kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 108.500, p > 0.05$).

2.5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Güneş sistemini oluşturan gezegenlerin tanıtıldığı uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 79'da verilmiştir.

Tablo 79. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-7	Deney	36	29.78	3.432
	Kontrol	31	23.84	6.383
Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.50	1.320
	Kontrol	31	5.06	1.063

Tablo 79'da görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-7 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 29.78$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-7 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 23.84$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.50$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 5.06$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin güneş sistemini oluşturan gezegenleri ve özelliklerini öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 140'ta görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-7 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 11.644; p = 0.001; p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-7 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit

olduğundan [$F = 1.329$, $p = 0.253$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 80'de, t-testi sonuçları ise Tablo 81'de verilmiştir.

Tablo 80. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	43.10	1551.50	230.500	0.000
Kontrol	31	23.44	726.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-7 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 230.500$, $Z = -4.174$, $r = 0.510$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-7 puanları ($\bar{X} = 43.10$) kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 23.44$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-7 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.510$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-7 üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-7'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %51'ini açıklamaktadır.

Tablo 81. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.50	1.320	65	8.663	0.000
Kontrol	31	5.06	1.063			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 8.663$; $\eta^2 = 0.536$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.536$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %54'ünü açıklamaktadır.

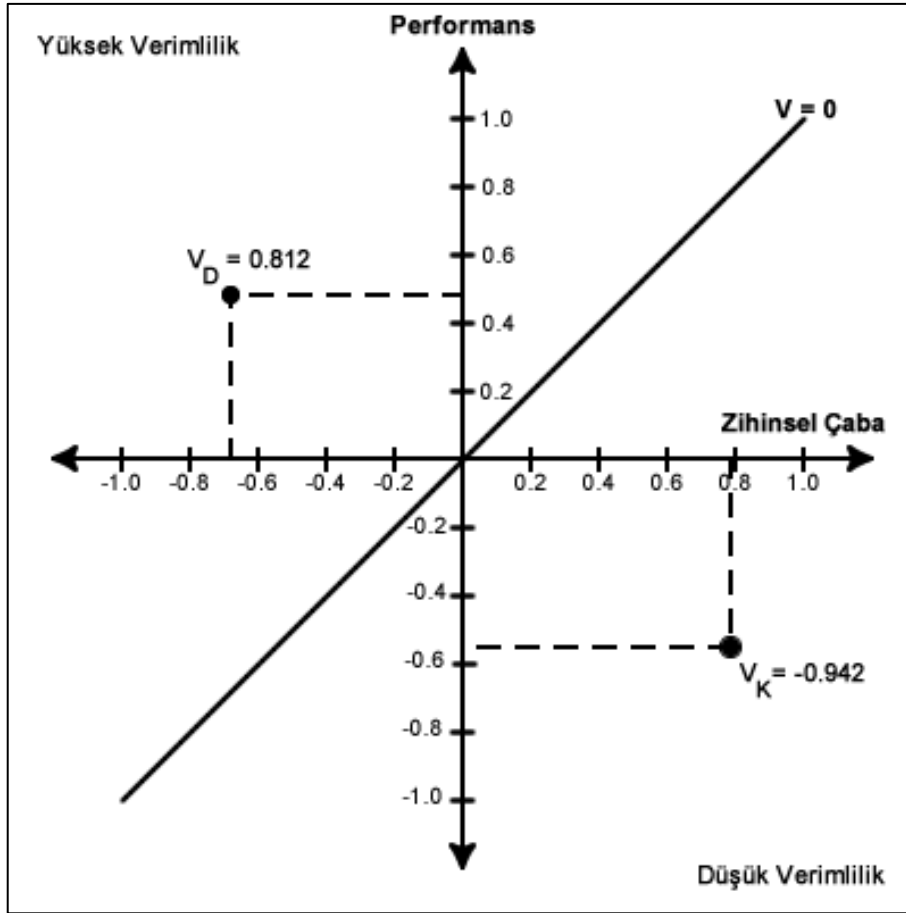
2.6. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, güneş sistemini oluşturan gezegenlerin ve özelliklerinin tanıtıldığı deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 82’de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-7) z-puanları ve zihinsel çaba (Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 82. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Performans (Hatırlama Testi-7) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.474	-0.674	0.812
Kontrol	31	-0.549	0.783	-0.942

Tablo 82 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.474$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.549$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.674$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,783$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.812, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.942 olarak bulunmuştur. Şekil 13’te deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 13. Gezegenler ve özellikleri için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 13'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 4.606$, $p=0.036$, $p<0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U sonuçları Tablo 83'te verilmiştir.

Tablo 83. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Gezegenler ve Özellikleri Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	47.72	1707.00	75.000	0.000
Kontrol	31	18.42	571.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir [$U = 75.000$, $p < 0.05$]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 47.72$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 18.42$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

2.7. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Güneş sistemini oluşturan gezegenlerin tanıtıldığı uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 84'te verilmiştir.

Tablo 84. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-7	Deney Uzman	8	30.13	3.758
	Deney Uzman Olmayan	28	29.68	3.400
	Kontrol Uzman	10	27.00	7.348
	Kontrol Uzman Olmayan	21	22.33	5.425
Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.00	1.069
	Deney Uzman Olmayan	28	2.64	1.367
	Kontrol Uzman	10	4.80	1.033
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.19	1.078

Tablo 84'te de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-7 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 30.13$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 29.68$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 27.00$) ve kontrol grubundaki uzman

olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 22.33$) daha yüksek puana sahiptir. Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise gezegenleri ve özelliklerini öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.00$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.64$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.19$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 84'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-7 puanlarının [$F(3-63) = 3.033, p = 0.036, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-7 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.851, p = 0.471, p > 0.05$] varyanslarının eşit olduğundan gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-7 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 85'te verilmiştir.

Tablo 85. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	46.19	3	23.941	0.000	0.363
Deney Uzman Olmayan	28	42.21				
Kontrol Uzman	10	35.95				
Kontrol Uzman Olmayan	21	17.48				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-7 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 23.941, \eta^2 = 0.363, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.363$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-7 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 86'da verilmiştir.

Tablo 86. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	20.94	167.50	92.500	0.438
Deney Uzman Olmayan	28	17.80	498.50		
Deney Uzman	8	11.00	88.00	28.000	0.269
Kontrol Uzman	10	8.30	83.00		
Deney Uzman	8	23.25	186.00	18.000	0.001
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.86	249.00		
Deney Uzman Olmayan	28	20.43	572.00	114.000	0.373
Kontrol Uzman	10	16.90	169.00		
Deney Uzman Olmayan	28	32.98	923.50	70.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.36	301.50		
Kontrol Uzman	10	21.75	217.50	47.500	0.015
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.26	278.50		

Tablo 86'da da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 18.000$, $p < 0.05$); deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 70.500$, $p < 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 47.500$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ($U = 92.500$, $p > 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ($U = 28.000$, $p > 0.05$) ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 114.000$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 87'de verilmiştir.

Tablo 87. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.00	1.069	91.267	113.151	3	26.036	0.000	0.554
DUO	28	2.64	1.367						
KU	10	4.80	1.033						
KUO	21	5.19	1.078						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 87'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 26.036$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.554$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 88'de görülmektedir.

Tablo 88. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0,643	0,483	1,000
	Kontrol Uzman	-2,800(*)	0,571	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3,190(*)	0,500	0,000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0,643	0,483	1,000
	Kontrol Uzman	-2,157(*)	0,443	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2,548(*)	0,347	0,000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	2,800(*)	0,571	0,000
	Deney Uzman Olmayan	2,157(*)	0,443	0,000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0,390	0,462	1,000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3,190(*)	0,500	0,000
	Deney Uzman Olmayan	2,548(*)	0,347	0,000
	Kontrol Uzman	0,390	0,462	1,000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 88'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman

olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

2.8. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-7 ve Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

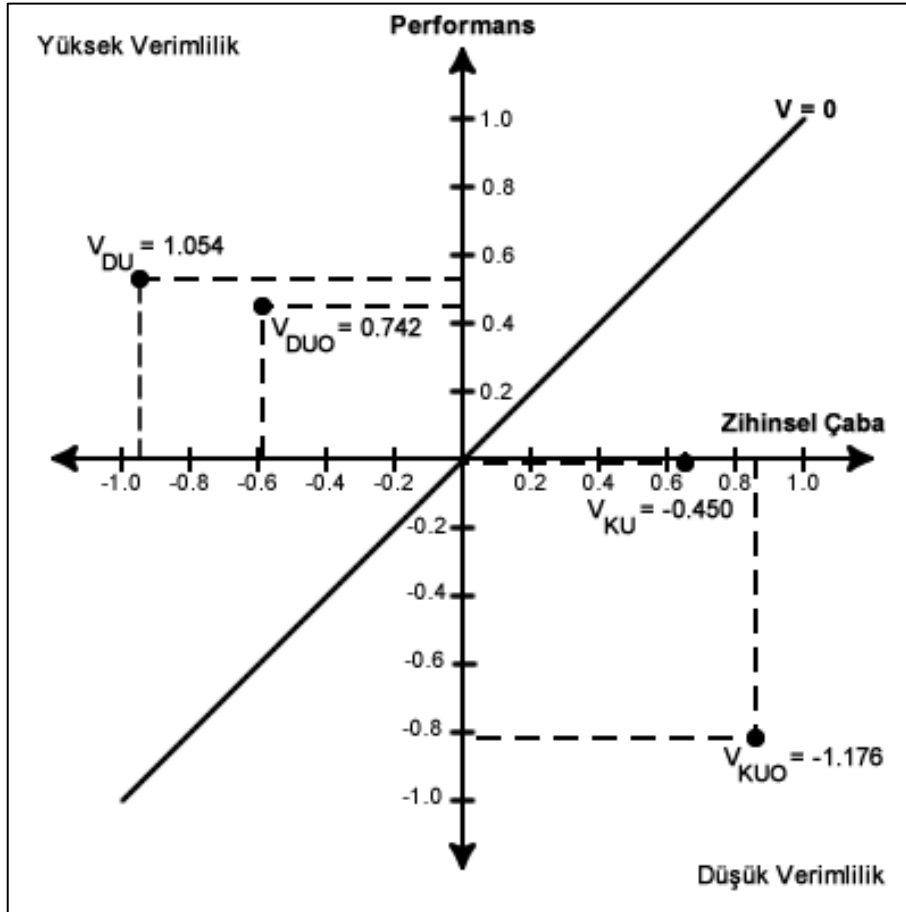
Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-7) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 89'da görülmektedir.

Tablo 89. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Performans (Hatırlama Testi-7) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.533	-0.958	1.054
Deney Uzman Olmayan	28	0.456	-0.593	0.742
Kontrol Uzman	10	-0.005	0.632	-0.450
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.809	0.854	-1.176

Tablo 89'da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.533$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.456$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.005$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.809$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,958$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,593$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,632$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,854$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.054, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.742, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.450 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.176

olarak hesaplanmıştır. Şekil 14'te deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 14. Gezegenler ve özellikleri için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 14'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 1.020$, $p = 0.390$, $p > 0.05$]. Bu nedenle

öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA testi yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 90'da verilmiştir.

Tablo 90. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Gezegenler ve Özellikleri Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.054	0.617	37.439	55.430	3	31.091	0.000	0.597
DUO	28	0.742	0.645						
KU	10	-0.450	0.976						
KUO	21	-1.176	0.865						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 90'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gezegenler ve özellikleri öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 31.091$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.597$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin gezegenler ve özellikleri öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gezegenler ve özellikleri öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 91'de görülmektedir.

Tablo 91. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gezegenler ve Özellikleri Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0,312	0,309	1,000
	Kontrol Uzman	1,505(*)	0,365	0,001
	Kontrol Uzman Olmayan	2,231(*)	0,320	0,000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0,312	0,309	1,000
	Kontrol Uzman	1,193(*)	0,283	0,001
	Kontrol Uzman Olmayan	1,918(*)	0,222	0,000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-1,505(*)	0,365	0,001
	Deney Uzman Olmayan	-1,193(*)	0,283	0,001
	Kontrol Uzman Olmayan	0,725	0,296	0,103
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2,231(*)	0,320	0,000
	Deney Uzman Olmayan	-1,918(*)	0,222	0,000
	Kontrol Uzman	-0,725	0,296	0,103

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 91’de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

2.9. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Ay ve Ay’ın evrelerinin öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği’nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 92’de verilmiştir.

Tablo 92. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-8	Deney	36	8.42	1.317
	Kontrol	31	6.90	1.938
Ay Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.08	1.360
	Kontrol	31	4.87	0.885

Tablo 92’de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-8 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 8.42$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-8 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 6.90$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Ay Bilişsel Yük Ölçeği’nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.08$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.87$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin Ay kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 92’de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek

için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-8 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 5.074$; $p = 0.028$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-8 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 1.047$, $p = 0.310$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 93'te, t-testi sonuçları ise Tablo 94'te verilmiştir.

Tablo 93. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	41.92	1509.00	273.000	0.000
Kontrol	31	24.81	769.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-8 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 273.000$, $Z = -3.912$, $r = 0.478$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-8 puanları ($\bar{X} = 41.92$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 24.81$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-8 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.478$) kullanılmıştır. r değeri 0.3'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-8 üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-8'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %48'ini açıklamaktadır.

Tablo 94. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.08	1.360	65	9.765	0.000
Kontrol	31	4.87	0.885			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 9.765$; $\eta^2 = 0.595$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Ay Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.595$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Ay Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine

göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %60'ını açıklamaktadır.

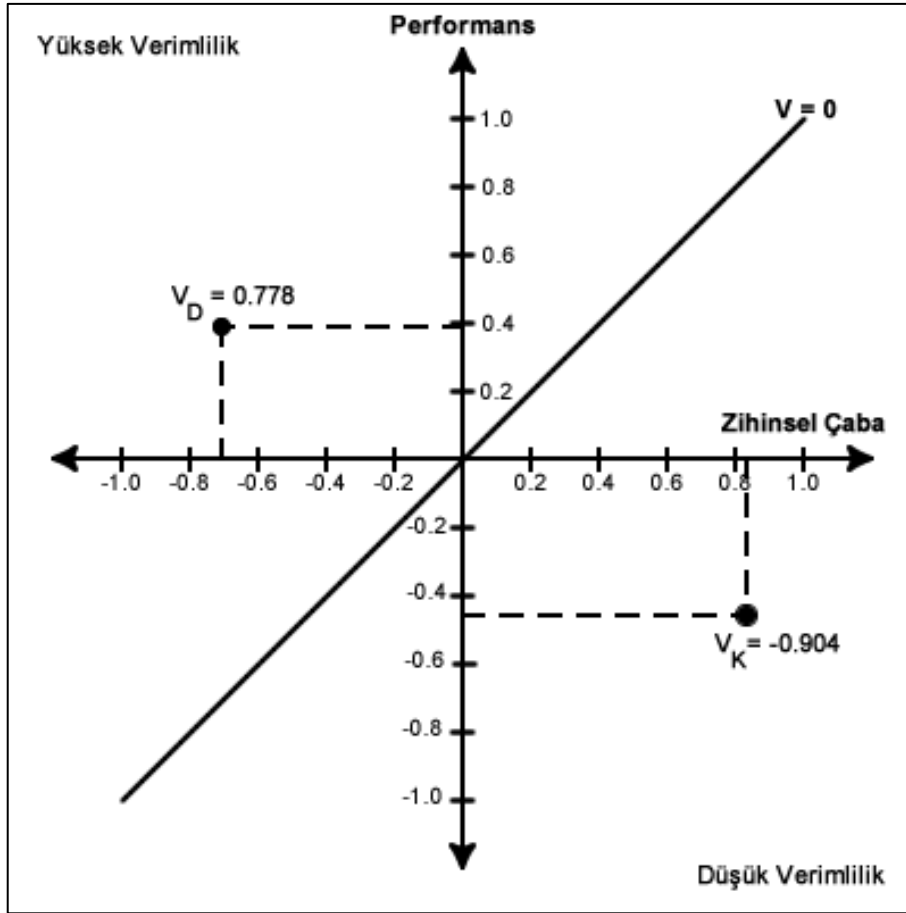
2.10. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, Ay kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 95'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-8) z-puanları ve zihinsel çaba (Ay Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 95. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Ay Kavramı Performans (Hatırlama Testi-8) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Ay Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.391	-0.710	0.778
Kontrol	31	-0.454	0.825	-0.904

Tablo 95 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.391$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.454$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.710$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,825$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.778, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.904 olarak bulunmuştur. Şekil 15'te Ay kavramı için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 15. Ay kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 15'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olduğu görülmüştür [$F = 1.261$, $p = 0.266$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla t-testi yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 96'da verilmiştir.

Tablo 96. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Ay Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p	η^2
Deney	36	0.778	0.129	65	-8.124	0.000	0.504
Kontrol	31	-0.904	0.917				

Yapılan t-testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($t_{(65)} = -8.124$; $\eta^2 = 0.504$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.504$) incelendiğinde grup değişkeninin Ay kavramları öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

2.11. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Ay ve Ay'ın evrelerinin öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 97'de verilmiştir.

Tablo 97. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-8	Deney Uzman	8	8.50	1.069
	Deney Uzman Olmayan	28	8.39	1.397
	Kontrol Uzman	10	7.80	1.619
	Kontrol Uzman Olmayan	21	6.48	1.965
Ay Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	1.38	0.744
	Deney Uzman Olmayan	28	2.29	1.436
	Kontrol Uzman	10	4.60	0.966
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.00	8.37

Tablo 97'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-8 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 8.50$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 8.39$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 7.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 6.48$) daha yüksek puana sahiptir. Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise Ay ve Ay'ın evrelerini öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.38$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.29$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.60$) ve kontrol

grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.00$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 97’de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-8 puanlarının [$F(3-63) = 2.046, p = 0.116, p>0.05$] ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.840, p = 0.477, p>0.05$] varyanslarının eşit olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 98’de verilmiştir.

Tablo 98. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
					Gruplar İçi	Gruplar Arası				
HT-8	DU	8	2.00	0.926	161.517	50.095	3	6.513	0.001	0.237
	DUO	28	2.04	1.071						
	KU	10	5.30	1.494						
	KUO	21	5.52	1.123						
AY BYÖ	DU	8	1.38	0.744	81.989	135.682	3	34.752	0.000	0.623
	DUO	28	2.29	1.436						
	KU	10	4.60	0.966						
	KUO	21	5.00	0.837						

HT-8: Hatırlama Testi-8, AY BYÖ: Ay Bilişsel Yük Ölçeği, DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 98’de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-8 görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 6.513, p<0.05$) ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanları ($F_{(3, 63)} = 34.752, p<0.05$) arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Hatırlama Testi-8 için eta-kare değeri $\eta^2 = 0.237$, Ay Bilişsel Yük Ölçeği için $\eta^2 = 0.623$ olarak hesaplanmıştır. Eta-kare değerleri incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 99’da görülmektedir.

Tablo 99. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Test	Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Hatırlama Testi-8	DU	DUO	0,107	,642	1,000
		KU	0,700	,760	1,000
		KUO	2,024(*)	,665	0,021
	DUO	DU	-0,107	,642	1,000
		KU	0,593	,590	1,000
		KUO	1,917(*)	,462	0,001
	KU	DU	-0,700	,760	1,000
		DUO	-0,593	,590	1,000
		KUO	1,324	,615	0,211
	KUO	DU	-2,024(*)	,665	0,021
		DUO	-1,917(*)	,462	0,001
		KU	-1,324	,615	0,211
Ay Bilişsel Yük Ölçeği	DU	DUO	-0,911	,457	0,305
		KU	-3,225(*)	,541	0,000
		KUO	-3,625(*)	,474	0,000
	DUO	DU	0,911	,457	0,305
		KU	-2,314(*)	,420	0,000
		KUO	-2,714(*)	,329	0,000
	KU	DU	3,225(*)	,541	0,000
		DUO	2,314(*)	,420	0,000
		KUO	-0,400	,438	1,000
	KUO	DU	3,625(*)	,474	0,000
		DUO	2,714(*)	,329	0,000
		KU	0,400	,438	1,000

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Hatırlama Testi-8 için Tablo 99'da da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki; deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

Ay Bilişsel Yük Ölçeği için deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

2.12. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-8 ve Ay Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

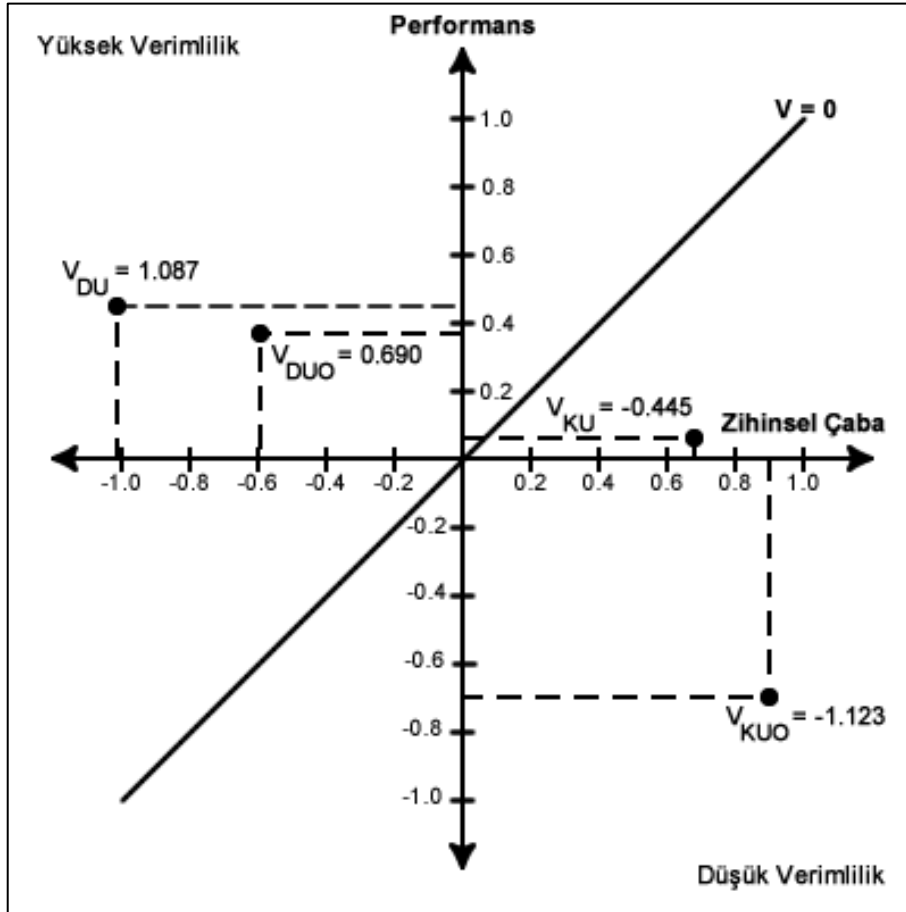
Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-8) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Ay Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 100'de görülmektedir.

Tablo 100. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ay Kavramları Performans (Hatırlama Testi-8) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Ay Bilişsel yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.437	-1.100	1.087
Deney Uzman Olmayan	28	0.377	-0.598	0.690
Kontrol Uzman	10	0.046	0.675	-0.445
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.692	0.895	-1.123

Tablo 100'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.437$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.377$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.046$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.692$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -1,100$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,598$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,675$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,895$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.87, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.690, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.445 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.123

olarak hesaplanmıştır. Şekil 16'da deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 16. Ay Kavramı İçin Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerle Yürütülen Öğretim Etkinliği Verimlilik Puanlarının Verimlilik Grafiği Üzerinde Gösterimi

Şekil 16'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları grafiğin sağ üst çeyreğine yani yüksek performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiş ve test sonucuna

göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 1.074$, $p = 0.366$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA testi yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 101'de verilmiştir.

Tablo 101. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Ay Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.087	0.443	42.367	51.282	3	25.419	0.000	0.548
DUO	28	0.690	0.835						
KU	10	-0.445	0.804						
KUO	21	-1.123	0.903						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 101'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 25.419$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.548$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Ay kavramı öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay kavramı öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 102'de görülmektedir.

Tablo 102. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ay Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0,396	0,328	1,000
	Kontrol Uzman	1,532(*)	0,388	0,001
	Kontrol Uzman Olmayan	2,210(*)	0,340	0,000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0,396	0,328	1,000
	Kontrol Uzman	1,135(*)	0,302	0,002
	Kontrol Uzman Olmayan	1,813(*)	0,236	0,000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-1,532(*)	0,388	0,001
	Deney Uzman Olmayan	-1,135(*)	0,302	0,002
	Kontrol Uzman Olmayan	0,678	0,315	0,211
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2,210(*)	0,340	0,000
	Deney Uzman Olmayan	-1,813(*)	0,236	0,000
	Kontrol Uzman	-0,678	0,315	0,211

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 102'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

2.13. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Gök Ada kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 103'te verilmiştir.

Tablo 103. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-9	Deney	36	10.53	2.613
	Kontrol	31	5.55	4.411
Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.22	0.989
	Kontrol	31	5.13	1.204

Tablo 103'te görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-9 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 10.53$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-9 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 5.55$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.22$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 5.13$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin Gök Ada kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 103'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını

belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-9 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 13.068$; $p = 0.001$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-9 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.189$, $p = 0.665$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 104'te, t-testi sonuçları ise Tablo 105'de verilmiştir.

Tablo 104. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	43.29	1558.50	223.500	0.000
Kontrol	31	23.21	719.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-9 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 223.500$, $Z = -4.247$, $r = 0.519$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-9 puanları ($\bar{X} = 43.29$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 23.21$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-9 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.519$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-9 üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-9'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %52'sini açıklamaktadır.

Tablo 105. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.22	0.989	65	10.850	0.000
Kontrol	31	5.13	1.204			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 10.850$; $\eta^2 = 0.644$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.644$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-

kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %64'ünü açıklamaktadır.

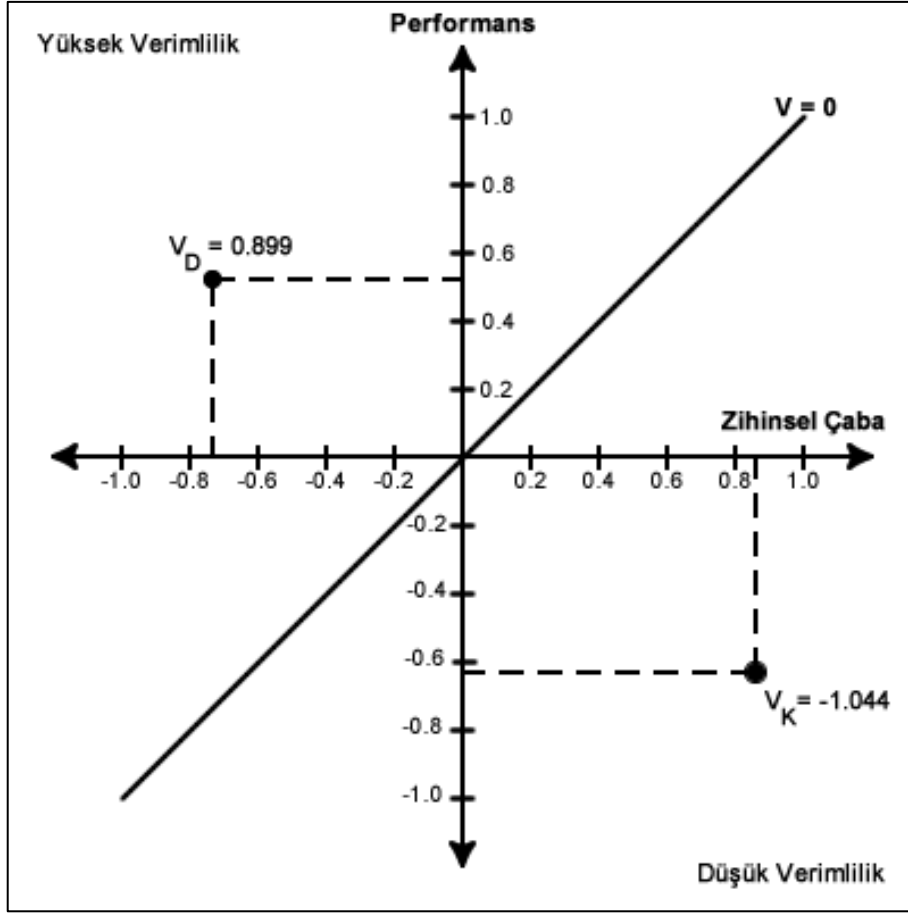
2.14. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, Gök Ada kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 106'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-9) z-puanları ve zihinsel çaba (Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 106. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Gök Ada Kavramı Performans (Hatırlama Testi-9) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.532	-0.739	0.899
Kontrol	31	-0.618	0.858	-1.044

Tablo 106 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.532$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.618$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.739$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,858$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.899, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.044 olarak bulunmuştur. Şekil 17'de Gök Ada kavramı için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 17. Gök ada kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 17'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 9.996$, $p = 0.002$, $p < 0.05$]. Bu nedenle gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gök ada kavramı öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 107'de verilmiştir.

Tablo 107. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin İkinci Oturum Gök Ada Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	48.04	1729.50	52.500	0.000
Kontrol	31	17.69	548.50		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [U = 52.500, p<0.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 48.04$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 17.69$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

2.15. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Gök Ada kavramının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 108'de verilmiştir.

Tablo 108. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-9	Deney Uzman	8	11.88	1.126
	Deney Uzman Olmayan	28	10.14	2.798
	Kontrol Uzman	10	8.80	4.541
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.00	3.479
Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	1.63	0.518
	Deney Uzman Olmayan	28	2.39	1.031
	Kontrol Uzman	10	5.20	0.919
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.10	1.338

Tablo 108'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-9 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 11.88$) deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 10.14$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 8.80$) ve kontrol grubundaki uzman

olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 4.00$) daha yüksek puana sahiptir. Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise Gök Ada kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.63$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.39$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.10$) ve kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.20$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 169'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-9 puanlarının [$F(3-63) = 3.290, p = 0.026, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-9 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 1.192, p = 0.320, p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-9 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 109'da verilmiştir.

Tablo 109. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	51.31	3	27.734	0.000	0.420
Deney Uzman Olmayan	28	41.00				
Kontrol Uzman	10	37.25				
Kontrol Uzman Olmayan	21	16.48				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-9 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 27.734, \eta^2 = 0.420, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.420$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-9 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 110'da verilmiştir.

Tablo 110. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	23.94	191.50	68.500	0.087
Deney Uzman Olmayan	28	16.95	474.50		
Deney Uzman	8	11.63	93.00	23.000	0.124
Kontrol Uzman	10	7.80	78.00		
Deney Uzman	8	24.75	198.00	6.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.29	237.00		
Deney Uzman Olmayan	28	20.00	560.00	126.000	0.635
Kontrol Uzman	10	18.10	181.00		
Deney Uzman Olmayan	28	33.05	925.50	68.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.26	299.50		
Kontrol Uzman	10	22.45	224.50	40.500	0.006
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.93	271.50		

Tablo 110'da da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-9 puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 6.000$, $p < 0.05$); deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 68.500$, $p < 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 40.500$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ($U = 68.500$, $p > 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ($U = 23.000$, $p > 0.05$) ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 126.000$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 111'de verilmiştir.

Tablo 111. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.63	0.518	73.963	144.485	3	41.023	0.000	0.661
DUO	28	2.39	1.031						
KU	10	5.20	0.919						
KUO	21	5.10	1.338						

Tablo 111'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 41.023$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.661$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 112'de görülmektedir.

Tablo 112. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.768	0.434	0.492
	Kontrol Uzman	-3.575(*)	0.514	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.470(*)	0.450	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.768	0.434	0.492
	Kontrol Uzman	-2.807(*)	0.399	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.702(*)	0.313	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.575(*)	0.514	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.807(*)	0.399	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	0.105	0.416	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.470(*)	0.450	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2,702(*)	,313	,000
	Kontrol Uzman	-,105	,416	1,000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 112'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

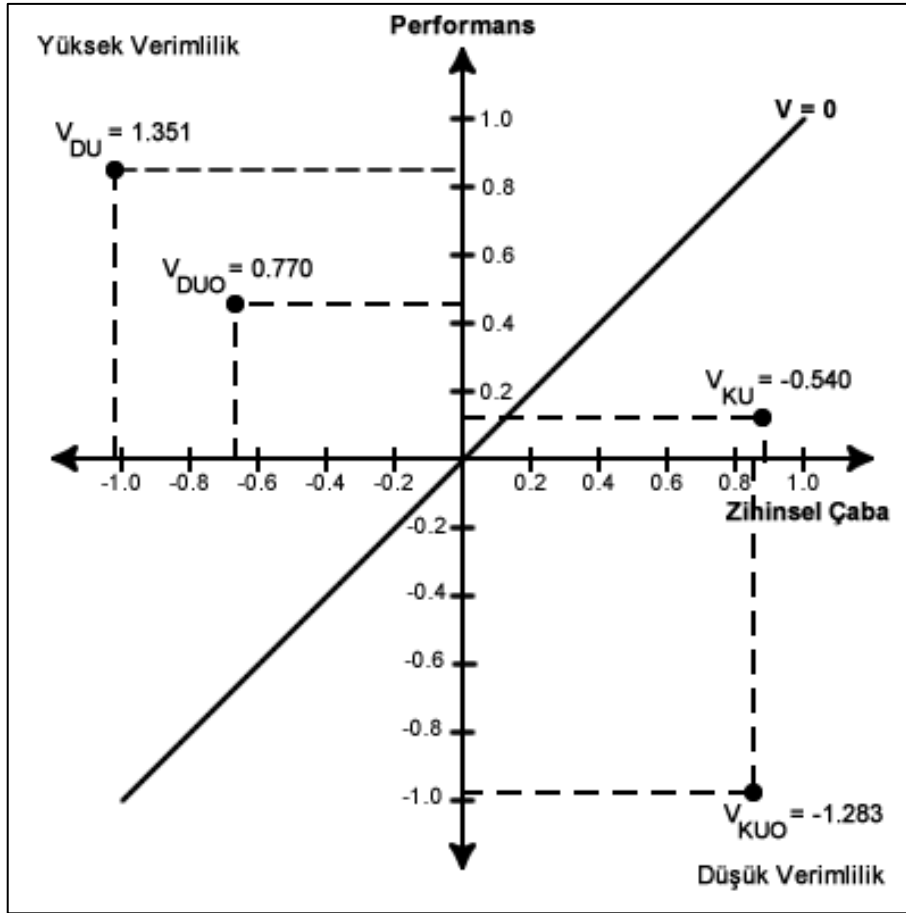
2.16. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Hatırlama Testi-9 ve Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-9) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 113'te görülmektedir.

Tablo 113. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gök Ada Kavramı Performans (Hatırlama Testi-9) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.844	-1.067	1.351
Deney Uzman Olmayan	28	0.443	-0.645	0.770
Kontrol Uzman	10	0.133	0.897	-0.540
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.976	0.839	-1.283

Tablo 113'te görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.844$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.443$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0.133$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.976$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -1,067$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,645$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,839$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,897$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.351, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.770, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.540 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.283 olarak hesaplanmıştır. Şekil 18'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 18. Gök ada kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 18'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları grafiğin sağ üst çeyreğine yani yüksek performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 4.006$, $p = 0.011$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve

uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 114'te verilmiştir.

Tablo 114. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin İkinci Oturum Gök Ada Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	57.06	3	43.761	0.000	0.663
Deney Uzman Olmayan	28	45.46				
Kontrol Uzman	10	23.00				
Kontrol Uzman Olmayan	21	15.17				

Tablo 114'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 47.763, \eta^2 = 0.663, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.663$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 115'te verilmiştir.

Tablo 115. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gök Ada Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	26.06	208.50	51.500	0.021
Deney Uzman Olmayan	28	16.34	457.50		
Deney Uzman	8	14.50	116.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman	10	5.50	55.00		
Deney Uzman	8	25.50	204.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00		
Deney Uzman Olmayan	28	23.50	658.00	28.000	0.000
Kontrol Uzman	10	8.30	83.00		
Deney Uzman Olmayan	28	34.63	969.50	24.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.17	255.50		
Kontrol Uzman	10	20.20	202.00	63.000	0.075
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.00	294.00		

Tablo 115'te de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre gök ada kavramı öğretim verimliliği puanları için deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 51.500, p < 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 0.000,$

$p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 0.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 28.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 24.500$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrencilerin puanları arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 63.000$, $p > 0.05$).

3. Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmececi Ünitesinin Uzay Araştırmaları Konusundan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ünitenin Uzay Araştırmaları konusu ile ilgili olarak gök bilimci, teleskop, uzay kirliliği ve uzay teknolojisi kavramları ile ilgili yapılan uygulamalardan elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Gök biliminin gelişimine katkısı olan eski medeniyetlerin tanıtıldığı uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 116'da verilmiştir.

Tablo 116. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-10	Deney	36	8.64	0.487
	Kontrol	31	5.58	1.628
Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.53	1.230
	Kontrol	31	4.87	1.565

Tablo 116'da görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-10 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 8.64$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-10 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 5.58$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.53$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.87$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin gök biliminin gelişimi sürecini öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 177'de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-10 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 25.751$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-10 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.117$, $p = 0.734$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 117'de, t-testi sonuçları ise Tablo 118'de verilmiştir.

Tablo 117. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	48.96	1762.50	19.500	0.000
Kontrol	31	16.63	515.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-10 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 19.500$, $Z = -6.979$, $r = 0.853$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-10 puanları ($\bar{X} = 48.96$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 16.63$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-10 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.853$) kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-10 üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-10'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %85'ini açıklamaktadır.

Tablo 118. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.53	1.230	65	6.856	0.000
Kontrol	31	4.87	1.565			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 6.856$; $\eta^2 = 0.419$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.419$) 0.14'ten büyük olduğu için grup

değişkeni Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %42'sini açıklamaktadır.

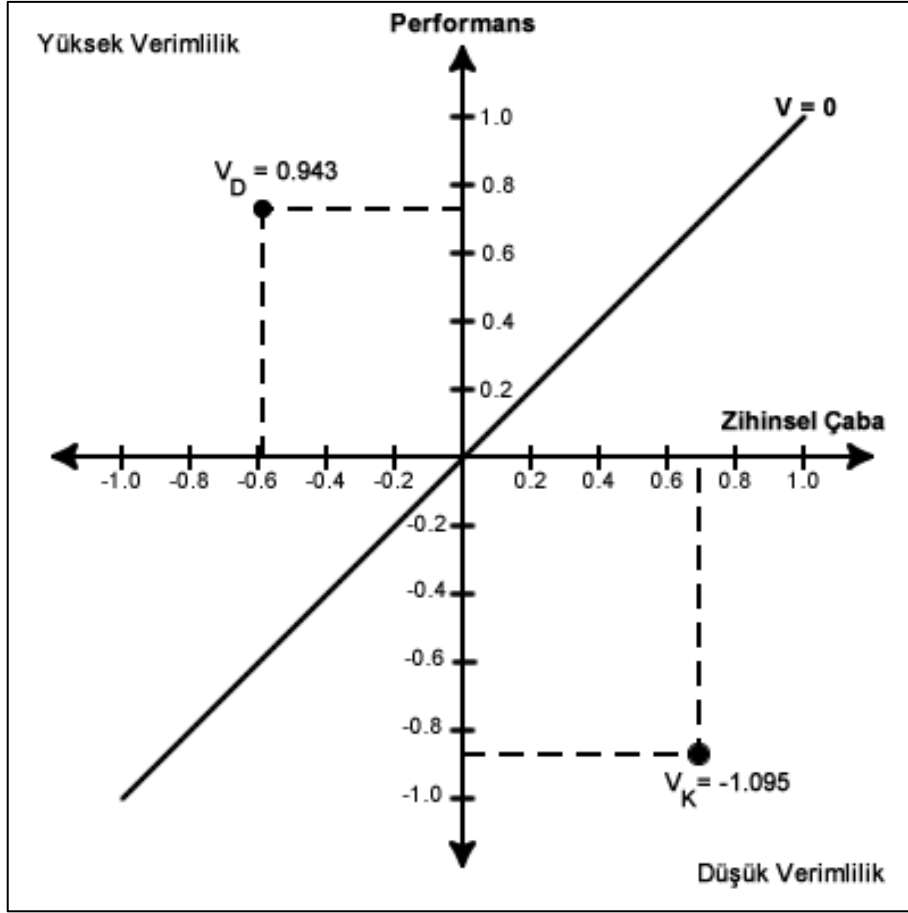
3.2. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, gök biliminin tarihsel gelişiminin deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 119'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili performans (Hatırlama Testi-10) z-puanları ve zihinsel çaba (Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 119. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Tarihçe Kavramı Performans (Hatırlama Testi-10) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.736	-0.597	0.943
Kontrol	31	-0.855	0.693	-1.095

Tablo 119 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.736$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.855$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.597$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,693$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.943, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.095 olarak bulunmuştur. Şekil 19'da gök biliminin gelişim süreci ile ilgili deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 19. Gök biliminin gelişim süreci ile ilgili deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 19'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 4.440$, $p = 0.039$, $p < 0.05$]. Bu nedenle gök biliminin gelişim süreci ile ilgili öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gök biliminin gelişim süreci öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 120'de verilmiştir.

Tablo 120. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Gök Biliminin Tarihsel Gelişimi İle İlgili Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	48.19	1735.00	47.000	0.000
Kontrol	31	17.52	543.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının gök biliminin gelişim süreci ile ilgili öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [U = 47.000, p<0.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 48.19$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 17.52$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

3.3. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Gök biliminin tarihsel gelişiminin öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 121'de verilmiştir.

Tablo 121. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-10	Deney Uzman	8	8.63	0.518
	Deney Uzman Olmayan	28	8.64	0.488
	Kontrol Uzman	10	6.80	0.789
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.00	1.612
Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.00	0.926
	Deney Uzman Olmayan	28	2.68	1.278
	Kontrol Uzman	10	5.00	1.491
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.81	1.632

Tablo 121'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-10 puanlarına göre deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 8.64$) deney grubundaki uzman öğrencilerden

($\bar{X} = 8.63$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 6.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.00$) daha yüksek puana sahiptir. Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.00$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.68$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 4.81$) ve kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.00$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 182'da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-10 puanlarının [$F(3-63) = 7.749$, $p = 0.000$, $p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-10 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.370$, $p = 0.775$, $p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-10 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 122'de verilmiştir.

Tablo 122. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	48.69	3	51.262	0.000	0.777
Deney Uzman Olmayan	28	49.04				
Kontrol Uzman	10	24.50				
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.88				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-10 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 51.262$, $\eta^2 = 0.777$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.777$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-10 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 123'te verilmiştir.

Tablo 123. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	18.25	146.00	110.000	0.927
Deney Uzman Olmayan	28	18.57	520.00		
Deney Uzman	8	14.13	113.00	3.000	0.001
Kontrol Uzman	10	5.80	58.00		
Deney Uzman	8	25.31	202.50	1.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.07	232.50		
Deney Uzman Olmayan	28	24.14	676.00	10.000	0.000
Kontrol Uzman	10	6.50	65.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.32	989.00	5.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.24	236.00		
Kontrol Uzman	10	23.20	232.00	33.000	0.002
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.57	264.00		

Tablo 123'te de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-10 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 3.000, p<0.05) ve uzman olmayan öğrencilerin (U = 1.500, p<0.05) puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 10.000, p<0.05) ve uzman olmayan öğrencilerin (U = 5.000, p<0.05) puanları arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur (U = 33.000, p<0.05). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 124'te verilmiştir.

Tablo 124. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.00	0.926	123.345	94.565	3	16.100	0.000	0.434
DUO	28	2.68	1.278						
KU	10	5.00	1.491			63			
KUO	21	4.81	1.632						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 124'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 16.100$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.434$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 125'te görülmektedir.

Tablo 125. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.679	0.561	1.000
	Kontrol Uzman	-3.000(*)	0.664	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.810(*)	0.581	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.679	0.561	1.000
	Kontrol Uzman	-2.321(*)	0.515	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.131(*)	0.404	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.000(*)	0.664	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.321(*)	0.515	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	0.190	0.538	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	2.810(*)	0.581	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.131(*)	0.404	0.000
	Kontrol Uzman	-0.190	0.538	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 125'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

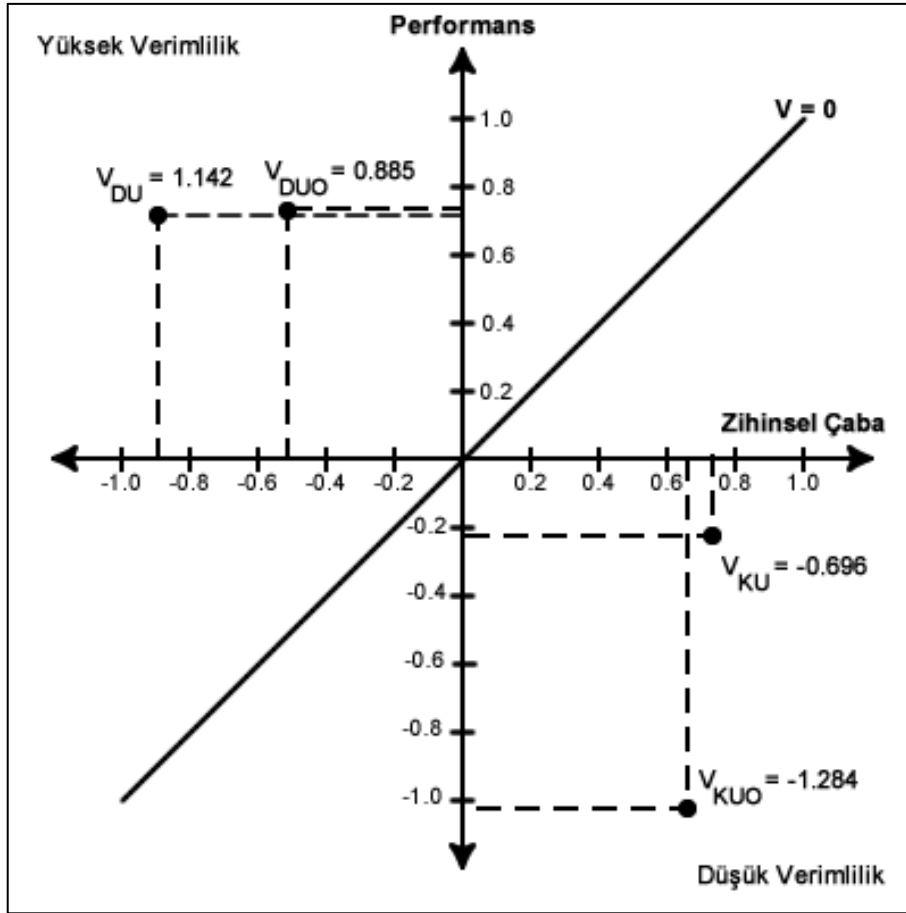
3.4. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-10 ve Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili performans (Hatırlama Testi-10) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 126'da görülmektedir.

Tablo 126. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gök Biliminin Tarihsel Gelişimi İle İlgili Performans (Hatırlama Testi-10) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.729	-0.887	1.142
Deney Uzman Olmayan	28	0.738	-0.514	0.885
Kontrol Uzman	10	-0.221	0.764	-0.696
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.157	0.659	-1.284

Tablo 126'da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.738$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0.729$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.221$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -1.157$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,887$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,514$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,659$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,764$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.142, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.880, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.696 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.284 olarak hesaplanmıştır. Şekil 20'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 20. Gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 20'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre varyansların eşit olduğu görülmüştür [$F = 1.035$, $p = 0.383$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki

uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 127'de verilmiştir.

Tablo 127. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Gök Biliminin Tarihsel Gelişimi İle İlgili Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.142	0.498						
DUO	28	0.885	0.606			3			
KU	10	-0.696	0.762	37.692	71.898		40.057	0.000	0.656
KUO	21	-1.284	1.020			63			

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 127'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 40.057, p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.656$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 128'de görülmektedir.

Tablo 128. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Gök Biliminin Tarihsel Gelişimi İle İlgili Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	0.257	0.310	1.000
	Kontrol Uzman	1.839(*)	0.366	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.427(*)	0.321	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	-0.257	0.310	1.000
	Kontrol Uzman	1.581(*)	0.284	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	2.169(*)	0.223	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	-1.839(*)	0.366	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-1.581(*)	0.284	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	0.588	0.297	0.313
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	-2.427(*)	0.321	0.000
	Deney Uzman Olmayan	-2.169(*)	0.223	0.000
	Kontrol Uzman	-0.588	0.297	0.313

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 128’de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

3.5. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Gök biliminin gelişmesine katkısı olan eski gök bilimcilerin tanıtıldığı uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği’nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 129’da verilmiştir.

Tablo 129. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-11	Deney	36	5.47	0.810
	Kontrol	31	4.90	1.350
Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.28	1.137
	Kontrol	31	5.42	1.057

Tablo 129’da görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-11 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 5.47$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-11 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 4.90$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği’nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.28$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 5.42$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin eski gök bilimcileri öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 190’da görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki

grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-11 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 12.742$; $p = 0.001$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-11 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.057$, $p = 0.811$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 130'da, t-testi sonuçları ise Tablo 131'de verilmiştir.

Tablo 130. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	37.14	1337.00	445.000	0.111
Kontrol	31	30.35	941.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-11 puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($U = 445.000$, $p > 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-11 puanı ($\bar{X} = 37.14$) ile kontrol grubundaki öğrencilerin puanının ($\bar{X} = 30.15$) birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 131. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.28	1.137	65	11.647	0.000
Kontrol	31	5.42	1.057			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 11.647$; $\eta^2 = 0.676$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.676$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %68'ini açıklamaktadır.

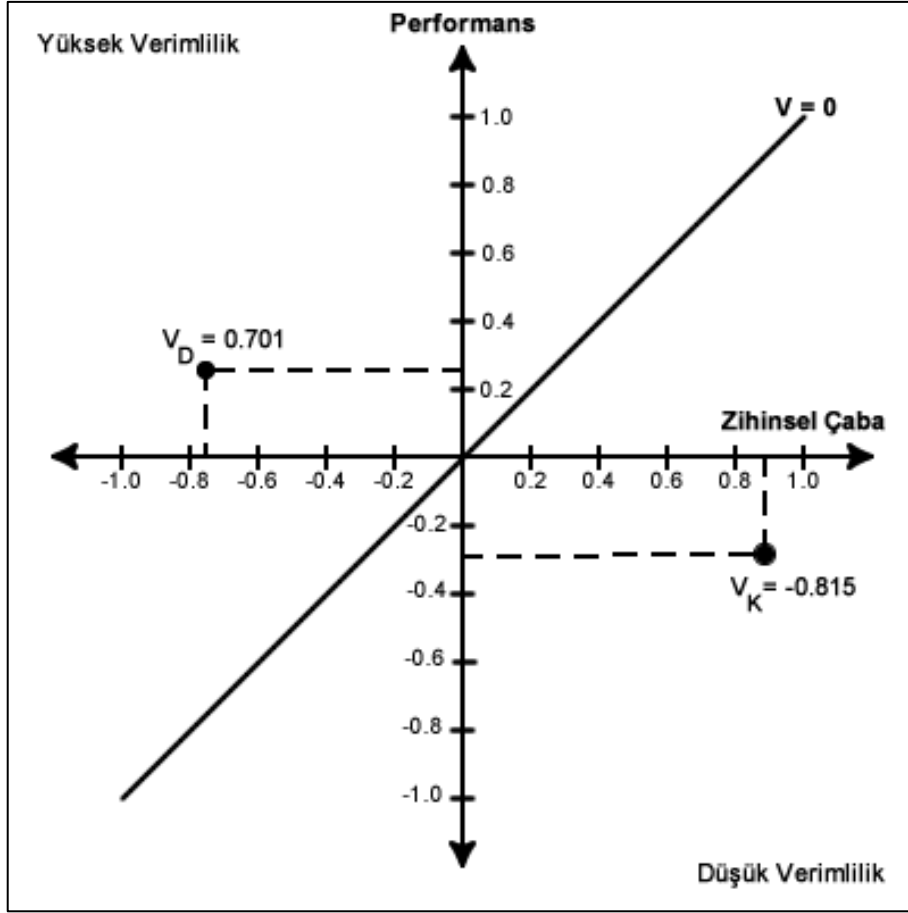
3.6. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, gök biliminin gelişimine katkısı bulunan eski gök bilimcilerin deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 132’de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-11) z-puanları ve zihinsel çaba (Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 132. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Performans (Hatırlama Testi-11) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.235	-0.757	0.701
Kontrol	31	-0.273	0.879	-0.815

Tablo 132 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.235$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.273$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.757$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,879$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.701, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.815 olarak bulunmuştur. Şekil 21’de eski gök bilimcilerin tanıtıldığı uygulama için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 21. Eski gök bilimcilerin tanıtladığı uygulama için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 21'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 6.755$, $p = 0.012$, $p < 0.05$]. Bu nedenle eski gök bilimcilerin tanıtladığı uygulama için öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin eski gök bilimcilerin tanıtladığı uygulama için hesaplanan

öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 133'te verilmiştir.

Tablo 133. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Eski Gök Bilimciler Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	46.58	1677.00	105.000	0.000
Kontrol	31	19.39	601.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının eski gök bilimciler için hesaplanan öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [U = 105.000, p<0.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 46.58$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 19.39$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

3.7. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Eski gök bilimcilerin tanıtıldığı uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 134'te verilmiştir.

Tablo 134. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-11	Deney Uzman	8	5.63	0.518
	Deney Uzman Olmayan	28	5.43	0.879
	Kontrol Uzman	10	5.70	0.675
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.52	1.436
Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	1.75	0.707
	Deney Uzman Olmayan	28	2.43	1.200
	Kontrol Uzman	10	5.00	1.155
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.62	0.973

Tablo 134'te de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-11 puanlarına göre kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 5.70$) deney grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 5.63$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.43$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 4.52$) daha yüksek puana sahiptir. Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise eski gök bilimcileri öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.75$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.43$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 5.00$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.62$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 195'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-11 puanlarının [$F(3-63) = 8.690$, $p = 0.000$, $p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-11 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.838$, $p = 0.478$, $p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-11 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 135'te verilmiştir.

Tablo 135. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	38.44	3	9.067	0.028	0.137
Deney Uzman Olmayan	28	36.77				
Kontrol Uzman	10	41.85				
Kontrol Uzman Olmayan	21	24.88				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-11 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 9.067$, $\eta^2 = 0.137$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.137$) değeri 0.06'dan büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-11 üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası

ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 136'da verilmiştir.

Tablo 136. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	19.19	153.50	106.500	0.806
Deney Uzman Olmayan	28	18.30	512.50		
Deney Uzman	8	8.81	70.50	34.500	0.533
Kontrol Uzman	10	10.05	100.50		
Deney Uzman	8	19.44	155.50	48.500	0.067
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.31	279.50		
Deney Uzman Olmayan	28	18.70	523.50	117.500	0.364
Kontrol Uzman	10	21.75	217.50		
Deney Uzman Olmayan	28	28.77	805.50	188.500	0.020
Kontrol Uzman Olmayan	21	19.98	419.50		
Kontrol Uzman	10	21.05	210.50	54.500	0.021
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.60	285.50		

Tablo 136'da da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-11 puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 188.500$, $p < 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur ($U = 54.500$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ($U = 106.500$, $p > 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ($U = 34.500$, $p > 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ($U = 48.500$, $p > 0.05$) ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 117.500$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 137'de verilmiştir.

Tablo 137. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.75	0.707						
DUO	28	2.43	1.200			3			
KU	10	5.00	1.155	73.310	169.855		48.656	0.000	0.698
KUO	21	5.62	0.973			63			

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 137'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 48.656$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.698$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 138'de görülmektedir.

Tablo 138. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.679	0.432	0.730
	Kontrol Uzman	-3.250(*)	0.512	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.869(*)	0.448	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.679	0.432	0.730
	Kontrol Uzman	-2.571(*)	0.397	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.190(*)	0.311	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.250(*)	0.512	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.571(*)	0.397	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.619	0.414	0.842
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.869(*)	0.448	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.190(*)	0.311	0.000
	Kontrol Uzman	0.619	0.414	0.842

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 138'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan

öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

3.8. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-11 ve Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

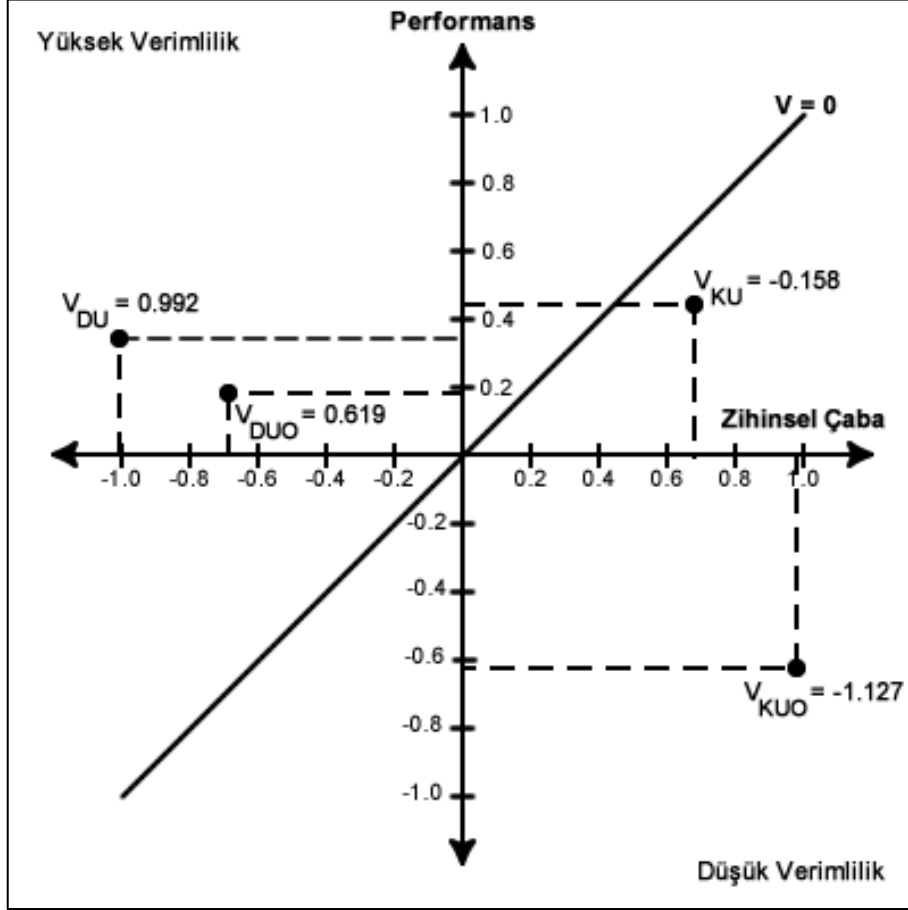
Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-11) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 139'da görülmektedir.

Tablo 139. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Performans (Hatırlama Testi-9) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.371	-1.032	0.992
Deney Uzman Olmayan	28	0.196	-0.679	0.619
Kontrol Uzman	10	0.437	0.661	-0.158
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.611	0.983	-1.127

Tablo 139'da görüldüğü gibi kontrol grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.437$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0.371$), deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.196$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.611$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -1,032$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,679$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,661$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,983$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 0.992, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.619, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.158 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.127 olarak hesaplanmıştır. Şekil 22'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman

olmayan öğrencilerin eski gök bilimciler uygulaması için hesaplanan öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 22. Eski gök bilimcilerin tanıtıldığı uygulama için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 22'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin eski gök bilimcilerin tanıtıldığı uygulama için hesaplanan öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları grafiğin sağ üst çeyreğine yani yüksek performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin eski gök bilimcilerin tanıtıldığı uygulama için hesaplanan öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği

puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 4.323$, $p = 0.008$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 140'ta verilmiştir.

Tablo 140. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Eski Gök Bilimciler Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	52.13				
Deney Uzman Olmayan	28	45.00	3	36.227	0.000	0.549
Kontrol Uzman	10	27.60				
Kontrol Uzman Olmayan	21	15.48				

Tablo 140'ta da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin eski gök bilimciler öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 36.227$, $\eta^2 = 0.549$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.549$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın eski gök bilimciler öğretim verimliliği puanları üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 141'de verilmiştir.

Tablo 141. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Eski Gök Bilimciler Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	21.69	173.50	86.500	0.323
Deney Uzman Olmayan	28	17.59	492.50		
Deney Uzman	8	14.13	113.00	3.000	0.001
Kontrol Uzman	10	5.80	58.00		
Deney Uzman	8	25.31	202.50	1.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.07	232.50		
Deney Uzman Olmayan	28	22.61	633.00	53.000	0.004
Kontrol Uzman	10	10.80	108.00		
Deney Uzman Olmayan	28	33.80	946.50	47.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.26	278.50		
Kontrol Uzman	10	22.00	220.00	45.000	0.011
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.14	276.00		

Tablo 141’de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre eski gök bilimciler öğretim verimliliği puanları için deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 3.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 1.500, p<0.05) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 53.000, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 47.500, p<0.05) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur (U = 45.000, p<0.05). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır (U = 86.500, p>0.05).

3.9. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Teleskop kavramının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği’nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 142’de verilmiştir.

Tablo 142. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-12	Deney	36	5.78	0.485
	Kontrol	31	4.90	1.221
Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.44	1.297
	Kontrol	31	4.74	1.437

Tablo 142’de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-12 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 5.78$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-12 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 4.90$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği’nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.44$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.74$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin Teleskop kavramını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 203'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-12 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 32.684$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-12 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.359$, $p = 0.551$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 143'te, t-testi sonuçları ise Tablo 144'te verilmiştir.

Tablo 143. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	40.32	1451.50	330.500	0.001
Kontrol	31	26.66	826.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-12 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 330.500$, $Z = -3.355$, $r = 0.409$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-12 puanları ($\bar{X} = 40.32$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 26.66$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-12 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.409$) kullanılmıştır. r değeri 0.3'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-12 üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-12'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %41'ini açıklamaktadır.

Tablo 144. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.44	1.297	65	6.877	0.000
Kontrol	31	4.74	1.437			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 6.877$; $\eta^2 = 0.421$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri

kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.421$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %42'sini açıklamaktadır.

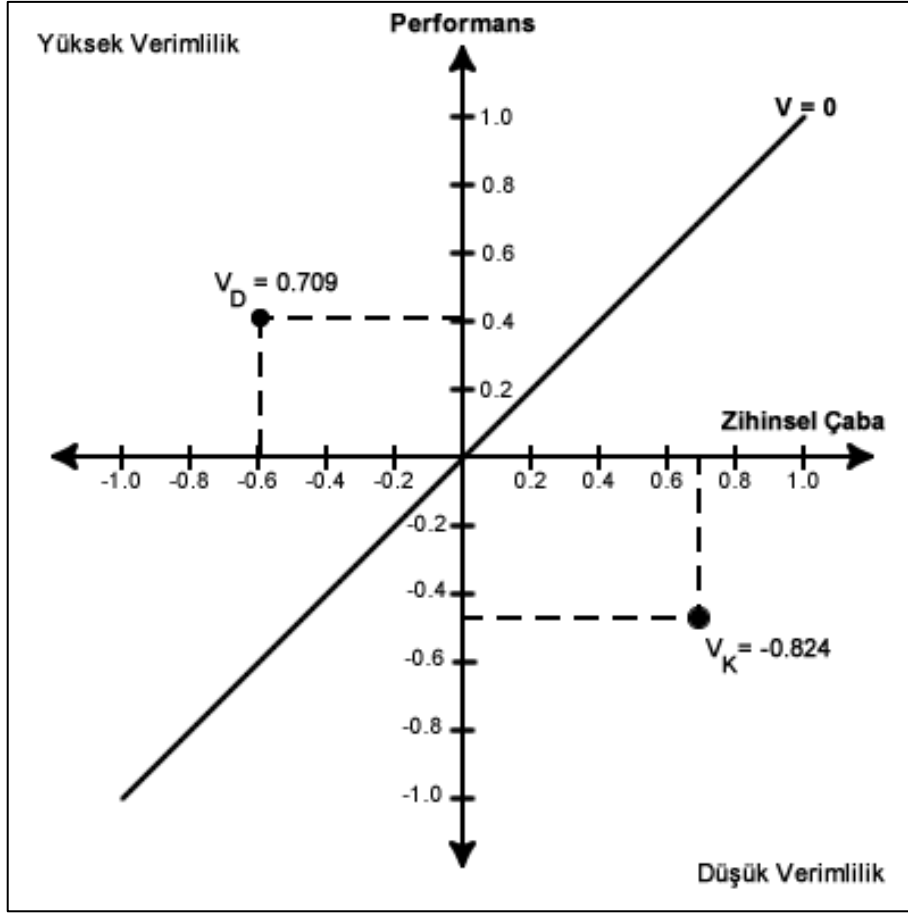
3.10. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, Teleskop kavramının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 145'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-12) z-puanları ve zihinsel çaba (Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 145. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Teleskop Kavramı Performans (Hatırlama Testi-12) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.406	-0.598	0.709
Kontrol	31	-0.471	0.694	-0.824

Tablo 145 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.406$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.471$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.598$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,694$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.709, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.824 olarak bulunmuştur. Şekil 23'te teleskop kavramı için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 23. Teleskop kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 23'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 19.882$, $p = 0.000$, $p < 0.05$]. Bu nedenle Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin teleskop kavramı öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 146'da verilmiştir.

Tablo 146. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Teleskop Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	45.61	1642.00	140.000	0.000
Kontrol	31	20.52	636.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [U = 140.000, p<0.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 45.61$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 20.52$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

3.11. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Teleskop kavramının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 147'de verilmiştir.

Tablo 147. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-12	Deney Uzman	8	6.00	0.000
	Deney Uzman Olmayan	28	5.71	0.535
	Kontrol Uzman	10	5.80	0.422
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.48	1.250
Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	1.88	0.85
	Deney Uzman Olmayan	28	2.61	1.370
	Kontrol Uzman	10	4.30	1.337
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.95	1.465

Tablo 147'de de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-12 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 6.00$) kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} =$

5.80), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.71$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 4.48$) daha yüksek puana sahiptir. Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise teleskop kavramını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.88$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.61$), kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 4.30$) ve kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.95$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 208'de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-12 puanlarının [$F(3-63) = 26.494, p = 0.000, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-12 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.514, p = 0.674, p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-12 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 148'de verilmiştir.

Tablo 148. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	46.00	3	22.550	0.000	0.342
Deney Uzman Olmayan	28	38.70				
Kontrol Uzman	10	40.40				
Kontrol Uzman Olmayan	21	20.12				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-12 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 22.550, \eta^2 = 0.342, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.320$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-12 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 149'da verilmiştir.

Tablo 149. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	22.00	176.00	84.000	0.121
Deney Uzman Olmayan	28	17.50	490.00		
Deney Uzman	8	10.50	84.00	32.000	0.192
Kontrol Uzman	10	8.70	87.00		
Deney Uzman	8	22.50	180.00	24.000	0.002
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.14	255.00		
Deney Uzman Olmayan	28	19.21	538.00	132.000	0.720
Kontrol Uzman	10	20.30	203.00		
Deney Uzman Olmayan	28	30.98	867.50	126.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	17.02	357.50		
Kontrol Uzman	10	22.40	224.00	41.000	0.004
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.95	272.00		

Tablo 149'da da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-12 puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 24.000$, $p < 0.05$); deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 126.500$, $p < 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 41.000$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ($U = 84.000$, $p > 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ($U = 32.000$, $p > 0.05$) ve deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 132.000$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 150'de verilmiştir.

Tablo 150. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.88	0.835	114.606	94.140	3	17.250	0.000	0.451
DUO	28	2.61	1.370						
KU	10	4.30	1.337						
KUO	21	4.95	1.465						

Tablo 150'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 17.250$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.451$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 151'de görülmektedir.

Tablo 151. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.732	0.541	1.000
	Kontrol Uzman	-2.425(*)	0.640	0.002
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.077(*)	0.560	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.732	0.541	1.000
	Kontrol Uzman	-1.693(*)	0.497	0.007
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.345(*)	0.389	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	2.425(*)	0.640	0.002
	Deney Uzman Olmayan	1.693(*)	0.497	0.007
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.652	0.518	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.077(*)	0.560	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.345(*)	0.389	0.000
	Kontrol Uzman	0.652	0.518	1.000

(*) 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 151'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

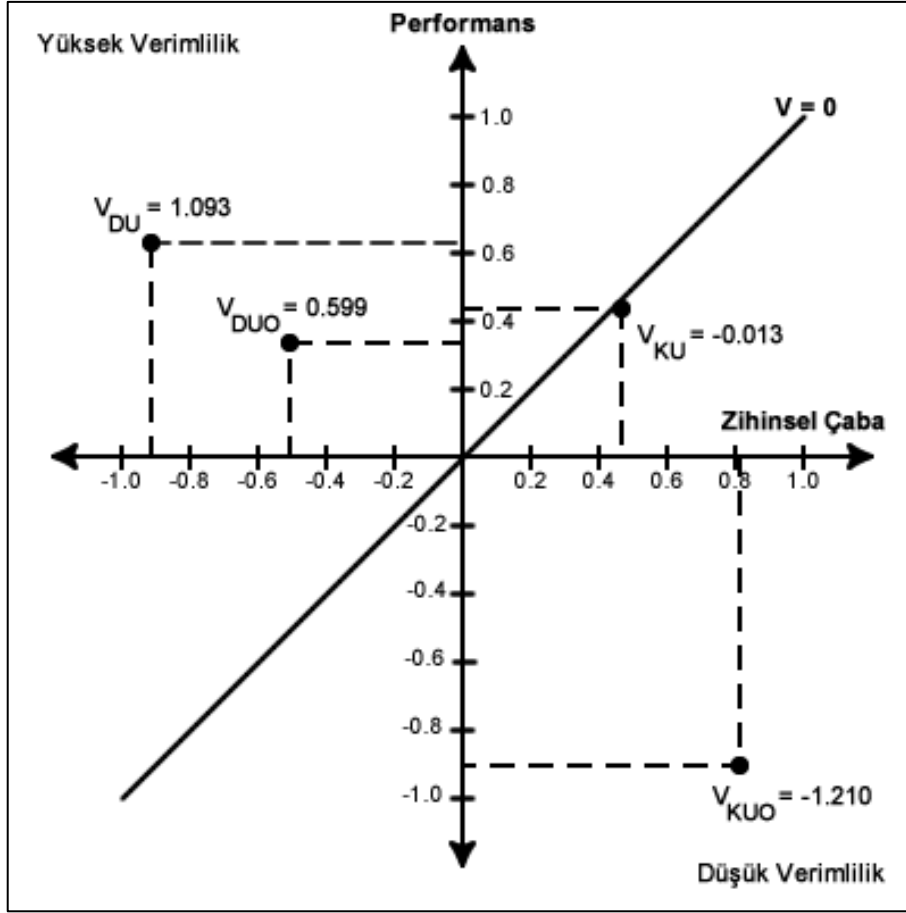
3.12. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-12 ve Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-12) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 152'de görülmektedir.

Tablo 152. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Teleskop Kavramı Performans (Hatırlama Testi-12) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Teleskop Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.628	-0.918	1.093
Deney Uzman Olmayan	28	0.342	-0.506	0.599
Kontrol Uzman	10	0.428	0.446	-0.013
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.899	0.812	-1.210

Tablo 152'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.628$) sahipken, sırasıyla kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0.428$), deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.342$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.899$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,918$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,506$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,446$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,812$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.093, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.599, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.013 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.210 olarak hesaplanmıştır. Şekil 24'te deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 24. Teleskop kavramı için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerindeki gösterimi

Şekil 24'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları grafiğin sağ üst çeyreğine yani yüksek performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 7.990$, $p = 0.000$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve

uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 153'te verilmiştir.

Tablo 153. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Teleskop Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	54.50	3	32.550	0.000	0.493
Deney Uzman Olmayan	28	43.07				
Kontrol Uzman	10	28.40				
Kontrol Uzman Olmayan	21	16.76				

Tablo 153'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 32.550, \eta^2 = 0.493, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.493$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 154'te verilmiştir.

Tablo 154. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Teleskop Kavramı Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	25.00	200.00	60.000	0.043
Deney Uzman Olmayan	28	16.64	466.00		
Deney Uzman	8	14.25	114.00	2.000	0.001
Kontrol Uzman	10	5.70	57.00		
Deney Uzman	8	24.25	194.00	10.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.48	241.00		
Deney Uzman Olmayan	28	22.34	625.50	60.500	0.008
Kontrol Uzman	10	11.55	115.50		
Deney Uzman Olmayan	28	33.09	926.50	67.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.21	298.50		
Kontrol Uzman	10	22.15	221.50	43.500	0.009
Kontrol Uzman Olmayan	21	13.07	274.50		

Tablo 154'te de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları için deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 60.000$,

$p < 0.05$); deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 2.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 10.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 60.500$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 67.500$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 43.500$, $p < 0.05$).

3.13. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Uzay araçlarının tanıtıldığı uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 155'te verilmiştir.

Tablo 155. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-13	Deney	36	5.42	0.937
	Kontrol	31	4.00	1.483
Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.67	1.095
	Kontrol	31	4.77	1.175

Tablo 155'te görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-13 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 5.42$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-13 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 4.00$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.67$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.77$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin uzay araçlarını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 155'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-13 puanlarının varyanslarının eşit

olmadığı [$F = 4.262$; $p = 0.043$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-13 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.041$, $p = 0.839$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 156'da, t-testi sonuçları ise Tablo 157'de verilmiştir.

Tablo 156. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	42.38	1525.50	256.500	0.000
Kontrol	31	24.27	752.50		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-13 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 256.500$, $Z = -4.083$, $r = 0.499$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-13 puanları ($\bar{X} = 42.38$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 24.27$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-13 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.499$) kullanılmıştır. r değeri yaklaşık olarak 0.5'e eşit olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-13 üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-13'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %50'sini açıklamaktadır.

Tablo 157. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.67	1.095	65	7.593	0.000
Kontrol	31	4.77	1.175			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 7.593$; $\eta^2 = 0.470$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.470$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %47'sini açıklamaktadır.

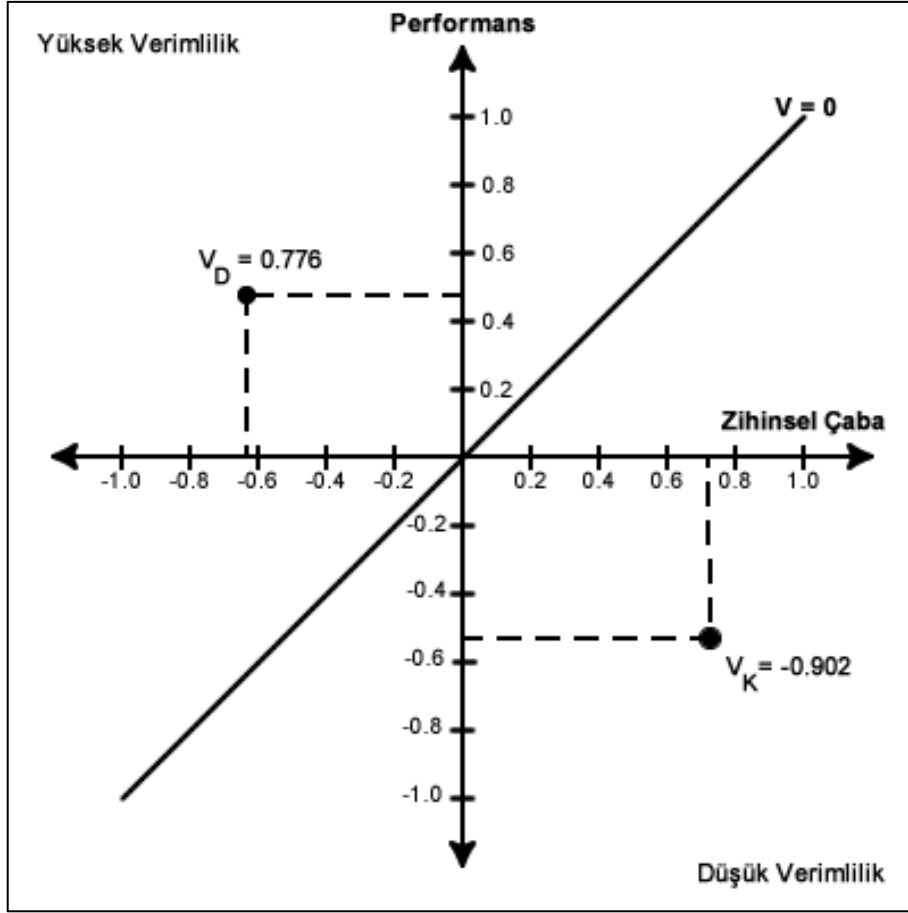
3.14. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, uzay araçlarının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 158'de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-13) z-puanları ve zihinsel çaba (Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 158. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Uzay Araçları Performans (Hatırlama Testi-13) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.467	-0.631	0.776
Kontrol	31	-0.542	0.733	-0.902

Tablo 158 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.467$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.542$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.631$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,733$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.776, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.902 olarak bulunmuştur. Şekil 25'te uzay araçları için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 25. Uzay araçları için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerindeki gösterimi

Şekil 25'teki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi uzay araçları için deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olduğu görülmüştür [$F = 3.619$, $p = 0.062$, $p > 0.05$]. Bu nedenle uzay araçları öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uzay araçları öğretim verimliliği puanlarına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 159'da verilmiştir.

Tablo 159. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araçları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	0.776	0.688	65	-8.048	0.000
Kontrol	31	-0.902	1.008			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uzay araçları öğretim verimliliği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = -8.048$; $p < 0.05$).

3.15. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Uzay araçlarının tanıtıldığı uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 160'ta verilmiştir.

Tablo 160. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-13	Deney Uzman	8	5.75	0.707
	Deney Uzman Olmayan	28	5.32	0.983
	Kontrol Uzman	10	4.50	1.269
	Kontrol Uzman Olmayan	21	3.76	1.546
Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	2.38	0.744
	Deney Uzman Olmayan	28	2.75	1.175
	Kontrol Uzman	10	4.30	0.823
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.00	1.265

Tablo 160'ta da görüldüğü gibi Hatırlama Testi-13 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 5.75$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.32$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 4.50$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 3.76$) daha yüksek puana sahiptir. Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise uzay araçlarını öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 2.38$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.75$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin

($\bar{X} = 4.30$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.00$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 160'ta görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-13 puanlarının [$F(3-63) = 3.775, p = 0.015, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-13 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.813, p = 0.491, p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-13 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 161'de verilmiştir.

Tablo 161. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	47.38				
Deney Uzman Olmayan	28	40.95	3	18.883	0.000	0.286
Kontrol Uzman	10	29.90				
Kontrol Uzman Olmayan	21	21.60				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-13 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 18.883, \eta^2 = 0.286, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.286$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-13 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 162'de verilmiştir.

Tablo 162. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	21.69	173.50		
Deney Uzman Olmayan	28	17.59	492.50	86.500	0.230
Deney Uzman	8	12.38	99.00		
Kontrol Uzman	10	7.20	72.00	17.000	0.022

Tablo 162'nin devamı

Deney Uzman	8	22.31	178.50	25.500	0.003
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.21	256.50		
Deney Uzman Olmayan	28	21.34	597.50	88.500	0.056
Kontrol Uzman	10	14.35	143.50		
Deney Uzman Olmayan	28	31.02	868.50	125.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	16.98	356.50		
Kontrol Uzman	10	19.35	193.50	71.500	0.145
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.40	302.50		

Tablo 162'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-13 puanları ile kontrol grubundaki uzman ($U = 17.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 25.500$, $p < 0.05$) öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ($U = 125.500$, $p < 0.05$) anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ($U = 86.500$, $p > 0.05$); deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ($U = 88.500$, $p > 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 71.500$, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 163'te verilmiştir.

Tablo 163. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	2.38	0.744	79.225	78.178	3	20.722	0.000	0.497
DUO	28	2.75	1.175						
KU	10	4.30	0.823						
KUO	21	5.00	1.265						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 163'te de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 20.722$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.497$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek

bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 164'te görülmektedir.

Tablo 164. Deney Ve Kontrol Gruplarındaki Uzman Ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.375	0.450	1.000
	Kontrol Uzman	-1.925(*)	0.532	0.004
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.625(*)	0.466	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.375	0.450	1.000
	Kontrol Uzman	-1.550(*)	0.413	0.002
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.250(*)	0.324	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	1.925(*)	0.532	0.004
	Deney Uzman Olmayan	1.550(*)	0.413	0.002
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.700	0.431	0.655
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	2.625(*)	0.466	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.250(*)	0.324	0.000
	Kontrol Uzman	0.700	0.431	0.655

(*) 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 164'te de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

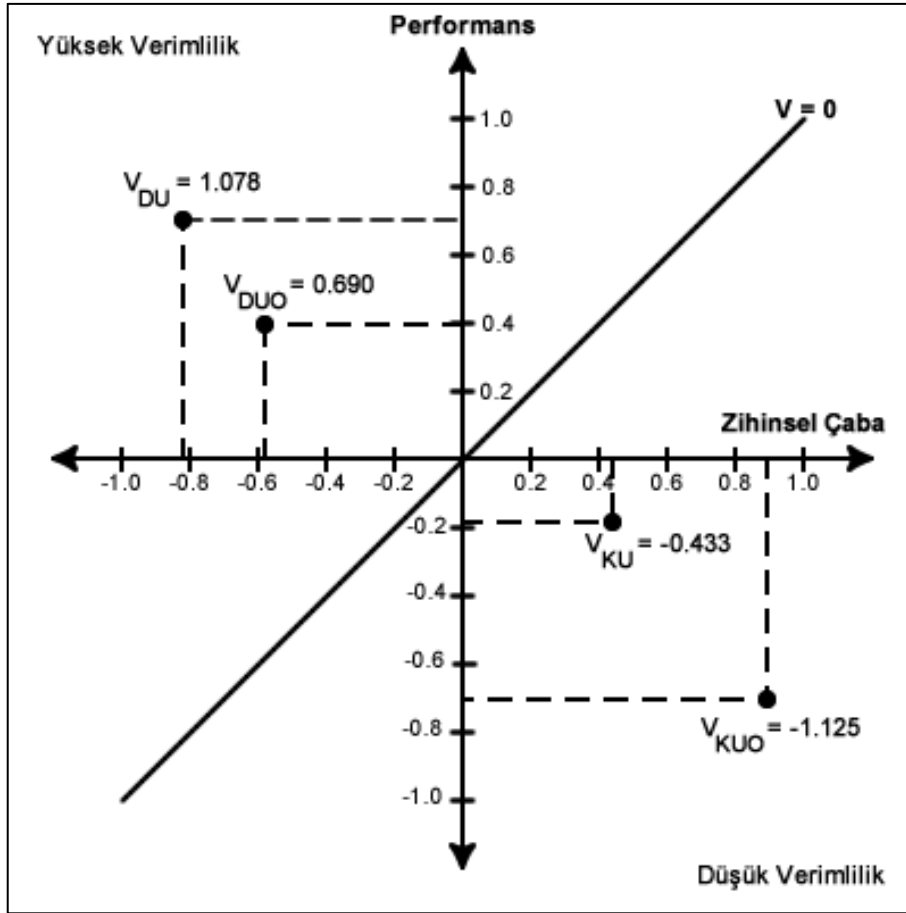
3.16. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-13 ve Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-13) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 165'te görülmektedir.

Tablo 165. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Uzay Araçları Performans (Hatırlama Testi-13) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.704	-0.820	1.078
Deney Uzman Olmayan	28	0.399	-0.577	0.690
Kontrol Uzman	10	-0.186	0.426	-0.433
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.712	0.879	-1.125

Tablo 165'te görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.704$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.399$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.186$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.712$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,820$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,577$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,426$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,879$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.078, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.690, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.433 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.125 olarak hesaplanmıştır. Şekil 26'da deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzay araçları öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 26. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen uzay araçları öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 26'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzay araçları öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre grupların öğretim verimliliği puanları varyanslarının eşit olduğu görülmüştür [$F = 2.131$, $p = 0.105$, $p > 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol

gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin ANOVA sonuçları Tablo 166'da verilmiştir.

Tablo 166. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzak Araçları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin ANOVA Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.078	0.439	42.907	51.094	3	25.007	0.000	0.544
DUO	28	0.690	0.728						
KU	10	-0.433	0.759						
KUO	21	-1.125	1.050						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 166'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzak araçları öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 25.007$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.544$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin uzak araçları öğretim verimliliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzak araçları öğretim verimliliği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 167'de görülmektedir.

Tablo 167. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Uzak Araçları Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.692	0.31708	0.197
	Kontrol Uzman	-1.815(*)	0.23823	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-2.203(*)	0.34288	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.692	0.31708	0.197
	Kontrol Uzman	-1.123(*)	0.30402	0.003
	Kontrol Uzman Olmayan	-1.511(*)	0.39146	0.002
Kontrol Uzman	Deney Uzman	1.815(*)	0.23823	0.000
	Deney Uzman Olmayan	1.123(*)	0.30402	0.003
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.387	0.33084	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	2.203(*)	0.34288	0.000
	Deney Uzman Olmayan	1.511(*)	0.39146	0.002
	Kontrol Uzman	0.387	0.33084	1.000

* 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin gök biliminin tarihsel gelişimi ile ilgili öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 167’de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

3.17. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 ve Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Ay’a iniş macerası ve Biyosfer II’nin anlatıldığı uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-14 ve Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği’nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-14 ve Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 168’de verilmiştir.

Tablo 168. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 ve Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-14	Deney	36	5.08	0.500
	Kontrol	31	4.10	1.165
Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	2.11	1.141
	Kontrol	31	5.16	1.128

Tablo 168’de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-14 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 5.08$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-14 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 4.10$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği’nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 2.11$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 5.16$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin Ay’a iniş ve Biyosfer II konusunu öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-14 ve Ay’a İniş Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 168’de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını

belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-14 puanlarının varyanslarının eşit olmadığı [$F = 18.821$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-14 puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına, Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının varyansları eşit olduğundan [$F = 0.015$, $p = 0.904$, $p > 0.05$] puanları karşılaştırmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 169'da, t-testi sonuçları ise Tablo 170'te verilmiştir.

Tablo 169. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	42.17	1518.00	264.000	0.483
Kontrol	31	24.52	760.00		

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-14 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 264.000$, $Z = -3.950$, $r = 0.483$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-14 puanları ($\bar{X} = 42.17$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 24.52$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-14 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.483$) kullanılmıştır. r değeri 0.3'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-14 üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-14'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %48'ini açıklamaktadır.

Tablo 170. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre t-testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
Deney	36	2.11	1.141	65	10.967	0.000
Kontrol	31	5.16	1.128			

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($t_{(65)} = 10.967$; $\eta^2 = 0.649$, $p < 0.05$). Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek için eta-kare (η^2) değeri kullanılmıştır. Hesaplanan eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.649$) 0.14'ten büyük olduğu için grup değişkeni Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. eta-

kare (η^2) değerine göre grup değişkeni bilişsel yük ölçeği puanlarında ortaya çıkan farkın yaklaşık %65'ini açıklamaktadır.

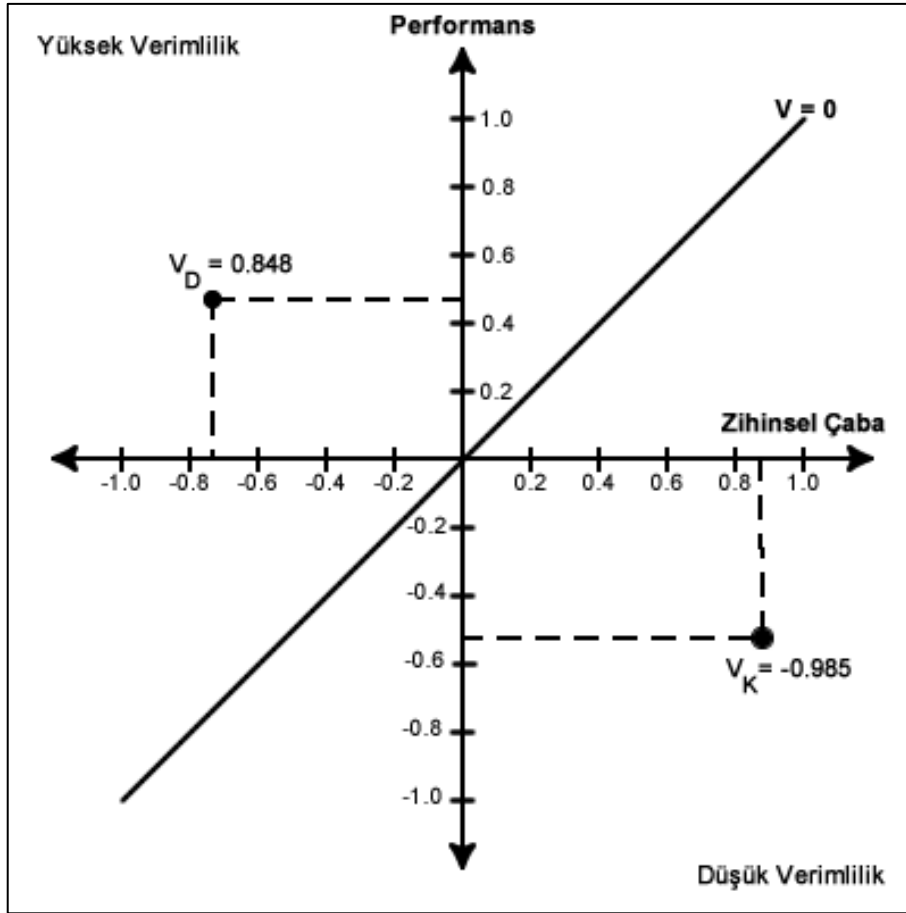
3.18. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, Ay'a iniş ve Biyosfer II konularının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 171'de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-14) z-puanları ve zihinsel çaba (Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 171. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Performans (Hatırlama Testi-14) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.458	-0.742	0.848
Kontrol	31	-0.531	0.862	-0.985

Tablo 171 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.458$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.531$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.742$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,862$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 0.848, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -0.985 olarak bulunmuştur. Şekil 27'de Ay'a iniş ve Biyosfer II konuları için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 27. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen Ay'a İniş ve Biyosfer II öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 27'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi uzay araçları için deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 9.320$, $p = 0.003$, $p < 0.05$]. Bu nedenle Ay'a iniş ve Biyosfer II öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 172'de verilmiştir.

Tablo 172. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Ay'a İniş ve Biyosfer II Konuları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	47.57	1712.50	69.500	0.000
Kontrol	31	18.24	565.50		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının Ay'a iniş ve Biyosfer II öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [U = 69.500, p<0.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalama değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının ($\bar{X} = 47.57$) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından ($\bar{X} = 18.24$) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

3.19. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Ay'a iniş macerası ve Biyosfer II'nin anlatıldığı uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 173'te verilmiştir.

Tablo 173. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-14	Deney Uzman	8	5.25	0.463
	Deney Uzman Olmayan	28	5.04	0.508
	Kontrol Uzman	10	4.50	1.354
	Kontrol Uzman Olmayan	21	3.90	1.044
Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	1.75	0.707
	Deney Uzman Olmayan	28	2.21	1.228
	Kontrol Uzman	10	4.80	1.033
	Kontrol Uzman Olmayan	21	5.33	1.155

Tablo 173'te de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-14 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 5.25$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 5.04$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 4.50$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 3.90$) daha yüksek puana sahiptir. Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.75$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 2.21$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.80$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 5.33$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 234'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-14 puanlarının [$F_{(3-63)} = 10.213$, $p = 0.000$, $p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-14 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F_{(3-63)} = 0.966$, $p = 0.415$, $p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-14 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 174'te verilmiştir.

Tablo 174. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	45.88				
Deney Uzman Olmayan	28	41.11	3	18.515	0.000	0.281
Kontrol Uzman	10	32.00				
Kontrol Uzman Olmayan	21	20.95				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-14 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 18.515$, $\eta^2 = 0.281$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.281$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-14 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 175'te verilmiştir.

Tablo 175. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	21.13	169.00	91.000	0.291
Deney Uzman Olmayan	28	17.75	497.00		
Deney Uzman	8	11.00	88.00	28.000	0.266
Kontrol Uzman	10	8.30	83.00		
Deney Uzman	8	22.75	182.00	22.000	0.002
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.05	253.00		
Deney Uzman Olmayan	28	20.63	577.50	108.500	0.248
Kontrol Uzman	10	16.35	163.50		
Deney Uzman Olmayan	28	31.73	888.50	105.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	16.02	336.50		
Kontrol Uzman	10	18.35	183.50	81.500	0.303
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.88	312.50		

Tablo 175'te de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-14 puanları ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine ($U = 22.000$, $p < 0.05$); deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 105.500$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman öğrenciler arasındaki; deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman öğrenciler arasındaki ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 176'da verilmiştir.

Tablo 176. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.75	0.707	80.481	158.235	3	41.289	0.000	0.663
DUO	28	2.21	1.228						
KU	10	4.80	1.033						
KUO	21	5.33	1.155						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 176'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 41.289$, $p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.663$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 177'de görülmektedir.

Tablo 177. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.464	0.453	1.000
	Kontrol Uzman	-3.050(*)	0.536	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.583(*)	0.470	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.464	0.453	1.000
	Kontrol Uzman	-2.586(*)	0.416	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.119(*)	0.326	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	3.050(*)	0.536	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.586(*)	0.416	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.533	0.434	1.000
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.583(*)	0.470	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.119(*)	0.326	0.000
	Kontrol Uzman	0.533	0.434	1.000

(*) 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 177'de de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ve kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

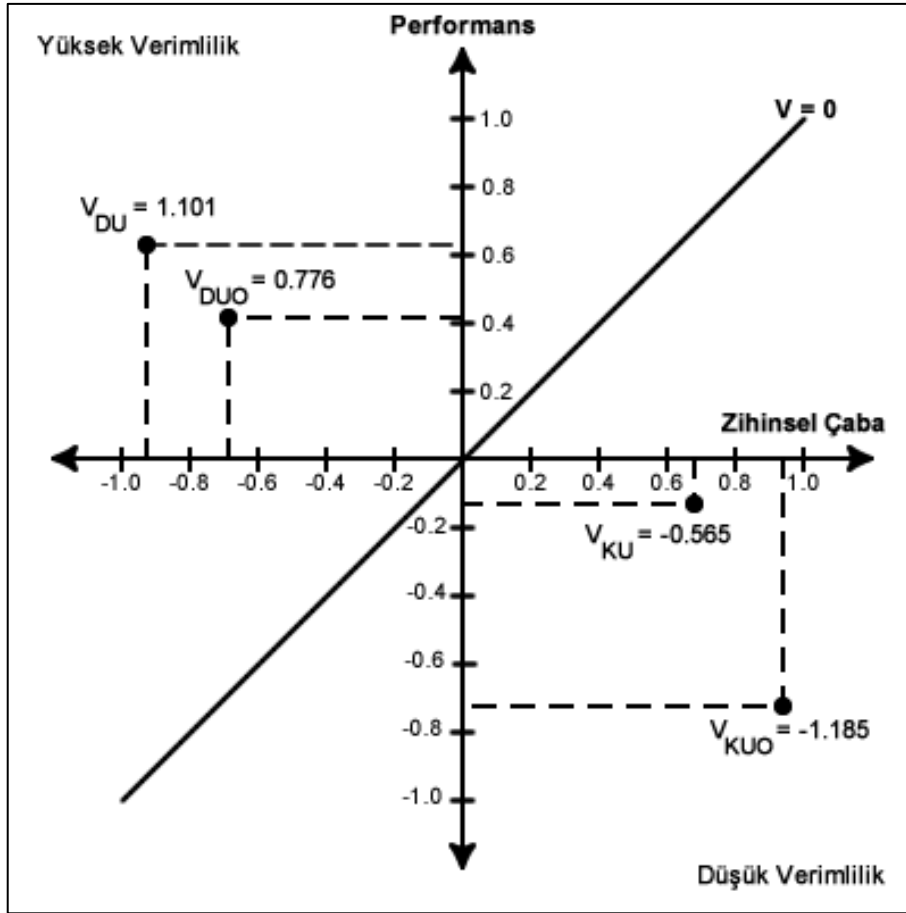
3.20. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-14 ve Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-14) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 178'de görülmektedir.

Tablo 178. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ay'a İniş ve Biyosfer II Performans (Hatırlama Testi-14) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.625	-0.932	1.101
Deney Uzman Olmayan	28	0.409	-0.688	0.776
Kontrol Uzman	10	-0.127	0.672	-0.565
Kontrol Uzman Olmayan	21	-0.724	0.952	-1.185

Tablo 178'de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.625$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.409$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.127$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0.724$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,932$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,688$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,672$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0,952$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre öğretim verimliliği puanları deney grubundaki uzman öğrenciler için 1.101, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.776, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.565 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.185 olarak hesaplanmıştır. Şekil 28'de deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay'a iniş ve Biyosfer II konuları öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 28. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen Ay'a iniş ve Biyosfer II öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 28'deki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Ay'a iniş ve Biyosfer II öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 4.946$, $p = 0.004$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman

ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 179'da verilmiştir.

Tablo 179. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Ay'a İniş ve Biyosfer II Konuları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	52.75				
Deney Uzman Olmayan	28	46.09	3	39.810	0.000	0.603
Kontrol Uzman	10	23.40				
Kontrol Uzman Olmayan	21	15.79				

Tablo 179'da da görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 39.810, \eta^2 = 0.603, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.603$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Ay'a iniş ve Biyosfer II konuları öğretim verimliliği puanları üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 180'de verilmiştir.

Tablo 180. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Ay'a İniş ve Biyosfer II Konuları Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	22.19	177.50		
Deney Uzman Olmayan	28	17.45	488.50	82.500	0.267
Deney Uzman	8	14.06	112.50		
Kontrol Uzman	10	5.85	58.50	3.500	0.001
Deney Uzman	8	25.50	204.00		
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00	0.000	0.000
Deney Uzman Olmayan	28	23.25	651.00		
Kontrol Uzman	10	9.00	90.00	35.000	0.000
Deney Uzman Olmayan	28	34.39	963.00		
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.48	262.00	31.000	0.000
Kontrol Uzman	10	19.55	195.50		
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.31	300.50	69.500	0.132

Tablo 180'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre Ay'a iniş ve Biyosfer II konuları öğretim verimliliği puanları için deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 3.500, p<0.05) ve uzman olmayan (U = 0.000, p<0.05) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman

olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 35.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 31.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki ($U = 82.500$, $p > 0.05$) ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 69.500$, $p > 0.05$).

3.21. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

Uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramlarının öğretildiği uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 181'de verilmiştir.

Tablo 181. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Grup	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-15	Deney	36	14.81	1.390
	Kontrol	31	10.42	2.814
Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği	Deney	36	1.67	0.717
	Kontrol	31	4.65	1.142

Tablo 181'de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-15 aritmetik ortalama puanlarının ($\bar{X} = 14.81$), kontrol grubu öğrencilerinin Hatırlama Testi-15 aritmetik ortalama puanlarından ($\bar{X} = 10.42$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği'nden ise deney grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanlarının ($\bar{X} = 1.67$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama bilişsel yük puanına ($\bar{X} = 4.65$) göre daha düşük olduğu görülmektedir. Yani deney grubu öğrencilerinin uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramlarını öğrenirken zihinsel olarak daha az çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği ortalama puanlarındaki Tablo 181'de görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız t-testi yapılmasına karar verilmiştir. t-testi yapılmadan önce iki grup ortalamasının varyanslarının homojen olup olmadığını test

etmek için Levene Testi yapılmıştır. Levene testi sonucuna göre Hatırlama Testi-15 puanlarının [$F = 13.905$; $p = 0.000$; $p < 0.05$] ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F = 4.724$; $p = 0.033$; $p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 182'de verilmiştir.

Tablo 182. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Hatırlama Testi-15	Deney	36	47.63	1714.50	67.500	0.000
	Kontrol	31	18.18	563.50		
UT ve UK BYÖ	Deney	36	18.85	678.50	12.500	0.000
	Kontrol	31	51.60	1599.50		

UT ve UK BYÖ: Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan Hatırlama Testi-15 puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 67.500$, $Z = -6.233$, $r = 0.761$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Hatırlama Testi-15 puanları ($\bar{X} = 47.63$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 18.18$) daha yüksektir. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Hatırlama Testi-15 bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.761$ kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Hatırlama Testi-15 üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Hatırlama Testi-15'te ortaya çıkan farkın yaklaşık %76'sını açıklamaktadır.

Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında da deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($U = 12.500$, $Z = -6.990$, $r = 0.854$, $p < 0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanları ($\bar{X} = 18.85$), kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarından ($\bar{X} = 51.60$) daha düşüktür. Araştırmada grup bağımsız değişkeninin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği bağımlı değişkeni üzerindeki etkisini belirlemek için r değeri ($r = 0.854$ kullanılmıştır. r değeri 0.5'ten büyük olduğu için grup değişkeni Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek düzeyde bir etkiye sahiptir. r değerine göre grup değişkeni Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği'nde ortaya çıkan farkın yaklaşık %85'ini açıklamaktadır.

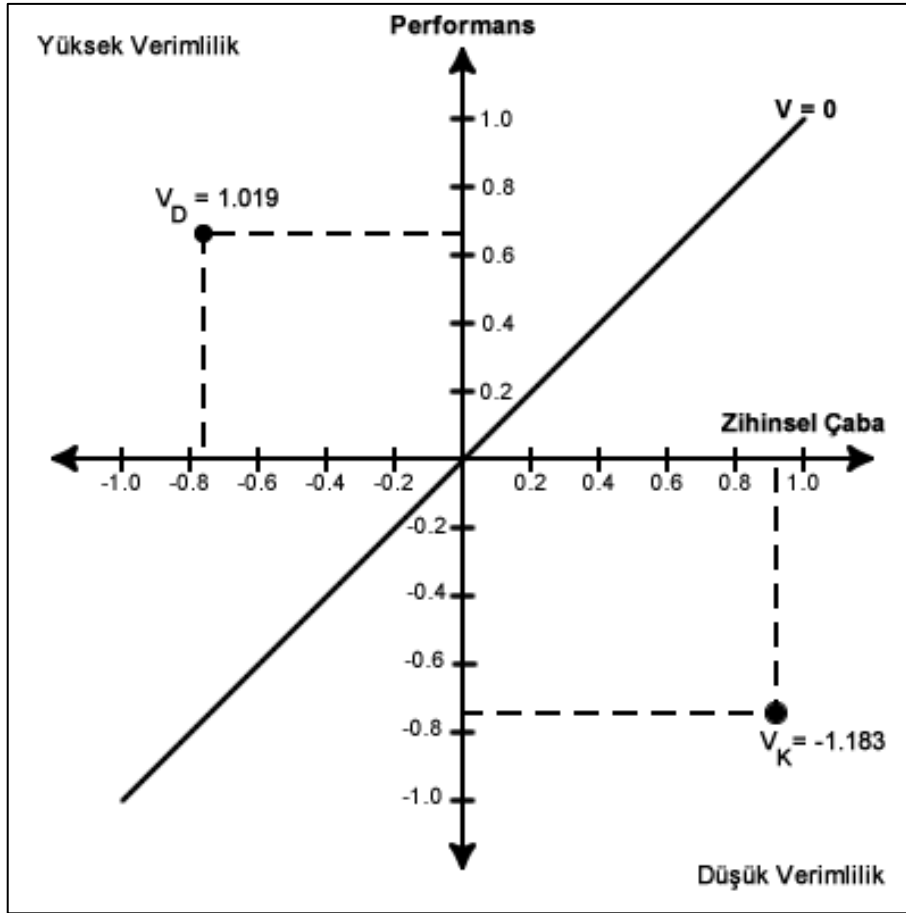
3.22. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

Uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramlarının deney grubundaki öğrencilere Bilişsel Yük Kuramı ilkelerine göre tasarlanan öğretim yazılımı ile ve kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntem ile işlenmesinin öğretim verimliliğine etkisi ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Tablo 183'te deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-15) z-puanları ve zihinsel çaba (Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanları ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları görülmektedir.

Tablo 183. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Kavramları Performans (Hatırlama Testi-15) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney	36	0.659	-0.782	1.019
Kontrol	31	-0.765	0.908	-1.183

Tablo 183 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = 0.659$) kontrol grubundaki öğrencilerin performans z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = -0.765$) daha yüksektir. Deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalamasının ($\bar{X} = -0.782$) kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel çaba z-puanları ortalamasından ($\bar{X} = 0,908$) daha düşük olduğu görülmektedir. Hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki öğrenciler için 1.019, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -1.183 olarak bulunmuştur. Şekil 29'da uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları için deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretime ilişkin öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 29. Uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 29'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan öğretim etkinliğinin verimliliği grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubuna uygulanan öğretimin verimliliği ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığına bakmak için t-testi yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığına Levene testi ile bakılmıştır. Levene testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olmadığı görülmüştür [$F = 15.288$, $p = 0.000$, $p < 0.05$]. Bu nedenle grupların uzay teknolojisi ve uzay kirliliği öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uzay teknolojisi ve uzay kirliliği öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 184'te verilmiştir.

Tablo 184. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Kavramları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney	36	49.19	1771.00	11.000	0.000
Kontrol	31	16.35	507.00		

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [U = 11.000, p<0.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla sıra ortalamaya değerlerine bakılmış; deney grubundaki öğrencilerin sıra ortalamalarının (\bar{X} = 49.19) kontrol grubundaki öğrencilerin sıra ortalamasından (\bar{X} = 16.35) daha yüksek olmasından dolayı deney grubundaki öğretimin kontrol grubundaki öğretimden daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

3.23. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarından Elde Edilen Bulgular

Uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramlarının öğretildiği uygulama sonunda deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği'nden elde edilen ortalama puanlar karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 185'te verilmiştir.

Tablo 185. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanları Aritmetik Ortalamalarının Betimsel İstatistikleri

	Uzmanlık	N	\bar{X}	Ss
Hatırlama Testi-15	Deney Uzman	8	15.00	1.195
	Deney Uzman Olmayan	28	14.75	1.456
	Kontrol Uzman	10	12.40	1.578
	Kontrol Uzman Olmayan	21	9.48	2.804
Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği	Deney Uzman	8	1.50	0.756
	Deney Uzman Olmayan	28	1.71	0.713
	Kontrol Uzman	10	4.00	0.816
	Kontrol Uzman Olmayan	21	4.95	1.161

Tablo 185'te de görüldüğü gibi Hatırlama Testi-15 puanlarına göre deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 15$), deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 14.75$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerden ($\bar{X} = 12.40$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerden ($\bar{X} = 9.48$) daha yüksek puana sahiptir. Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ise bu kavramları öğrenirken zihinsel olarak en az çabayı deney grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 1.50$) sarf ederken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 1.71$), kontrol grubundaki uzman öğrencilerin ($\bar{X} = 4.00$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrencilerin ($\bar{X} = 4.95$) daha fazla çaba sarf ettikleri belirlenmiştir.

Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarındaki Tablo 185'te görülen farklılıkların istatistiki olarak 0.05 düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılmadan önce varyansların homojenliğine bakılmış ve Levene testi sonuçlarına göre öğrencilerin Hatırlama Testi-15 puanlarının [$F(3-63) = 5.838, p = 0.001, p < 0.05$] varyanslarının eşit olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Hatırlama Testi-15 puanlarının analizi için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarının [$F(3-63) = 0.725, p = 0.541, p > 0.05$] varyansları eşit olduğu için gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-15 puanlarına göre Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 186'da verilmiştir.

Tablo 186. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 Puanlarına Göre Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	49.44	3	41.965	0.000	0.636
Deney Uzman Olmayan	28	47.11				
Kontrol Uzman	10	26.90				
Kontrol Uzman Olmayan	21	14.02				

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Hatırlama Testi-15 puanları arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 41.965, \eta^2 = 0.636, p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.636$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın Hatırlama Testi-15 üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 187’de verilmiştir.

Tablo 187. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	19.69	157.50	102.500	0.704
Deney Uzman Olmayan	28	18.16	508.50		
Deney Uzman	8	13.63	109.00	7.000	0.003
Kontrol Uzman	10	6.20	62.00		
Deney Uzman	8	25.13	201.00	3.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.14	234.00		
Deney Uzman Olmayan	28	23.21	650.00	36.000	0.000
Kontrol Uzman	10	9.10	91.00		
Deney Uzman Olmayan	28	34.73	972.50	21.500	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.02	252.50		
Kontrol Uzman	10	22.60	226.00	39.000	0.005
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.86	270.00		

Tablo 187’de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre deney grubundaki uzman öğrencilerin Hatırlama Testi-15 puanları ile kontrol grubundaki uzman (U = 7.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan öğrencilerin (U = 3.000, $p < 0.05$) puanları arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman (U = 36.000, $p < 0.05$) ve uzman olmayan öğrenciler (U = 21.500, $p < 0.05$) arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur (U = 39.000, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır (U = 102.500, $p > 0.05$).

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre ANOVA testi sonuçları Tablo 188’de verilmiştir.

Tablo 188. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Göre ANOVA Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	Ss	Kareler Toplamı		sd	F	p	η^2
				Gruplar İçi	Gruplar Arası				
DU	8	1.50	0.756						
DUO	28	1.71	0.713	50.667	154.199	3	63.911	0.000	0.753
KU	10	4.00	0.816			63			
KUO	21	4.95	1.161						

DU: Deney Uzman, DUO: Deney Uzman Olmayan, KU: Kontrol Uzman, KUO: Kontrol Uzman Olmayan

Tablo 188'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(3, 63)} = 63.911, p < 0.05$). Eta-kare değeri ($\eta^2 = 0.753$) incelendiğinde uzmanlık değişkeninin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanlarına göre çoklu karşılaştırmaları Tablo 189'da görülmektedir.

Tablo 189. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Ortalama Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Uzmanlık	Uzmanlık	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
Deney Uzman	Deney Uzman Olmayan	-0.214	0.360	1.000
	Kontrol Uzman	-2.500(*)	0.425	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.452(*)	0.373	0.000
Deney Uzman Olmayan	Deney Uzman	0.214	0.360	1.000
	Kontrol Uzman	-2.286(*)	0.330	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-3.238(*)	0.259	0.000
Kontrol Uzman	Deney Uzman	2.500(*)	0.425	0.000
	Deney Uzman Olmayan	2.286(*)	0.330	0.000
	Kontrol Uzman Olmayan	-0.952(*)	0.345	0.045
Kontrol Uzman Olmayan	Deney Uzman	3.452(*)	0.373	0.000
	Deney Uzman Olmayan	3.238(*)	0.259	0.000
	Kontrol Uzman	0.952(*)	0.345	0.045

(*) 0.05 düzeyinde anlamlı

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği puanları arasındaki farkın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Bonferroni testi kullanılmıştır. Tablo 189'da da

görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır.

3.24. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Hatırlama Testi-15 ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği Puanlarına Dayanılarak Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Bulgular

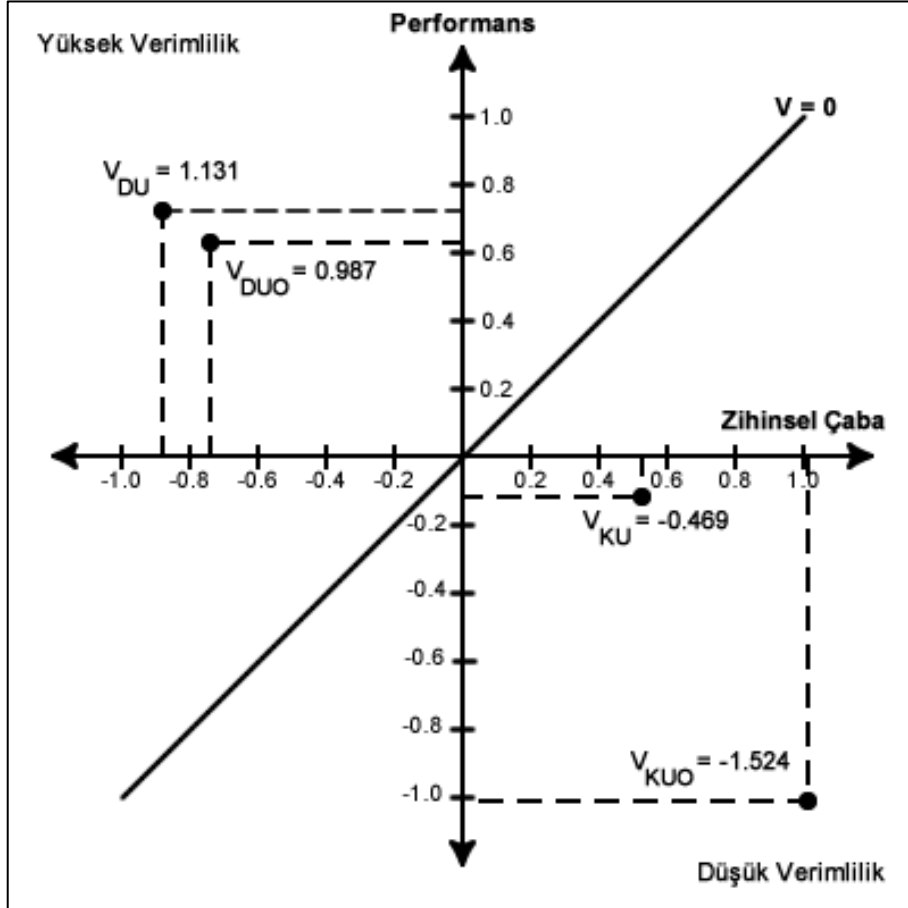
Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin performans (Hatırlama Testi-15) z-puanı ortalamaları ve zihinsel çaba (Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği) z-puanı ve hesaplanan öğretim verimliliği puanları Tablo 190'da görülmektedir.

Tablo 190. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Kavramları Performans (Hatırlama Testi-15) z-Puanı, Zihinsel Çaba (Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği) z-Puanı ve Hesaplanan Öğretim Verimliliği Puanları

Grup	N	Performans z-Puanı	Zihinsel Çaba z-Puanı	Öğretim Verimliliği Puanı (V)
Deney Uzman	8	0.722	-0.877	1.131
Deney Uzman Olmayan	28	0.641	-0.755	0.987
Kontrol Uzman	10	-0.122	0.542	-0.469
Kontrol Uzman Olmayan	21	-1.072	1.083	-1.524

Tablo 190'da görüldüğü gibi deney grubundaki uzman öğrenciler en yüksek performans z-puanı ortalamasına ($\bar{X} = 0.722$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 0.641$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = -0.122$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -1.072$) daha düşük performans z-puanı ortalamasına sahiptir. Zihinsel çaba puanlarına göre ise deney grubundaki uzman öğrenciler en düşük ortalamaya ($\bar{X} = -0,877$) sahipken, sırasıyla deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = -0,755$), kontrol grubundaki uzman öğrenciler ($\bar{X} = 0,542$) ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler ($\bar{X} = 1,083$) daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bu puanlara göre hesaplanan öğretim verimliliği puanları deney grubundaki

uzman öğrenciler için 1.131, deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler için 0.987, kontrol grubundaki uzman öğrenciler için -0.496 ve kontrol grubundaki uzman olmayan öğrenciler için -1.524 olarak hesaplanmıştır. Şekil 30'da deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları öğretim verimliliği puanları verimlilik grafiği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 30. Uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları için deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerle yürütülen öğretim etkinliği verimlilik puanlarının verimlilik grafiği üzerinde gösterimi

Şekil 30'daki verimlilik grafiğinden de görüldüğü gibi deney grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretim verimliliği puanları grafiğin sol üst çeyreğine (yüksek verimlilik) yani yüksek performans düşük zihinsel çaba bölgesine düşmektedir. Kontrol grubundaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin öğretimin verimliliği puanları ise grafiğin sağ alt çeyreğine (düşük verimlilik) yani düşük performans yüksek zihinsel çaba bölgesine düşmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin Teleskop kavramı öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ANOVA

yapılmasına karar verilmiştir. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyanslarının homojen olup olmadığı Levene testi ile test edilmiştir. Levene testi sonucuna göre varyansların eşit olmadığı görülmüştür [$F = 5.673$, $p = 0.002$, $p < 0.05$]. Bu nedenle öğretim verimliliği puanları arasındaki farka bakmak için Kruskal-Wallis H testi yapılmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları öğretim verimliliği puanlarına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları Tablo 191'de verilmiştir.

Tablo 191. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Üçüncü Oturum Uzay Teknolojisi Ve Uzay Kirliliği Kavramları Öğretim Verimliliği Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalama	sd	χ^2	p	η^2
Deney Uzman	8	51.00				
Deney Uzman Olmayan	28	48.68	3	50.241	0.000	0.761
Kontrol Uzman	10	24.65				
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.40				

Tablo 191'de de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarındaki uzman ve uzman olmayan öğrencilerin uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları öğretim verimliliği puanları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($\chi^2_{(3)} = 50.241$, $\eta^2 = 0.761$, $p < 0.05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0.761$) değeri 0.14'ten büyük olduğu için uzmanlığın uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları öğretim verimliliği puanları üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için tüm grupların olası ikilileri Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 192'de verilmiştir.

Tablo 192. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uzman ve Uzman Olmayan Öğrencilerin Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Kavramları Öğretim Verimliliği Puanlarına Göre Çoklu Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	U	p
Deney Uzman	8	20.00	160.00	100.000	0.645
Deney Uzman Olmayan	28	18.07	506.00		
Deney Uzman	8	14.50	116.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman	10	5.50	55.00		
Deney Uzman	8	25.50	204.00	0.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.00	231.00		
Deney Uzman Olmayan	28	24.18	677.00	9.000	0.000
Kontrol Uzman	10	6.40	64.00		
Deney Uzman Olmayan	28	35.43	992.00	2.000	0.000
Kontrol Uzman Olmayan	21	11.10	233.00		

Kontrol Uzman	10	23.75	237.50	27.500	0.001
Kontrol Uzman Olmayan	21	12.31	258.50		

Tablo 192'de de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testleri sonuçlarına göre uzay teknolojisi ve uzay kirliliği kavramları öğretim verimliliği puanları için deney grubundaki uzman öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 0.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 0.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman öğrenciler lehine; deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler ile kontrol grubundaki uzman ($U = 9.000$, $p < 0.05$) ve uzman olmayan ($U = 2.000$, $p < 0.05$) öğrenciler arasında deney grubundaki uzman olmayan öğrenciler lehine ve kontrol grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasında kontrol grubundaki uzman öğrenciler lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($U = 27.500$, $p < 0.05$). Deney grubundaki uzman öğrenciler ile uzman olmayan öğrenciler arasındaki farklılık ise anlamlı bulunmamıştır ($U = 100.000$, $p > 0.05$).

EK 2. Başarı Testi

Adı ve Soyadı	Sınıfı	Öğrenci No	Puanı

SORULAR

1.

İfadeler	Doğru	Yanlış
<input type="checkbox"/> Işığın titreşir gibi görünen gök cisimleri yıldızlardır.		
<input type="checkbox"/> Sıcak yıldızlar kırmızı renkte görülürler.		
<input type="checkbox"/> Bize yakın yıldızların ışığı daha parlak görülür.		
<input type="checkbox"/> Uzayda, çıplak gözle görebildiğimiz kadar gök cismi vardır.		

Yukarıda Doğru–Yanlış etkinliğini yapan Öykü'nün cevabı aşağıdaki seçeneklerden hangisi gibi olmalıdır?

A)

Doğru	Yanlış
✓	
✓	
	✓
	✓

B)

Doğru	Yanlış
✓	
	✓
	✓
✓	

C)

Doğru	Yanlış
✓	
	✓
✓	
	✓

D)

Doğru	Yanlış
	✓
✓	
	✓
✓	

2. Aşağıdaki öğrenciler gökyüzüne baktıklarında yıldızları hayali bir çizgiyle birleştirerek takım yıldız oluşturmuşlardır. Buna göre hangi öğrenci gerçekte olmayan bir takım yıldız ismi söylemiştir?

A)



Öykü

Benim takım yıldızım Büyükayı.

B)



Erol

Benim takım yıldızım Ejderha.

C)



Deniz

Benim takım yıldızım Kaplan.

D)



Furkan

Benim takım yıldızım Avcı.

EK 2'nin Devamı

3.

<input type="checkbox"/> Halley
<input type="checkbox"/> Andromeda
<input type="checkbox"/> Ikaye - Zhang
<input type="checkbox"/> Kuzey Tacı
<input type="checkbox"/> Hale - Bopp

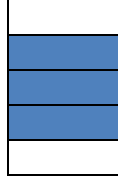
Yandaki kutular içinde ismi yazan gök cisimlerinden kuyruklu yıldız olanların kutusu boyanıyor.

Buna göre, kutuların son görünüşleri nasıl olur?

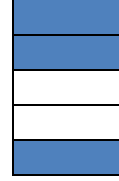
A)



B)



C)



D)



4.

	Yıldız	Gezegen
I.	Isı ve ışık kaynağıdır.	Isı ve ışık kaynağı değildir.
II.	Yayıdıkları ışık titreşir gibi görülür.	Yansıtıkları ışık titreşmez, kesintisiz görülür.
III.	Birbirlerine göre konumları değişir.	Birbirlerine göre konumları değişmez.
IV.	Sıcaklıkları çok yüksektir.	Sıcaklıkları düşüktür.

Yukarıda yıldızlar ve gezegenlerin özelliklerinden bir tanesinde yanlışlık yapılmıştır. **Buna göre hangi basamaktaki özellik yanlış verilmiştir?**

A) I

B) II

C) III

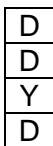
D) IV

5.

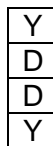
- Yıldızlar canlı değildirler, fakat canlılar gibi doğar, yaşar ve ölürlər.
- Güneş bir yıldızdır.
- Işık yılı bir zaman birimidir.
- Astronomi Birimi (AB), Güneş ile Dünya arasındaki uzaklıktır.

Doğru bilgi içeren cümlelerin başına "D", yanlış olan cümlelerin başına "Y" yazıldığında sıralama aşağıda verilenlerden hangisi gibi olur?

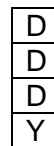
A)



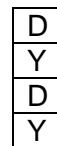
B)



C)

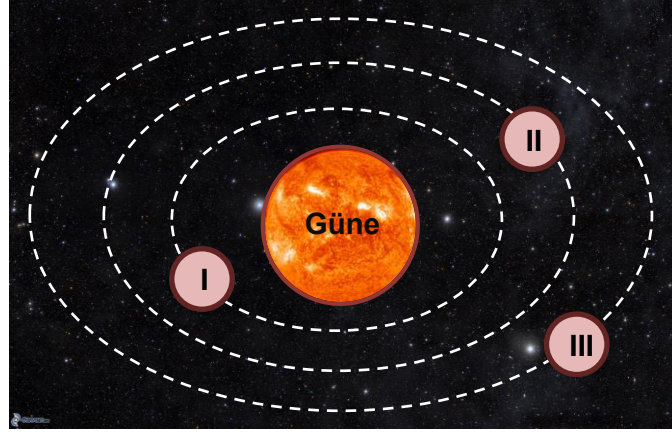


D)



EK 2'nin Devamı

6.



Güneş Sistemi'ndeki üç gezegenin yörüngeleri şekildeki gibi veriliyor. Buna göre I, II ve III ile gösterilen gezegenler aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
A)	Dünya	Jüpiter	Neptün
B)	Venüs	Dünya	Merkür
C)	Jüpiter	Dünya	Mars
D)	Dünya	Venüs	Mars

7. Güneş Sistemi'nde oldukları bilinen X, Y ve Z gezegenleri hakkında;

X: Güneş'e en uzak gezegendir.

Y: Yüzeyinin üçte ikisi sularla kaplıdır.

Z: Kendi etrafında, diğer gezegenlere göre ters yönde dönmektedir.

bilgileri verilmiştir. Buna göre X, Y ve Z gezegenlerinin adları aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
A)	Jüpiter	Merkür	Mars
B)	Jüpiter	Dünya	Venüs
C)	Neptün	Merkür	Mars
D)	Neptün	Dünya	Venüs

EK 2'nin Devamı

8. Karpuz, portakal ve fıncığın büyüklükleri göz önünde bulundurularak Güneş Sistemi'ndeki üç gezegen ile eşleştirilecek bir modelleme yapılmak isteniyor. **Buna göre, aşağıdakilerden hangisi bu amaca uygun bir eşleştirme olur?**



Karpuz



Portakal



Fındık

- | | | | |
|----|---------|--------|--------|
| A) | Jüpiter | Uranüs | Satürn |
| B) | Jüpiter | Satürn | Dünya |
| C) | Uranüs | Mars | Venus |
| D) | Uranüs | Satürn | Neptün |

9. Eski medeniyetler ile ilgili söylenen:

- I. Yıldızların konumlarını yön bulmada kullanmışlardır.
- II. Ay'ın ve Güneş'in konumlarını zaman belirlemede kullanmışlardır.
- III. Astronomik bulgularını parşömen kâğıtları, taş yüzeyler ve mağara duvarlarına kaydetmişlerdir.

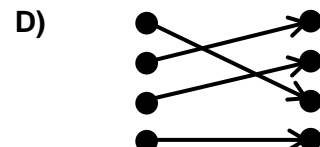
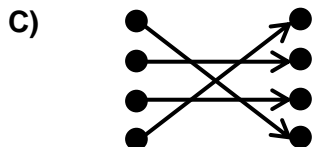
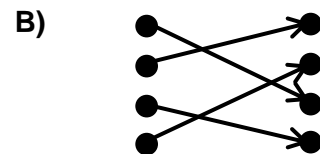
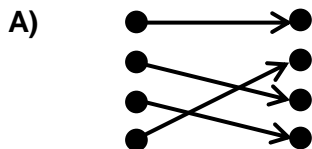
İfadelerden hangileri doğrudur?

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

10.

Özellik		Gezegen
En büyük gezegendir.	●	● Satürn
Halkaları ile bilinen gezegendir.	●	● Mars
Yörüngesinde yan yatmış varil gibi döner.	●	● Jüpiter
Kızıl gezegen olarak da bilinir.	●	● Uranüs

Yukarıdaki tabloda dört özellik ve dört gezegen verilmiştir. Ahmet hangi özelliğin hangi gezegene ait olduğunu noktalar arasında çizmiş olduğu oklarla göstermiştir. **Buna göre, Ahmet'in noktalar arasında çizdiği oklar aşağıdakilerden hangisi olabilir?**



EK 2'nin Devamı

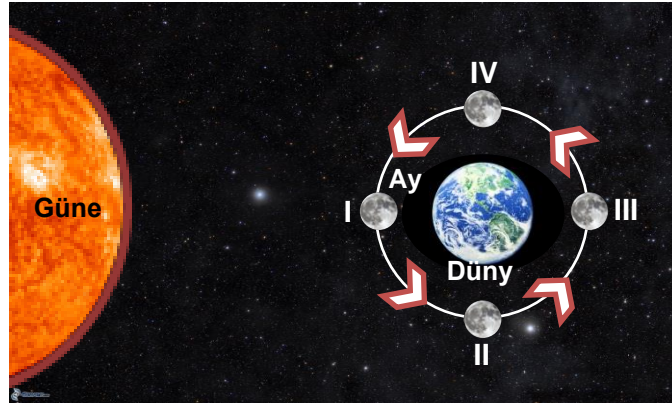
11.

Gezegen	Güneş'e Yakınlık Sırası	Uydu	Halka
①	1	Yok	Yok
Mars	4	③	Yok
Jüpiter	5	Var	④
Uranüs	②	Var	Var

Gezegenlerle ilgili yukarıdaki tabloyu yapan Deniz tabloda ①,②, ③ ve ④ numaralı hücreleri boş bırakmıştır. **Buna göre boş bırakılan hücrelere gelmesi gerekenler aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?**

	①	②	③	④
A)	Merkür	3	Yok	Var
B)	Venüs	2	Var	Yok
C)	Merkür	7	Var	Var
D)	Venüs	6	Yok	Yok

12.



Ay'ın I, II, III ve IV konumlarından hangilerinde, yeryüzünde meydana gelen gel-git olayında su seviyesindeki yükselme en fazla olur?

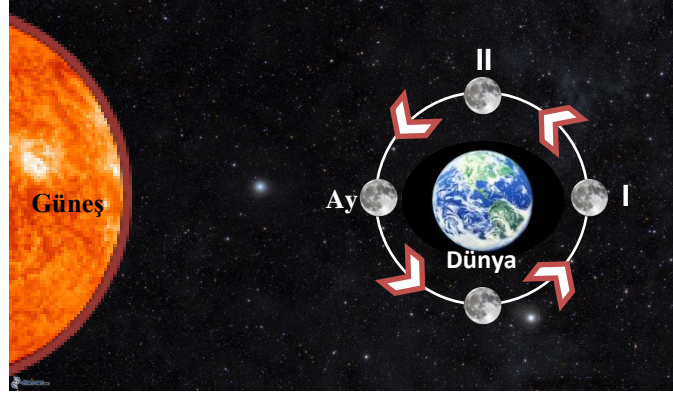
- A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV

13. Aşağıdaki yargılardan hangisi **yanlıştır**?

- A) Meteorlar Ay yüzeyine çarptığında oluşan çukurlara meteor çukuru denir.
 B) Meteorlar eğer Dünya'ya çarparsa oluşturdukları çukura gök taşı çukuru denir.
 C) Meteorların Dünya'ya ulaşanlarına gök taşı denir.
 D) Meteorların Dünya atmosferine girip yanması sonucu kuyruklu yıldızlar oluşur.

EK 2'nin Devamı

14.



Deniz, farklı iki tarihte Ay'ın I ve II konumlarına Dünya'dan bakmaktadır. Buna göre, I ve II konumlarında Ay'ı aşağıda verilen şekillerden hangisi gibi görür?

	I Konumunda	II Konumunda
A)		
B)		
C)		
D)		

15.

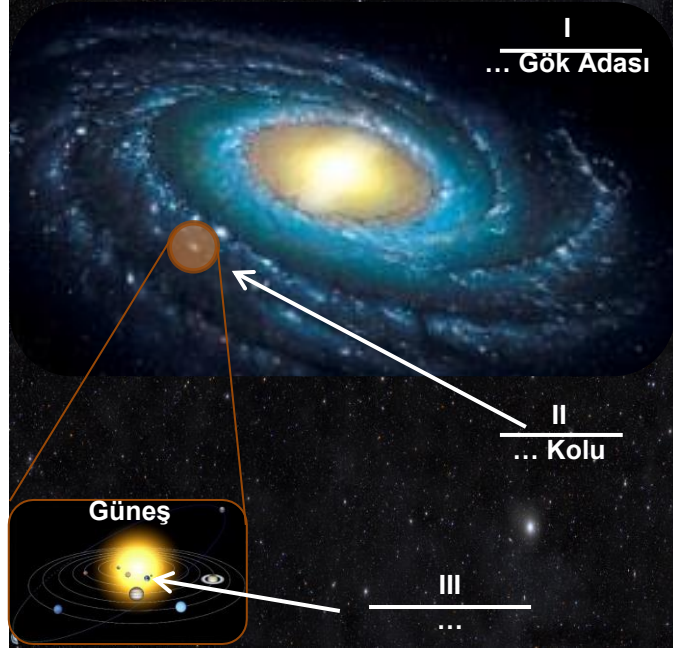


Uzaydaki bir gök cismi topluluğu ile ilgili araştırma yapan Selen, bu gruba dâhil olanların bazılarının isimlerini panoya şekildeki gibi tutturuyor. Ancak daha sonra bunlardan birisinin bu gruptan olmadığını fark ediyor. Buna göre, kaç numaralı kâğıtta yazan bu gruba dâhil değildir?

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

EK 2'nin Devamı

16.



“Dünyamız, X gök adasının Y kolu üzerindeki Güneş Sistemi’nde, Güneş’e en yakın Z gezegendir.”

Yukarıdaki görselde Dünyamızın evrendeki açık adresi gösterilmeye çalışılmış ve altındaki cümlede ifade edilmiştir. Buna göre; X, Y ve Z numaralı boşluklara aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
A)	Andromeda Gök Adası	Sombrero Kolu	3. gezegen
B)	Samanyolu Gök Adası	Avcı Kolu	3. gezegen
C)	Samanyolu Gök Adası	Sombrero Kolu	5. gezegen
D)	Andromeda Gök Adası	Avcı Kolu	5. gezegen

17. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi, uzay çalışmalarına dayanarak geleceğe yönelik yapılabilecek tahminlerden biri olamaz?

- A) Işık hızıyla hareket edebilecek uzay araçlarının geliştirilmesi
- B) Yüksek ısıya dayanıklı uzay araçlarının geliştirilmesi
- C) Dünya dışı bir gezegende yaşama imkânı oluşturulması
- D) Bir uzay teleskobunun Dünya’nın yörüngesine yerleştirilmesi

EK 2'nin Devamı

18.

- I. Teleskoplar yardımıyla gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanlarıdır.
- II. Dünya dışındaki evren parçasıdır.
- III. Uzayda pek çok alanda (fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılı, balistik vb.) incelemeler yapan bilim insanıdır.

Yukarıda "Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi" ünitesi ile ilgili bazı kavramların tanımları verilmiştir. **Buna göre, I, II ve III numaralı kavramlar aşağıdakilerden hangisidir?**

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>
A)	Astronot	Gök ada	Gök bilimci
B)	Gök bilimci	Gök ada	Astronot
C)	Astronot	Uzay	Gök bilimci
D)	Gök bilimci	Uzay	Astronot

19.



Bilim insanlarının Biyosfer II adlı yapıyı oluşturmalarının nedeni aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

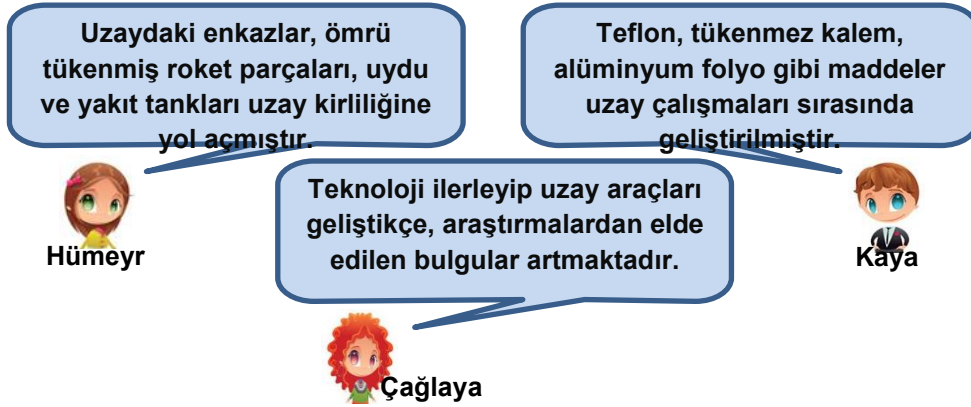
- A) Uzayda kurulabilecek bir yaşam ortamının modelini geliştirmek
- B) Dış dünyadan bağımsız yaşamak
- C) Canlı çeşitliliğini artırmak
- D) Kapalı ortamlarda deneyler yapmak

EK 2'nin Devamı

20. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi, evrenin uçsuz bucaksız olması nedeniyle uzay hakkında bilinen gerçeklerin sınırlı ve yeni araştırmalarla değişebilir olduğuna örnek olarak gösterilemez?

- A) Güneş'in yıldız sınıfından çıkarılıp gezegen sınıfına dâhil edilmesi
- B) Gezegenlerin, Dünya'nın çevresinde değil Güneş'in çevresinde dolandıklarının ispatlanması
- C) Gezegenlerin, Güneş çevresinde çember şeklinde değil eliptik yörüngelerde dolandıklarının keşfedilmesi
- D) Neptün gezegeninin halkaları olduğunun bulunması

21.



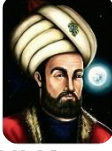
Uzay araştırmalarıyla ilgili konuşan öğrencilerden hangilerinin yorumları doğrudur?

- A) Yalnız Hümeyra
- B) Hümeyra ve Çağlayan
- C) Çağlayan ve Kaya
- D) Hümeyra, Çağlayan ve Kaya

EK 2'nin devamı

22.

I.



Ali Kuşçu

II.



Neil Armstrong

III.



Yuri Gagarin

IV.



Galileo Galilei

a. Uzaya çıkan ilk insandır.

b. Astronomide kullanılacak ilk teleskobu icat eden gök bilimcidir.

c. Ay'a ayak basan ilk insandır.

d. Ay'ın haritasını ilk çıkaran ve bugün Ay'ın bir bölgesine adı verilen gök bilimcidir.

Yukarıdaki kişiler ile özellikleri aşağıdakilerden hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

A)

- I. b
II. a
III. c
IV. d

B)

- I. b
II. c
III. a
IV. d

C)

- I. d
II. c
III. a
IV. b

D)













- I. d
II. a
III. c
IV. b

EK 2'nin Devamı

23.





- I. Işık tayfındaki radyo dalgalarını toplayıp önce elektrik sinyallerine daha sonra bilgisayarlarda görüntüye dönüştüren teleskoplardır.
- II. Işığın mercekler veya aynalar aracılığıyla toplanarak bir noktaya odaklanmasını sağlayan teleskoplardır.
- III. Işık kirliliği, nem oranı, ozon tabakasının mor ötesi ışınları engellemesi gibi sorunlara çözüm olarak düşünülmüş teleskoplardır.

Yukarıda, gök cisimlerini gözlemek amacıyla kullanılan teleskop çeşitleri verilmiştir. Buna göre, I, II ve III numaralı teleskop çeşitleri aşağıdakilerden hangisidir?

	I	II	III
A)			
B)			
C)			
D)			

EK 2'nin Devamı

24.

	Ay, gezegenler ve gök adalar arası uzay boşluğuna gönderilerek veri toplamaya yarayan robotik uzay araçlarıdır.
	Astronotların, içinde uzun süre yaşamasını ve konaklamasını sağlayan, Dünya'da yapılamayan deneyleri yerçekimsiz uzay ortamında yapmaya olanak tanıyan uzay araçlarıdır.
	Astronotları uzaya taşımak amacıyla kullanılan, roketler sayesinde yerçekiminden kurtulup atmosferin dışına çıkan ve dönüşte yeryüzüne uçak gibi inen uzay aracıdır.
	Bilim insanları tarafından tasarlanıp Dünya veya diğer gezegenlerin yörüngesine oturtulan; iletişim, meteoroloji, gök cisimlerini gözleme vb. amaçla kullanılan uzay araçlarıdır.

Yukarıda, uzay teknolojisi ile ilgili bazı araçların tanımları verilmiştir. **Buna göre, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**



Uzay Mekiği



Uzay Sondası



Uzay İstasyonu



Yapay Uydu

A)



B)



C)



D)



EK 3. Hatırlama Testi – 1 (Yıldızlar)

Adı ve Soyadı	Sınıfı	Öğrenci No	Puanı

SORULAR

1. Bulutsu adı verilen gaz ve toz yığınlarının kütle çekimi etkisiyle bir araya gelip sıkışmasıyla oluşan gökcisimlerine _____ adı verilir.
2. Yıldızlar, _____ bir şekle sahiptir.
3. Yıldızların yaydığı ışık _____ gibi görünür.
4. Yıldızlardan yayılan ışık farklı renklerde görünür. Buna göre:
 - a) En sıcak yıldızlar _____ renkte görülürler.
 - b) Orta sıcaklıktaki yıldızlar _____ renkte görülürler.
 - c) Soğuk yıldızlar ise _____ renkte görülürler.
5. Yıldızların gökyüzündeki konumları _____ hareketsiz gibi görünürler.
6. Yıldızlar _____ ve _____ yayan gök cisimleridir.
7. Işığın bir yılda aldığı yol _____ olarak ifade edilir. Zaman birimi değil, bir uzaklık ölçüsü birimidir.
8. Dünyamıza ısı ve ışık yayarak yaşama kaynağı oluşturan, gündüz görebildiğimiz tek yıldız olan _____ de bir yıldızdır.
9. Geceleyin yön bulmakta kullanılan ve bulunduğu yön kuzeyi gösteren yıldızdır.

EK 4. Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği

Adı ve Soyadı	Sınıfı	Öğrenci No	Puanı

Bilişsel Yük Ölçeği, bir kavramı öğrenirken ne kadar çaba sarf ettiğinizi (ne kadar zorlandığınızı) belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ders süresince **yıldız** kavramını öğrenirken ne kadar zorlandığınızı aşağıdaki tabloda işaretleyiniz.

Erdem KAYA

Kavram	KAVRAMI ÖĞRENİRKEN NE KADAR ÇABA SARFETTİNİZ?								
	Çok Çok Az	Çok Az	Az	Kısmen Az	Ne Az Ne Fazla	Kısmen Fazla	Fazla	Çok Fazla	Çok Çok Fazla
Yıldız	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

EK 5. Öğrenci Görüş Anketi

Öğretim Yöntemi Hakkındaki Görüşünüz	1	2	3	4	5
	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
1. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli, konuyu daha iyi öğrenmeme yardımcı oldu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli ile öğrenirken <u>zorlanmadım</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şeklinden <u>zevk aldım</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Kullanılan materyaller (animasyonlar, öğrenme görevleri ve etkinlikler) konuyu daha iyi öğrenmeme yardımcı oldu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Materyalleri kullanırken <u>zorlanmadım</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Materyalleri kullanmaktan <u>zevk aldım</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Her konu sonunda yapılan etkinlikler konuyu daha iyi öğrenmeme yardımcı oldu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Her konu sonunda yapılan etkinlikleri tamamlarken <u>zorlanmadım</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Her konu sonunda yapılan etkinliklerden <u>zevk aldım</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Animasyonları kendi öğrenme hızımda kontrol edebilmem (ileri, geri ve tekrar düğmeleri) öğrenmeme yardımcı oldu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Animasyonların sesli anlatım şeklinde açıklanması dikkatimi animasyonlardaki görseller üzerine toplamama sağladı. (split-attention)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Animasyonlarda kullanılan ok, daire vb. ipuçları dikkatimi ilgili içeriğe odaklamama yardımcı oldu. (split-attention)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Animasyonlardaki görseller ile ilişkili metinlerin görselin uygun yerlerine yerleştirilmesi görseli anlamama kolaylaştırdı. (split-attention)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Animasyonların yazılı metin yerine sesli olarak anlatımları öğrenmemi kolaylaştırdı. (Modality)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Animasyonlardaki sesli anlatımlarda yapılan sözel vurgular neyin önemli olduğunu anlamama yardımcı oldu. (Modality)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şekli ile konuyu <u>daha kısa sürede öğrendim</u> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şeklinin diğer Fen ve Teknoloji dersi konularının öğretiminde de kullanılmasını isterim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Animasyonlar kullanılarak yapılan öğretim şeklinin diğer derslerin öğretiminde de kullanılmasını isterim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK 6. Öğretmen Kitapçığı

Güneş Sistemi ve Ünitesi: Uzay Bilmecesi ünitesi üç görev sınıfına ayrılmıştır. Birinci görev sınıfında gök cisimleri, ikinci görev sınıfında güneş sistemi ve uzay, üçüncü görev sınıfında ise uzay araştırmaları konuları detaylı olarak işlenecektir. Birinci görev sınıfı için 2, ikinci görev sınıfı için 3 ve üçüncü görev sınıfı için de 2 ders saati olmak üzere toplam 7 ders saati içinde ünite bitirilecektir. Derslerin işlenişi ile ilgili bilgiler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Görev Sınıfı 1 :

Bu görev sınıfında öğrencilere, uzayda bulunan gök cisimleri (yıldızlar, takımyıldızlar, kuyruklu yıldızlar, gezegenler, gök taşları ve meteorlar ile doğal uydular) detaylı olarak tanıtılacaktır. Bu görev sınıfı için önerilen süre 2 ders saatidir.

İlgili Kazanımlar :

1. Uzayda bulunan gök cisimleri ile ilgili olarak öğrenciler;

- 1.1. Gök cisimlerini çıplak gözle gözleyerek özelliklerini belirler (BSB-1, 2, 4, 5, 6, 7).
- 1.2. Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimizden çok daha fazla gök cisimi olduğunu fark eder (BSB-8, 25; FTTÇ-1, 3, 16).
- 1.3. Bilinen takımyıldızlara örnekler verir.
- 1.4. Kuyruklu yıldızlara örnekler verir.
- 1.5. Gözlem yaparken, yıldızlarla gezegenleri birbirinden ayırt eder (BSB-1, 2, 4-7).
- 1.6. Güneş'in de bir yıldız olduğunu ifade eder (BSB-2).
- 1.7. Yıldızlar arasındaki çok uzak mesafelerin "ışık yılı" adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.
- 1.8. Meteor ile gök taşı arasındaki farkı açıklar.

Materyaller :

- Stellarium programı
- Gök Cisimlerini Tanıyalım, Yıldızlar, Takımyıldızlar, Kuyruklu Yıldızlar, Gezegenler ve Meteorlar ve Gök Taşları adlı animasyonlar.
- Öğrenme Görevleri 1.1, .1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6.
- Animasyonlu etkinlikler.

1. Ders :

Bu derste öğrencilere uzayda bulunan gök cisimlerinin (yıldızlar, takımyıldızlar, kuyruklu yıldızlar, gezegenler, gök taşları ve meteorlar ile doğal uydular) neler oldukları belirtilecek ve bu gök cisimlerinden yıldızlar ve takımyıldızlar detaylı olarak tanıtılacaktır.

Dersin İşlenişi :

1. Öğrencilerin dikkatlerini üniteye çekmek için *Stellarium* programını kullanarak öğrencinin yaşadığı şehir bilgisine göre ders günü gecesinin benzetim görüntüsünü gösteriniz. Bu gece gökyüzüne baktıklarında buna benzer bir görüntü ile karşılaşacaklarını belirtiniz.
2. Görüntüde neler gördüklerini sorunuz. Öğrencilerin dikkatlerini parlayan noktaların ışığının titreşip titreşmediğine çekmeye çalışınız.
3. Işığı titreşir gibi (yanıp sönen) görünen parlak noktaların yıldız, kesintisiz (sürekli) görünen parlak noktaların ise gezegen olduğunu belirtiniz.
4. “Uzayda, çıplak gözle gözleyebildiğimiz yıldızlar ve gezegenler haricinde başka gök cisimleri de var mıdır?” sorusunu sorunuz.
5. Öğrencilerin cevaplarından sonra “*Gök Cisimlerini Tanıyalım*” adlı animasyonu izletiniz.
6. Animasyonun ilgili bölümlerinde “*Destekleyici Bilgiler 1.1*” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
7. Öğrenme Görevleri 1.1’deki soruları birlikte cevaplandırınız.
8. Tekrar *Stellarium* programına dönünüz. Programda görüntülenen parlak noktaların çoğunun *yıldız* olarak adlandırılan gök cismi olduğunu belirtiniz.
9. Öğrencilere yıldızlar hakkında ne bildiklerini (şekilleri, renkleri, canlı olup olmadıklarını, ömürlerini vb.) sorunuz.
10. Öğrencilerin cevaplarından sonra “*Yıldızlar*” adlı animasyonu izletiniz.
11. Animasyonun ilgili bölümlerinde “*Destekleyici Bilgileri 1.2*” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
12. Öğrenme Görevleri 1.2’deki soruları birlikte cevaplandırınız.
13. Tekrar *Stellarium* programına dönünüz. Görüntüdeki ışıldayan yıldızların bir grup oluşturacak şekilde bir şeye benzeyip benzemediklerini sorunuz.
14. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra *Stellarium* programını kullanarak o gece görebilecekleri takımyıldızları gösteriniz. Takımyıldızı oluşturan çizgiler ile takımyıldızın şekli arasında ilişki kurup kuramadıklarınız sorunuz.
15. Öğrencilerin cevaplarından sonra “*Takımyıldızlar*” adlı animasyonu izletiniz.

16. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "Destekleyici Bilgiler 1.3" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.

17. Öğrenme Görevleri 1.3'teki soruları birlikte cevaplandırınız.

Destekleyici Bilgiler 1.1 :

- Dünya'ya yakın olan yıldızların ışığının daha parlak görüldüğü belirtilir.
- Yıldızlardan yayılan ışığın titreşir (yanıp söner) gibi görüldüğü belirtilir.
- Gezegenlerden yansıyan ışığın ise sürekli (kesintisiz) görüldüğü belirtilir.
- Yıldızlar ve gezegenler dışında takımyıldızlar, kuyruklu yıldızlar, meteorlar ve doğal uydular gibi başka gök cisimlerinin de olduğu belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 1.2 :

- Yıldızların, bulutsu adı verilen gaz ve toz yığınlarının kütle çekim kuvveti etkisi ile bir araya gelip sıkışmalarından oluşan gök cisimleri olduğu belirtilir.
- Yıldızların da bir ömrü olduğu, canlı olmadıkları fakat canlılar gibi doğup, yaşayıp, öldükleri belirtilir.
- Yıldızların ısı ve ışık kaynağı oldukları belirtilir.
- Yıldızların sıcaklıklarına göre Dünya'dan farklı renklerde görüldükleri belirtilir. Dünya'dan bakıldığında sıcak yıldızların mavi ya da beyaz, orta sıcaklıktaki yıldızların sarı, soğuk yıldızların ise kırmızı görüldükleri belirtilir.
- Yıldız denince akla genelde bayrağımızda yer alan şeklin geldiği, oysaki yıldızların şeklinin küresel olduğu belirtilir.
- Yıldızların Dünya'ya çok uzak oldukları bu nedenle de gökyüzündeki konumlarının değişmediği belirtilir.
- Güneş'in de bir yıldız olduğu belirtilir.
- Yıldızlar arası çok uzak mesafelerin "**ışık yılı**" adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimi ile ifade edildiği belirtilir. Bir ışık yılının $9,46 \cdot 10^{12}$ km olduğu belirtilir.
- Güneş'e en yakın yıldız olan **Proksima'nın** Güneş'ten **4,2 ışık yılı** uzakta olduğu belirtilir.

Gerekli Bilgiler :

- 1 ışık yılı $9,46 \cdot 10^{12}$ km'dir.

Destekleyici Bilgiler 1.3 :

- Takımyıldızların, Dünya'dan bakıldığında birbirine yakınmış gibi görünen ve sanki kendilerine özgü bir biçimleri varmış hissini veren yıldız gruplarına denildiği belirtilir.
- Takımyıldızların, grubu oluşturan yıldızların ortak özellik veya ilişkileri nedeniyle değil, Dünya'dan bakıldığında birlikte sergiledikleri görünüm nedeniyle ortak bir adla anıldığı belirtilir.
- Takımyıldızlara; hayvanların, çeşitli nesnelere ve efsanelerdeki kahramanların isimlerinin verildiği belirtilir.
- Büyükayı, Küçükayı, Ejderha, Çoban, Kuzey Tacı ve Orion (Avcı) takımyıldızlarının en bilinen takımyıldızlar olduğu belirtilir.
- Günlük hayatta sıkça duyulan burçların (Koç, Boğa, İkizler, Yengeç, Aslan, Başak, Terazi, Akrep, Yay, Oğlak, Kova ve Balık) da birer takımyıldız isimleri olduğu belirtilir.
- Küçükayı takımyıldızında bulunan Kutup Yıldızı'nın daima kuzeyi gösterdiği için yön bulmakta kullanıldığı belirtilir.

2. Ders :

Bu derste öğrencilere uzayda bulunan gök cisimlerinden kuyruklu yıldızlar, gezegenler, meteorlar ve gök taşları detaylı olarak tanıtılacaktır.

Dersin İşlenişi :

1. Öğrencilere kuyruklu yıldızlar hakkında neler bildiklerini (yapısı, kuyruğunun nasıl oluştuğu ve yıldız olup olmadığı vb.) sorunuz.
2. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Kuyruklu Yıldızlar" adlı animasyonu izletiniz.
3. Animasyonun ilgili bölümlerinde "Destekleyici Bilgiler 1.4" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
4. Öğrenme Görevleri 1.4'teki soruları birlikte cevaplandırınız.
5. Öğrencilere gökyüzünü gözlemlediklerinde yıldız haricinde karşılaşacakları gök cisimleri olan gezegenler hakkında neler bildiklerini sorunuz.
6. Gökyüzünde parlayan bu ışıklı noktaların hangilerinin gezegen hangilerinin ise yıldız olabileceğini sorunuz.
7. Öğrencilerin cevaplarından sonra "Gezegenler" adlı animasyonu izletiniz.

8. Animasyonun ilgili bölümlerinde “Destekleyici Bilgiler 1.5” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
9. Öğrenme Görevleri 1.5’teki soruları birlikte cevaplandırınız.
10. Öğrencilere bazı geceler gökyüzünde ışıklı bir cismin kayıp gittiğini ve bir süre sonra kaybolduklarını görüp görmediklerini sorunuz.
11. Bu olaya ne denildiğini ve neyin sebep olduğunu sorunuz.
12. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra “Meteorlar” adlı animasyonu izletiniz.
13. Animasyonun ilgili bölümlerinde “Destekleyici Bilgiler 1.6” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
14. Öğrenme Görevleri 1.6’daki soruları birlikte cevaplandırınız.
15. Animasyonlu etkinlikleri sınıfta tüm öğrencilere çalıştırınız.

Destekleyici Bilgiler 1.4:

- Kuyruklu yıldızların, Güneş çevresinde uzun ve eliptik bir yörüngede dolanan gök cisimleri olduğu belirtilir.
- Yapılarında donmuş halde gaz, toz ve buz parçalarının olduğu belirtilir.
- Bu nedenle “*kirli kartopu*” olarak da adlandırıldığı belirtilir.
- Kuyruklu yıldızın kuyruk kısmının Güneş’e yaklaştığında oluştuğu belirtilir.
- Kuyruk kısmının Güneş rüzgârları yönünde uzadığı belirtilir.
- En son görülen kuyruklu yıldızların Halley, Arend – Roland, Kohutek, Hale – Bopp ve Ikaye – Zhang kuyruklu yıldızları oldukları belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 1.5 :

- Gezegenlerin Güneş etrafında dolanan büyük – ama yıldızlara göre çok küçük – gök cisimleri olduğunu belirtiniz.
- Gezegenlerin Güneş’ten aldıkları ışığı yansıtarak göründüklerini, kendilerinin ısı ve ışık kaynağı olmadıklarını belirtiniz.
- Gezegenlerin yansıtıkları ışığın kesintisiz yani titreşmeden görüldüğünü belirtiniz.
- Gezegenlerin Güneş etrafında dönmesinden dolayı gökyüzündeki konumlarının sürekli değiştiğini belirtiniz.
- Gezegenler ile yıldızlar arasındaki farklılıkları gösteren aşağıdaki tabloyu gösteriniz.

Yıldızlar	Gezegenler
Isı ve ışık kaynağıdır.	Isı ve ışık kaynağı değildir. Yıldızlardan aldıkları ışığı yansıtırlar.
Sıcaktırlar.	Soğukturlar.
Boyutları çok büyüktür.	Yıldızlara oranla boyutları çok küçüktür.
Yanıp sönen, titreşen ışık noktaları gibi görünürler.	Yansıtıkları ışık kesintisiz (sürekli) görünür.
Gökyüzündeki konumları değişmez.	Güneş etrafında döndükleri için gökyüzündeki konumları sürekli değişir.

Destekleyici Bilgiler 1.6 :

- Meteorların gezegenler arası uzay boşluğunda hareket eden gök cisimleri oldukları belirtilir.
- Meteorların Dünya atmosferine girip sürtünmeden dolayı yanarak geride bıraktıkları ışık izinin halk arasında yıldız kayması ya da akan yıldız olarak adlandırıldığı belirtilir.
- Dünya atmosferine giren meteorların tamamıyla yanmayarak Dünya üzerine düşen parçalarının **gök taşı** olarak adlandırıldığı belirtilir.
- Meteorların düştükleri yerlerde ciddi hasarlara yol açtığı ve çukurlar oluşturduğu belirtilir.
- Meteorların Dünya üzerinde oluşturdukları çukurlara **gök taşı çukuru**, Dünya dışındaki bir gök cisimi üzerinde oluşturdukları çukurlara ise **meteor çukuru** denildiği belirtilir.

Görev Sınıfı 2 :

Bu görev sınıfında öğrencilere Güneş Sistemi, sistemi oluşturan gezegenler ve doğal uyduları ile gök adalar detaylı olarak tanıtılacaktır. Bu görev sınıfı için önerilen süre 3 ders saatidir.

İlgili Kazanımlar :

2. Güneş sistemi ve uzayla ilgili olarak öğrenciler;

- 2.1. Güneş sistemindeki gezegenleri Güneş'e yakınlıklarına göre sıralar (BSB-4).
- 2.2. Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının "astronomi birimi" (AB) adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiğini belirtir.
- 2.3. Güneş sistemindeki gezegenlerin belirli yörüngelerde hareket ettiklerini kavrar.

- 2.4. Güneş sistemindeki gezegenleri, belirgin özelliklerine (birbirlerine göre büyüklükleri, doğal uydu sayıları, etraflarında halka olup olmaması) göre karşılaştırır (BSB-4, 5).
- 2.5. Güneş sistemini temsil eden bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8).
- 2.6. Ay'ın, Dünya'nın uydusu olduğunu gösteren bir model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8).
- 2.7. Gök adalara örnekler vererek özelliklerini kavrar (BSB-5).
- 2.8. Dünya dışındaki evren parçasını "uzay" olarak tanımlar ve Dünya'mızın uzaydaki yerini belirtir.

Materyaller :

- Stellarium programı
- Güneş Sistemi, Merkür, Venüs, Dünya, Ay, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün ve Gök Adalar adlı animasyonlar.
- Öğrenme Görevleri 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5.
- Animasyonlu etkinlikler.

3. Ders :

Bu derste öğrencilere Güneş Sistemi ve sistemi oluşturan gezegenlerden Merkür, ve Venüs gezegenleri detaylı olarak tanıtılacaktır.

Dersin İşlenişi :

1. Öğrencilere Güneş Sistemi hakkında neler bildiklerini (Güneş, gezegenler ve uydular) sorunuz.
2. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Güneş Sistemi" adlı animasyonu izletiniz.
3. Animasyonun ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.1*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
4. Öğrenme Görevleri 2.1'deki soruları birlikte cevaplandırınız.
5. Öğrencilere Güneş'e en yakın gezegenin hangisi olduğunu sorunuz.
6. Öğrencilerden alınan cevaplara göre Merkür gezegeni hakkında başka neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
7. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Merkür" adlı animasyonu izletiniz.
8. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.2*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.

9. Öğrencilere Venüs gezegeni hakkında neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
10. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Venüs" adlı animasyonu izletiniz.
11. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "Destekleyici Bilgiler 2.3" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.

Destekleyici Bilgiler 2.1 :

- Güneş Sistemi'nin merkezde Güneş, onun etrafında belirli yörüngelerde dolanan 8 gezegen ve bu gezegenlerin uyduları, gezegenler arası uzay boşluğunda dolanan meteorlar ve kuyruklu yıldızlardan oluşan gök cisimleri topluluğu olduğu belirtilir.
- Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin Güneş'e yakından uzağa doğru Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün şeklinde sıralandığı belirtilir.
- Stellarium programı ile her bir gezegen görüntülenir.
- Uluslararası Astronomi Birliği'nin 24 Ağustos 2006 tarihinde Prag'da yaptığı toplantıda Plüton'u gezegen sınıfından çıkararak "Cüce Gezegen" sınıfına dâhil ettiği belirtilir.
- Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının "Astronomi Birimi (AB)" adı verilen bir uzaklık ölçüsü birimiyle ifade edildiği belirtilir.
- Güneş ile Dünya arasındaki mesafeye 1 Astronomi Birimi (AB) adı verildiği ve bu mesafenin 149,6 milyon km'ye eşit olduğu belirtilir.

Gerekli Bilgiler 2.1:

- 1 AB = 149,6 milyon km.

Destekleyici Bilgiler 2.2:

- Güneş Sistemi'ndeki en küçük ve Güneş'e en yakın gezegen olduğu belirtilir.
- Uydusu ve halkası olmadığı belirtilir.
- Yüzeyinin kraterlerle kaplı olduğu belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 2.3:

- Güneş'e yakınlığı bakımından ikinci sıradaki gezegen olduğu belirtilir.
- Büyüklüğüne göre altıncı sırada yer aldığı belirtilir.
- Dünya ile yaklaşık aynı büyüklükte olduğundan "Dünya'nın İkizi" olarak da adlandırıldığı belirtilir.
- Ayrıca halk arasında "Çoban Yıldızı" olarak da bilindiği belirtilir.

- Venüs gezegeninin 1 gününün 1 yıldan daha uzun olduğu belirtilir.
- Ayrıca kendi eksenini etrafında diğer gezegenlere göre ters yönde döndüğü (batıdan doğuya değil doğudan batıya yönde) belirtilir.
- Uydusu ve halkası olmadığı belirtilir.

4. Ders :

Bu derste öğrencilere Güneş Sistemi'ni oluşturan gezegenlerden Dünya ve uydusu Ay, Mars ve Jüpiter gezegenleri detaylı olarak tanıtılacaktır.

Dersin İşlenişi :

1. Öğrencilere Dünya hakkında neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
2. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Dünya" adlı animasyonu izletiniz.
3. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.4*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
4. Bir yıldız etrafında dolanan gök cisimlerine gezegen adı verildiğini belirtiniz.
5. Bir gezegen etrafında dolanan gök cisimlerine ne ad verildiğini sorunuz.
6. Dünyamızın uydusu olup olmadığını ve hakkında neler bildiklerini sorunuz.
7. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Ay" adlı animasyonu izletiniz.
8. Animasyonun ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.5*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
9. Öğrenme Görevleri 2.2'deki soruları birlikte cevaplandırınız.
10. Öğrencilere Mars hakkında neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
11. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Mars" adlı animasyonu izletiniz.
12. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.6*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
13. Öğrencilere Jüpiter hakkında neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
14. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Jüpiter" adlı animasyonu izletiniz.
15. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.7*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.

Destekleyici Bilgiler 2.4:

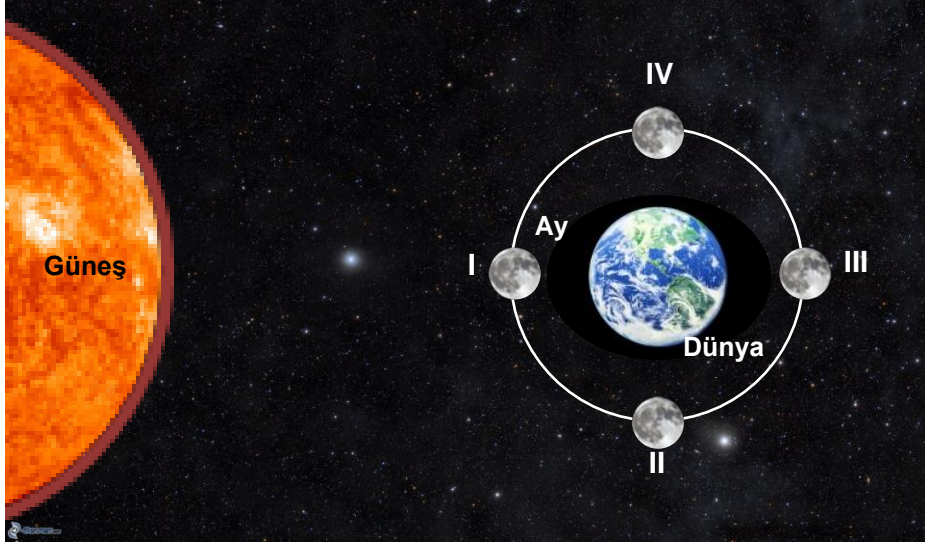
- Güneş'e en yakın üçüncü gezegen olduğu belirtilir.
- Büyüklüğüne göre beşinci sırada yer aldığı belirtilir.
- Güneş Sistemi'nde üzerinde hayat olduğu bilinen tek gezegen olduğu belirtilir.
- Yüzeyinin 2/3'ünün sularla kaplı olduğu belirtilir.
- Tek doğal uydusunun Ay olduğu belirtilir.
- Halkası olmadığı belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 2.5:

- Dünyamızın tek doğal uydusu olduğu belirtilir.
- Kendi etrafındaki dönüşünü ve Dünya etrafındaki dönüşünü aynı sürede (27,3 gün) tamamladığı için Ay'ın hep aynı yüzünün görüldüğü belirtilir.
- Dünya etrafındaki konumuna ve Güneş'ten alıp yansıttığı ışığa göre her gece farklı bir şekilde görüldüğü belirtilir.
- Buna Ay'ın Evreleri adı verildiği belirtilir.
- Şekil 1'deki Güneş, Dünya ve Ay'ın konumlarına göre I. Konumda Ay'ın *Yeni Ay* evresinde, II. Konumda *İlk Dördün* evresinde, III. Konumda *Dolunay* evresinde, IV. Konumda ise *Son Dördün* evresinde olduğu belirtilir.
- Ay ve Dünya'nın birbirlerine çekim kuvveti uyguladıkları belirtilir.
- Bu durum Dünya'nın Ay'a bakan yüzündeki okyanus ve deniz sularının yükselmesine neden olduğu belirtilir.
- Bu olaya gelgit adı verildiği ve günde iki kez tekrarlandığı belirtilir.
- Gelgit olayının Yeni Ay ve Dolunay evrelerinde en yüksek, İlk Dördün ve Son Dördün evrelerinde ise en düşük seviyede olduğu belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 2.6:

- Güneş'e yakınlığı bakımından dördüncü gezegen olduğu belirtilir.
- Büyüklüğü bakımından ise Merkür'den sonra en küçük ikinci gezegen olduğu belirtilir.
- Yaklaşık olarak Dünya'nın yarı büyüklüğünde olduğu belirtilir.
- Yüzeyini kaplayan kırmızı topraktan dolayı "Kızıl Gezegen" ya da "Kırmızı Gezegen" olarak da adlandırıldığı belirtilir.
- Phobos ve Deimos adlarında iki doğal uydusu olduğu belirtilir.
- Halkası olmadığı belirtilir.



Şekil 1: Ay'ın evreleri.

Destekleyici Bilgiler 2.7:

- Güneş'e yakınlığı bakımından beşinci sırada yer alan gezegen olduğu belirtilir.
- Güneş Sistemi'ndeki en büyük gezegen olduğu belirtilir.
- Güneş Sistemi'ndeki en fazla sayıda (63) doğal uyduya sahip gezegen olduğu belirtilir.
- En büyük dört uydusu Ganymede, Callisto, Europa ve İo olduğu belirtilir.
- Bu uydular ünlü gök bilimci Galileo tarafından keşfedildiği için Galileo Uyduları olarak adlandırıldığı belirtilir.
- İnce ve karanlık bir halkası olduğu belirtilir.

5. Ders _____ :

Bu derste öğrencilere Güneş Sistemi'ni oluşturan gezegenlerden Satürn, Uranüs ve Neptün gezegenleri ile gök adalar, uzay ve evren kavramları detaylı olarak tanıtılacak ve Dünyamızın evrendeki adresi tanımlanacaktır.

Dersin İşlenişi _____ :

1. Öğrencilere Satürn hakkında neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
2. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra "Satürn" adlı animasyonu izletiniz.
3. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 2.8*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
4. Öğrencilere Uranüs hakkında neler bildiklerini (Güneş'e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.

5. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra “Uranüs” adlı animasyonu izletiniz.
6. Animasyonunu ilgili bölümlerinde “Destekleyici Bilgiler 2.9” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
7. Öğrencilere Neptün hakkında neler bildiklerini (Güneş’e yakınlığı, uydusu, halkası ve yüzey şekilleri vb.) sorunuz.
8. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra “Neptün” adlı animasyonu izletiniz.
9. Animasyonunu ilgili bölümlerinde “Destekleyici Bilgiler 2.10” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
10. Güneş Sistemi’ndeki tüm gezegenler tanıtıldıktan sonra özet olarak Tablo 1’deki bilgileri verin.
11. Öğrenme Görevleri 2.3 ve 2.4’teki soruları birlikte cevaplandırınız.
12. Öğrencilere gök adalar, uzay ve evren kavramları hakkında neler bildiklerini sorunuz.
13. Öğrencilerden alınan cevaplardan sonra “Gök Adalar” adlı animasyonu izletiniz.
14. Animasyonunu ilgili bölümlerinde “Destekleyici Bilgiler 2.11” başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
15. Öğrenme Görevleri 2.5’teki soruları birlikte cevaplandırınız.
16. Animasyonlu etkinlikleri sınıfta tüm öğrencilere çalıştırınız.

Destekleyici Bilgiler 2.8:

- Güneş’e yakınlığı bakımından altıncı sırada yer alan gezegen olduğu belirtilir.
- Jüpiter’den sonra Güneş Sistemi’ndeki en büyük ikinci gezegen olduğu belirtilir.
- Bugüne kadar keşfedilmiş 56 doğal uydusu ve bu uydulardan en büyüğünün adının Titan olduğu belirtilir.
- Birbirinden bağımsız hareket eden çok sayıda küçük toz, buz ve kaya parçalarından oluşmuş halkalarının olduğu belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 2.9:

- Güneş’e yakınlığı bakımından **yedinci** sırada yer alan gezegen olduğu belirtilir.
- Güneş Sistemi’ndeki en büyük **üçüncü** gezegen olduğu belirtilir.
- Yörüngesinde yan yatmış varil gibi döndüğü belirtilir.
- Bugüne kadar keşfedilmiş 27 doğal uydusu olduğu belirtilir.
- İnce ve karanlık bir halka sistemi olduğu belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 2.10:

- Güneş'e en uzak yani Güneş'e yakınlığına göre sekizinci sırada yer alan gezegen olduğu belirtilir.
- Büyüklüğüne göre dördüncü gezegen olduğu belirtilir.
- Bugüne kadar keşfedilmiş 13 doğal uydusu olduğu belirtilir.
- En büyük uydusunun adının Triton olduğu belirtilir.
- Çok ince ve parçalı bir halka sistemine sahip olduğu belirtilir.

Tablo 1. Gezegenlerin Belirgin Özelliklerine Göre Karşılaştırılması.

Gezegenlerin Belirgin Özelliklerine Göre Karşılaştırması				
Gezegen Adı	Güneş'e Yakınlık Sırası	Büyüklük Sırası	Uydusu	Halkası
Merkür	1	En küçük gezegen (8)	Yok	Yok
Venüs	2	Altıncı büyük gezegen (6)	Yok	Yok
Dünya	3	Beşinci büyük gezegen (5)	Var	Yok
Mars	4	Yedinci büyük gezegen (7)	Var	Yok
Jüpiter	5	En büyük gezegen (1)	Var	Var
Satürn	6	İkinci büyük gezegen (2)	Var	Var
Uranüs	7	Üçüncü büyük gezegen (3)	Var	Var
Neptün	8	Dördüncü büyük gezegen (4)	Var	Var

Destekleyici Bilgiler 2.11:

- Yıldızlar, gezegenler, bulutsular vb. gök cisimlerinin gök ada ya da galaksi adı verilen dev sistemlerin üyesi oldukları belirtilir.
- Gök adaların sarmal, eliptik ve düzensiz şekilde olabilecekleri belirtilir.
- Dünya'nın Samanyolu gök adasında yer aldığı belirtilir.
- Samanyolu gök adasının sarmal şekilde ve merkezden dışa doğru açılan kollara sahip olduğu belirtilir.
- Güneş Sistemi'nin Samanyolu gök adasının Avcı kolu üzerinde yer aldığı belirtilir.
- Dünya'dan çıplak gözle görülebilen en büyük gök cisimi Andromeda gök adası olduğu belirtilir.
- Sombrero gök adasının ise şapkaya benzer şekliyle bilinen diğer bir gök ada olduğu belirtilir.
- Gök adaların da içinde bulunduğu gök cisimlerinin tümüne aralarındaki boşluklar ile birlikte evren adı verildiği belirtilir.
- Dünya dışındaki evren parçasının ise uzay olarak adlandırıldığı belirtilir.
- Dünyamızın evrendeki açık adresinin "*Samanyolu gök adasının Avcı kolu üzerinde yer alan Güneş Sistemi'nde Güneş'e en yakın üçüncü gezegen*" olduğu belirtilir.

Görev Sınıfı 3 :

Bu görev sınıfında öğrencilere uzay araştırmaları ile ilgili olarak eski medeniyetlerin gök bilimi çalışmaları, yabancı ve Türk gök bilimciler, teleskoplar, uzay teknolojisi sayesinde geliştirilmiş araçlar, Ay'a iniş, uzay teknolojisinin günlük hayata yansımaları ve uzay kirliliği konuları detaylı olarak anlatılacaktır. Bu görev sınıfı için önerilen süre 2 ders saatidir.

İlgili Kazanımlar :

3. Uzay araştırmaları ile ilgili olarak öğrenciler;

- 3.1.** Eski medeniyetlerin gök biliminde nasıl veri topladıkları, kaydettikleri, bunları ne amaçla ve nasıl kullandıkları hakkında bilgi toplayarak bir görüş oluşturur ve sunar (BSB-25, 32; FTTÇ-1, 2, 3, 34, 35).
- 3.2.** Gök bilimcilerin; teleskoplar yardımıyla gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanları olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).
- 3.3.** Ünlü Türk gök bilimciler ve çalışmaları hakkında örnekler verir (FTTÇ-15; TD-3).
- 3.4.** Teleskopların uzay gözlemi yapmadaki önemini fark eder (BSB-3, 17).
- 3.5.** Basit bir teleskop yapmak için teknolojik tasarım yapar, model oluşturur ve sunar (BSB-28, 30, 32; FTTÇ-4, 8, 9).
- 3.6.** Teknolojinin uzay araştırmalarına, uzay araştırmalarının da teknolojiye katkısını örneklerle açıklar (FTTÇ-3, 16, 17, 31, 32, 36).
- 3.7.** Astronotların uzayda pek çok alanda (fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılık, balistik vb.) incelemeler yapan bilim insanı olduklarını belirtir (FTTÇ-11, 12, 34, 35; TD-2, 3).
- 3.8.** Ay'a atılan ilk adımın, uzak gezegenlere gidebilme ve uzay araştırmaları bakımından önemini kavrar.
- 3.9.** Evrenin, uçsuz bucaksız olması nedeniyle uzay hakkında bilinen gerçeklerin sınırlı ve yeni araştırmalarla değişebilir olduğunu örneklerle açıklar (FTTÇ-1, 3).
- 3.10.** Uzay çalışmalarına dayanarak ve hayal gücünü kullanarak geleceğe yönelik tahminler yürütür (BSB-8, 9; FTTÇ-1, 3, 31).
- 3.11.** Uzay kirliliğinin sebeplerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder (BSB-8; FTTÇ-18, 21, 26, 28, 29, 32).

Materyaller :

- Tarihçe, Gök Bilimciler, Teleskoplar, Uzay Araçları, Ay'a İniş ve Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirillliği adlı animasyonlar.
- Öğrenme Görevleri 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4, 3.5.
- Animasyonlu etkinlikler.

6. Ders :

Bu derste öğrencilere eski medeniyetlerin gök bilimi ile ilgili çalışmaları, eski gök bilimciler ve uzay araştırmalarında kullanılan teleskoplar detaylı olarak tanıtılacaktır.

Dersin İşlenişi :

1. Öğrencilere eski medeniyetlerin gök bilimine olan merakı nasıl başladığını, elde ettikleri bilgileri nereye kaydettiklerini ve bu bilgileri ne amaçla kullandıklarını sorunuz.
2. Alınan cevaplardan sonra "Tarihçe" adlı animasyonu izletiniz.
3. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 3.1*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
4. Öğrencilere bildikleri gök bilimcilerin isimlerini sorunuz.
5. Alınan cevaplardan sonra "Gök Bilimciler" adlı animasyonu izletiniz.
6. Animasyonunu ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 3.2*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
7. Öğrenme Görevleri 3.1'deki soruları birlikte cevaplandırınız.
8. Öğrencilere uzayı gözlemek için kullanılan aletlerin neler olduklarını sorunuz.
9. Alınan cevaplardan sonra "Teleskoplar" adlı animasyonu izletiniz.
10. Animasyonun ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 3.3*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
11. Öğrenme Görevleri 3.2'deki soruları birlikte cevaplandırınız.

Destekleyici Bilgiler 3.1:

- Güneş ve Ay tutulmaları, Ay'ın farklı evrelerde farklı şekillerde görünmesi, kuyruklu yıldız geçişleri ve yıldız kayması gibi olayların eski medeniyetlerin gök bilimine olan ilgisini artırdığı belirtilir.
- Bu gibi olayları taş yüzeylere, mağara duvarlarına, parşömenlere ve tapınaklara çizerek kayıtlarını tuttukları belirtilir.

- Yıldızların konumlarını yön bulmada, Ay ve Güneş'in konumlarını da zaman belirlemede kullandıkları, Ay ve Güneş'in görünür hareketlerine göre takvimler oluşturdukları belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 3.2:

- İlk teleskopun Hans Lippershey tarafından icat edildiği belirtilir.
- Astronomide kullanılabilecek ilk teleskopun Galileo Galiei tarafından icat edildiği belirtilir.
- Ay'ın haritasını çıkaran ilk gök bilimcinin Ali Kuşçu olduğu belirtilir.
- Uzaya çıkan ilk insanın Rus kozmonot Yuri Gagarin olduğu belirtilir.
- Ay'a ayak basan ilk insanın Amerikalı astronot Neil Armstrong olduğu belirtilir.

Destekleyici Bilgiler 3.3:

- Çıplak gözle görülemeyecek kadar uzakta olan gök cisimlerini incelemek için kullanılan aygıtlara teleskop adı verilir.
- Teleskopların yapılarına göre aynalı, mercekli ve radyo teleskopları olmak üzere farklı gruplara ayrılabilindiğini belirtiniz.
- Aynalı teleskopların yapısında ışığın bir noktada toplanmasını sağlayan çukur ayna bulunduğunu belirtiniz.
- Mercekli teleskopların yapısında en az 2 ince kenarlı mercek bulunan ve ışığın mercekler vasıtasıyla toplanarak bir noktaya odaklanmasını sağlayan teleskoplar olduğunu belirtiniz.
- Radyo teleskopların ışık tayfındaki radyo dalgalarını yakalayıp kuvvetlendirerek gözlem yapmak için kullanılan çanak şeklinde antenlerden oluşmuş alıcılar olduğunu belirtiniz. Yakalanan radyo dalgalarının önce elektrik sinyallerine daha sonra bilgisayarlarda görüntüye dönüştürülerek gök cisimlerinin incelenmelerinin sağlandığını belirtiniz.
- Işık kirliliği, havadaki nem oranı, büyük teleskopların kontrol edilme güçlüğü, ozon tabakasının morötesi ışınların geçişini engellemesi gibi sorunlar teleskoplar ile gözlem yapmayı zorlaştırdığını belirterek bu sorunlara çözüm olarak uzay teleskopları olarak adlandırılan uydu teleskoplar geliştirildiğini söyleyiniz. Uzay teleskobuna verilebilecek en önemli örnek Hubble uzay Teleskobu olduğunu belirtiniz.

- Uzayı gözlemlemek ve uzay hakkında yeni bilgiler elde edebilmek amacıyla, içinde teleskop gibi gözlem araçları bulunan gözlemevleri, başka bir deyişle rasathaneler kurulduğunu belirtiniz.
- Gözlemevlerinin, ışık kirliliğinin gökyüzü gözlemi yapmadaki olumsuz etkileri nedeniyle şehir dışındaki tenha yerlere kurulduğunu belirtiniz.

7. Ders :

Bu derste öğrencilere uzay araçları, Ay'a ilk insanlı uçuş, uzay teknolojisi ve uzay kirliliği konuları detaylı olarak tanıtılacaktır.

Dersin İşlenişi :

1. Öğrencilere astronotların uzaya gitmek için veya uzayda araştırma yapmak için kullandıkları araçların neler olduğunu sorunuz.
2. Alınan cevaplardan sonra "Uzay Araçları" adlı animasyonu izletiniz.
3. Animasyonun ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 3.4*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
4. Öğrenme Görevleri 3.3'teki soruları birlikte cevaplandırınız.
5. Öğrencilere, insanların Dünya dışı bir gök cismine ayak basıp basmadığını sorunuz.
6. Alınan cevaplardan sonra "Ay'a İniş" adlı animasyonu izletiniz.
7. Animasyonun ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 3.5*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
8. Öğrenme Görevleri 3.3'teki soruları birlikte cevaplandırınız.
9. Öğrencilere uzay araştırmaları sayesinde gelişen teknolojilerin günlük yaşantımızı nasıl kolaylaştırdığını ve uzay araştırmaları için kullanılan araçların uzayda ne gibi sorunlara yol açtığını sorunuz.
10. Alınan cevaplardan sonra "Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği" adlı animasyonu izletiniz.
11. Animasyonun ilgili bölümlerinde "*Destekleyici Bilgiler 3.6*" başlığı altındaki bilgileri mutlaka veriniz.
12. Öğrenme Görevleri 3.4'teki soruları birlikte cevaplandırınız.
13. Animasyonlu etkinlikleri sınıfta tüm öğrencilere çalıştırınız.

Destekleyici Bilgiler 3.4 :

- Teleskop kullanarak gök cisimlerini inceleyen bilim insanlarına ***gök bilimci*** adı verildiğini belirtiniz.
- Uzayda; fizik, kimya, biyoloji, tarım, eczacılık, balistik ve benzeri pek çok alanda incelemeler yapan bilim insanlarına ise ***astronot*** adı verildiğini belirtiniz.
- Rus astronotlara ise ***kozmonot*** adı verildiğini belirtiniz.
- Astronotların uzaya çıkabilmek, yaptıkları araştırmaları ve sonuçlarını veya diğer uydu ve gezegenlerden elde edilen örnekleri tekrar Dünya'ya ulaştırabilmek için çeşitli uzay araçlarına ihtiyaç duyduklarını belirtiniz.
- Bu uzay araçlarının yapay uydular, uzay mekikleri, uzay istasyonları, uzay sondaları ve uzay giysilerini olduğunu belirtiniz.
- Yapay uyduların insan eliyle tasarlanıp Dünya'nın veya diğer gezegenlerin yörüngelerine yerleştirilen uzay araçları olduğunu ve gök cisimlerini gözlemlemek, iletişim, meteoroloji tahmini, askeri amaçlı, tarım-maden-petrol alanlarını tespit etmek gibi birçok alanda kullanılabildiklerini belirtiniz.
- Uzay mekiklerinin roketler sayesinde yerçekiminden kurtulup atmosferin dışına çıkan ve dönüşte yeryüzüne uçak gibi inen uzay araçları olduğunu ve astronotları uzaya taşımak ve uzay istasyonlarına gerekli malzemeleri götürmek amacıyla kullanıldığını belirtiniz.
- Uzay istasyonlarının uzay boşluğunda astronotların konaklamalarına ve üzerinde araştırmalar yapmalarına imkân tanıyan platformlar olduğunu belirtiniz.
- Uzay sondalarının Ay'a, gezegenlere, gezegenler ve gök adalar arası uzay boşluğuna gönderilerek gök cisimleri ve uzay hakkında veri toplamaya yarayan robotik insansız uzay araçları olduğunu belirtiniz.
- Astronotların uzay ortamında çalışmalarına kolaylık sağlamak amacıyla özel olarak tasarlanmış giysilere uzay giysileri adı verildiğini belirtiniz. Uzay giysilerinin astronotları aşırı sıcak veya soğuk, mor ötesi ışınlar, basınç farkı gibi uzay ortamında karşılaşılabilecek birçok olumsuz etkiden koruduklarını ve astronotların oksijen ihtiyaçlarını ve vücut sıcaklıklarının uygun değerlerde kalmasını sağladığını belirtiniz.

Destekleyici Bilgiler 3.5 :

- Uzay teknolojisinin hızlı ilerlemesi sayesinde bilim insanlarının uzaya gidebildiklerini ve araştırmalarını uzayda yapabildiklerini belirtiniz.
- Uzaya çıkan ilk insanın Rus kozmonot Yuri Gagarin olduğunu belirtiniz.

- Uzaya yapılan ilk insanlı uçuş ile Ay ve diğer gezegenlere de benzer uçuşların yapılabileceği fikrinin doğduğunu belirtiniz.
- Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi'nin 20 Temmuz 1969'da Apollo 11 uzay aracı ile Ay'a ilk insanlı uçuşu gerçekleştirdiğini belirtiniz.
- Apollo 11 uzay aracı ekibinde Amerikalı astronotlar Neil Armstrong, Edwin Aldrin ve Michael Collins'in görev aldıklarını belirtiniz.
- Ay'a ayak basan ilk insanın Neil Armstrong olduğunu ve "Bir insan için küçük, fakat insanlık için büyük bir adım" dediğini belirtiniz.
- Dünya dışı bir gezegende yaşam olabileceği fikri bilim insanlarını uzayda yaşam araştırmalarına zorlamış, bu nedenle Amerika'nın Arizona Çölü'nde Biyosfer II adı verilen cam ağırlıklı yapı malzemeleri ile inşa edilen bir yaşam alanı oluşturulduğunu belirtiniz.

Destekleyici Bilgiler 3.6 :

- Teknolojideki gelişmelerin uzay araştırmalarının daha kolay, hızlı ve doğru bir şekilde yapılmasına katkı sağladığını, aynı şekilde uzay araştırmaları sonucunda da günlük yaşantımızı kolaylaştıran yeni teknolojiler ortaya çıktığını belirtiniz.
- Teflon, alüminyum folyo, dondurulmuş gıdalar, mikroçipler, uydu televizyonu, tükenmez kalem ve diş teli gibi materyallerin bu teknolojilere örnek olarak verilebildiğini belirtiniz.
- Fırlatılan uzay araçlarının geride bıraktıkları yakıt tanklarının, patlamalar sonucu oluşan enkazların, ömrü tükenen yapay uyduların Dünya çevresinde değişik yörüngelerde serbest olarak dolaşmaya başladığını ve herhangi bir işlevi olmayan insan yapımı bu cisimlerin uzay kirliliğine neden olduğunu belirtiniz.

EK 7. Deney Grubu Uygulama Akışı

Ders Saati	Uygulama Akışı
4. Ders	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Kuyruklu Yıldızlar adlı animasyon izletildi. ✓ Destekleyici Bilgiler 1.4'teki bilgiler verildi. ✓ Öğrenme Görevleri 1.4'teki sorular cevaplandı. ✓ Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Kuyruklu Yıldızlar Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı. ✓ Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Gezegenler adlı animasyon izletildi. ✓ Destekleyici Bilgiler 1.5'teki bilgiler verildi. ✓ Öğrenme Görevleri 1.5'teki sorular cevaplandı. ✓ Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Gezegenler Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları adlı animasyon izletildi. ✓ Destekleyici Bilgiler 1.6'daki bilgiler verildi. ✓ Öğrenme Görevleri 1.6'daki sorular cevaplandı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı. ✓ Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Gök Cisimleri konusu ile ilgili animasyonlu etkinlikler çalışıldı. ✓ Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
5. Ders	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Güneş Sistemi adlı animasyon izletildi. ✓ Destekleyici Bilgiler 2.1'deki bilgiler verildi. ✓ Öğrenme Görevleri 2.1'deki sorular cevaplandı. ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.

-
- ✓ Güneş Sistemi Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Merkür adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.2'deki bilgiler verildi.
 - ✓ Venüs adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.3'teki bilgiler verildi.
-

6. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Dünya adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.4'teki bilgiler verildi.
 - ✓ Ay Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ay adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.5'teki bilgiler verildi.
 - ✓ Ay Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 2.3'teki sorular cevaplandı.
 - ✓ Ay Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 4 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Mars adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.6'daki bilgiler verildi.
 - ✓ Jüpiter adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.7'deki bilgiler verildi.
-

7. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Satürn adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.8'deki bilgiler verildi.
 - ✓ Uranüs adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.9'daki bilgiler verildi.
 - ✓ Neptün adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.10'daki bilgiler verildi.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 2.4'teki sorular cevaplandı.
 - ✓ Gezegenler ve Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Gezegenler ve Özellikleri Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 10 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Gök Adalar Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
-

-
- ✓ Gök Adalar adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 2.11'deki bilgiler verildi.
 - ✓ Gök Adalar Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 2.5'teki sorular cevaplandı.
 - ✓ Gök Adalar Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 4 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Güneş Sistemi konusu ile ilgili animasyonlu etkinlikler çalışıldı.
 - ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
-

8. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Tarihçe adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 3.1'deki bilgiler verildi.
 - ✓ Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 3.1'deki sorular cevaplandı.
 - ✓ Tarihçe Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 3.2'deki bilgiler verildi.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 3.2'deki sorular cevaplandı.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Teleskoplar Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Teleskoplar adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 3.3'teki bilgiler verildi.
 - ✓ Teleskoplar Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 3.3'teki sorular cevaplandı.
 - ✓ Teleskoplar Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
-

9. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
-

-
- ✓ Uzay Araçları adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 3.4'teki bilgiler verildi.
 - ✓ Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 3.4'teki sorular cevaplandı.
 - ✓ Uzay Araçları Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ay'a İniş adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 3.5'teki bilgiler verildi.
 - ✓ Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 3.5'teki sorular cevaplandı.
 - ✓ Ay'a İniş Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği adlı animasyon izletildi.
 - ✓ Destekleyici Bilgiler 3.6'daki bilgiler verildi.
 - ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Öğrenme Görevleri 3.6'daki sorular cevaplandı.
 - ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Hatırlama Testi dağıtıldı ve cevaplamak için 3 dakika süre verildikten sonra test toplandı.
 - ✓ Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Uzay Araştırmaları konusu ile ilgili animasyonlu etkinlikler çalışıldı.
 - ✓ Uzay Araştırmaları Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Güneş Sistemi Genel Bilişsel Yük Ölçeği dağıtılıp 1 dakika sonra toplandı.
-

EK 8. Kontrol Grubu Uygulama Akışı

1. Ders	Uygulama Akışı
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Ders kitabından takımyıldızlar ile ilgili bilgiler dikkatlice okundu. ✓ Etkinlik 2 yapıldı. ✓ Takımyıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Takımyıldızlar Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı. ✓ Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Ders kitabından kuyruklu yıldızlar çalışıldıktan sonra Etkinlik 3 yapıldı. ✓ Kuyruklu Yıldızlar Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Kuyruklu Yıldızlar Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
2. Ders	Uygulama Akışı
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Ders kitabından gezegenler konusu çalışıldı. ✓ Gezegenler Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Gezegenler Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Ders kitabından meteorlar ve göktaşları konusu çalışıldı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları Bilişsel Yük Ölçeği toplandı. ✓ Meteorlar ve Gök Taşları Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı. ✓ Gök Cisimleri Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı ve 1 dakika sonra toplanarak ders bitirildi.
3. Ders	Uygulama Akışı
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı. ✓ Ders kitabındaki fotoğraf incelendi ve konuya giriş amacıyla bazı sorular sorulup cevaplar paylaşıldı. ✓ Etkinlik 4 yapıldı.

-
- ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Güneş Sistemi Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
 - ✓ Güneş Sistemini oluşturan gezegenlerden Merkür ve Venüs ile ilgili fotoğraflar ve ders kitabındaki bilgiler birlikte detaylı bir şekilde çalışıldı.
-

4. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Ay Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Güneş Sistemini oluşturan gezegenlerden Dünya ve Mars gezegenleriyle Dünya'nın uydusu Ay ile ilgili fotoğraflar ve ders kitabındaki bilgiler birlikte detaylı bir şekilde çalışıldı.
 - ✓ Ay Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Ay Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 4 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
 - ✓ Çalışma kitabından 9. Etkinlik yapıldı.
-

5. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Güneş Sistemini oluşturan gezegenlerden Jüpiter, Satürn ve Uranüs gezegenleri ile ilgili fotoğraflar ve ders kitabındaki bilgiler birlikte detaylı bir şekilde çalışıldı.
-

6. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Gezegen Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Güneş Sistemini oluşturan gezegenlerden Neptün ile ilgili fotoğraflar ve ders kitabındaki bilgiler birlikte detaylı bir şekilde çalışıldı.
 - ✓ Gezegen Özellikleri Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Gezegen Özellikleri Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 10 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
 - ✓ Çalışma kitabından 8. Etkinlik yapıldı.
 - ✓ Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Gök ada, uzay ve evren kavramları ders kitabından çalışıldı.
 - ✓ Gök Ada Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Gök Ada Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 4 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
-

-
- ✓ Etkinlik 6 yapıldı.
 - ✓ Çalışma kitabından 10. Etkinlik yapıldı.
 - ✓ Güneş Sistemi Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı ve 1 dakika sonra toplandı.
-

7. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ders kitabından eski medeniyetlerin astronomi bilimine katkısı ile ilgili metin okunduktan sonra 7. Etkinlik yapıldı.
 - ✓ Tarihçe Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Tarihçe Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ders kitabından Ali Kuşçu metni okutuldu.
 - ✓ Çalışma kitabından 12. Etkinlik yapıldı.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Eski Gök Bilimciler Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
-

8. Ders Uygulama Akışı

- ✓ Teleskoplar Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ders kitabından gök bilimci kavramı ile teleskoplar konusu çalışıldıktan sonra 8. Etkinlik yapıldı.
 - ✓ Teleskoplar Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Teleskoplar Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
 - ✓ Uzay Araçları Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ders kitabından uzay araçları ile ilgili metin okundu.
 - ✓ Uzay Araçları Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
-

9. Ders Uygulama Akışı

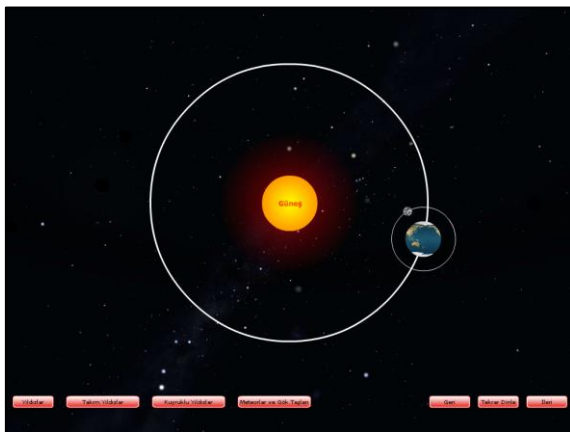
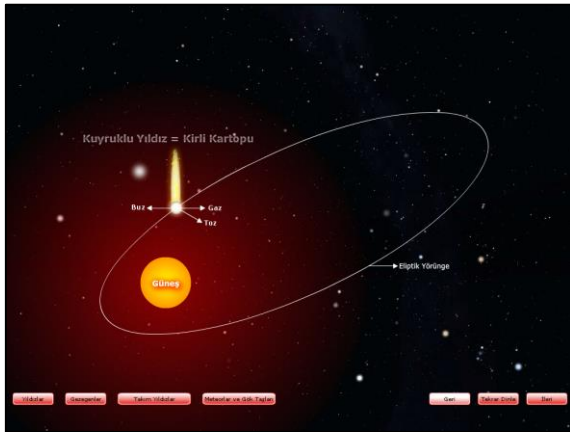
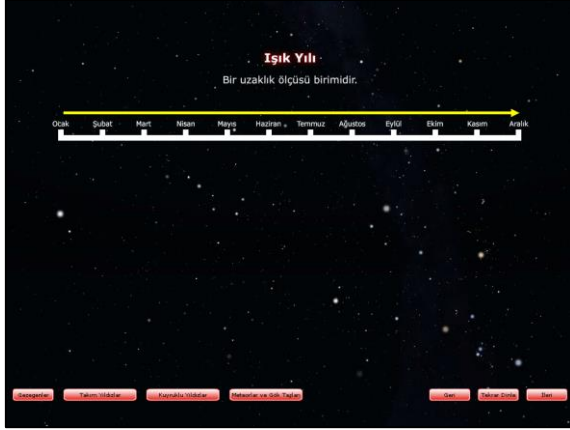
- ✓ Ay'a İniş Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Çalışma kitabından 14. Etkinlik yapıldı.
 - ✓ Ay'a İniş Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre
-

verildi ve süre sonunda toplandı.

- ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı.
 - ✓ Ders kitabından uzay teknolojisi ve uzay kirliliği ile ilgili metin çalışıldı.
 - ✓ Çalışma kitabından 15. Etkinlik çalışıldı.
 - ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Bilişsel Yük Ölçeği toplandı.
 - ✓ Uzay Teknolojisi ve Uzay Kirliliği Hatırlama Testi dağıtıldı, cevaplamak için 3 dakika süre verildi ve süre sonunda toplandı.
 - ✓ Kendimizi değerlendirelim soruları birlikte çalışıldı.
 - ✓ Genel Bilişsel Yük Ölçeği dağıtıldı ve 1 dakika sonra toplandı.
-

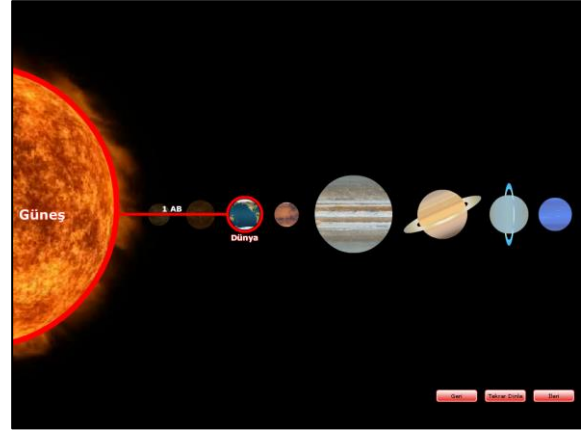
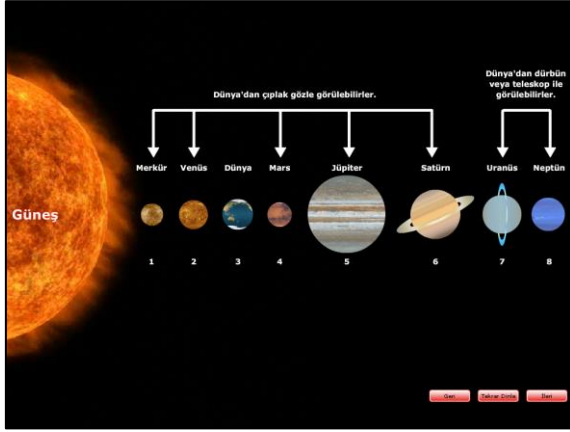
EK 9. Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Geliştirilen Öğretim Materyallerinin Ekran Görüntüsü Örnekleri

Gök Cisimleri Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri

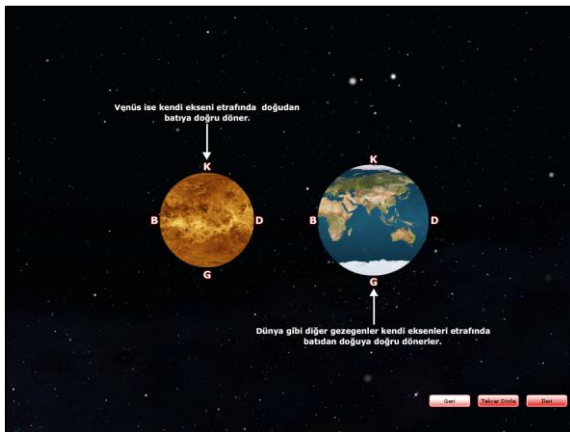


EK 9'un devamı

Güneş Sistemi Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri



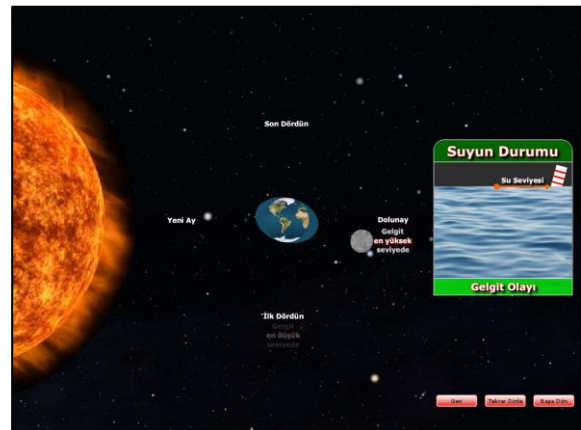
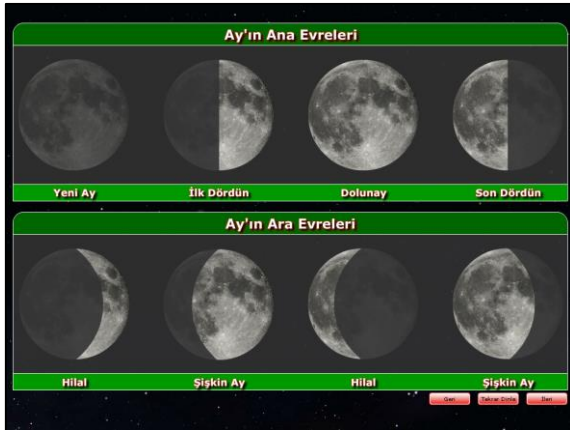
MERKÜR	
Güneş Sistemi'ndeki Yeri	Güneş'e en yakın gezegendir.
Diğer Gezegenlere Göre Boyutu	Güneş Sistemi'ndeki en küçük gezegendir.
Uydu Sayısı	Uydusu yoktur.
Halkası	Halkası yoktur.
Yüzey Şekilleri	Kraterlerle kaplı bir yüzeye sahiptir.



VENÜS	
Güneş Sistemi'ndeki Yeri	Merkür'den sonra Güneş'e en yakın ikinci gezegendir.
Diğer Gezegenlere Göre Boyutu	Dünya ile yaklaşık aynı büyüklüktedir.
Uydu Sayısı	Uydusu yoktur.
Halkası	Halkası yoktur.
Yüzey Şekilleri	Volkanik etkinlikler sonucu oluşmuş geniş lav düzlüklerine ve bu düzlükler için dağılmış çok sayıda yanardağa sahiptir.

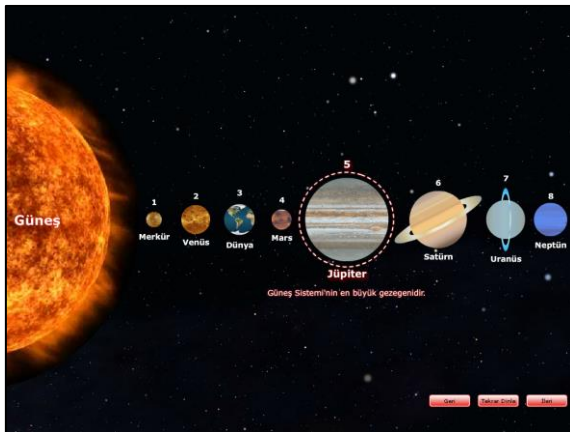
EK 9'un devamı

Güneş Sistemi Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri (Devamı)



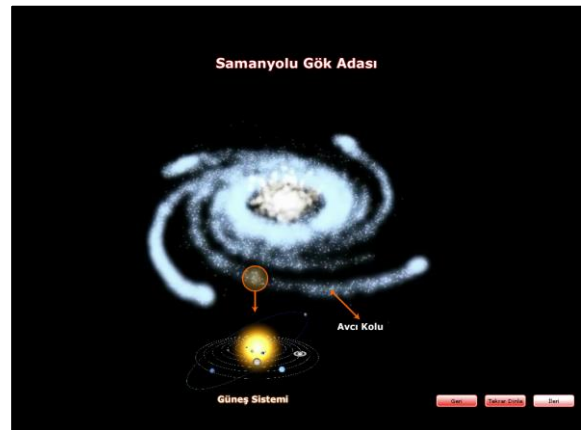
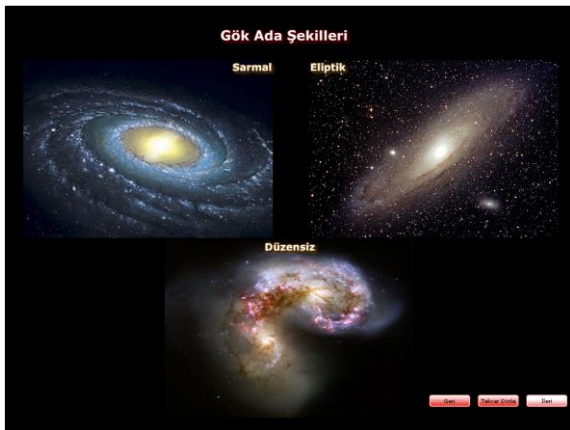
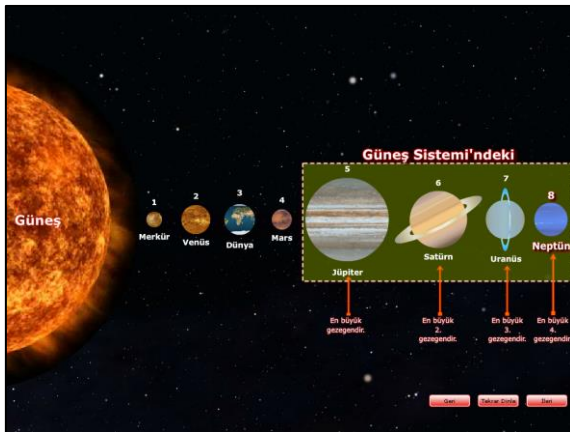
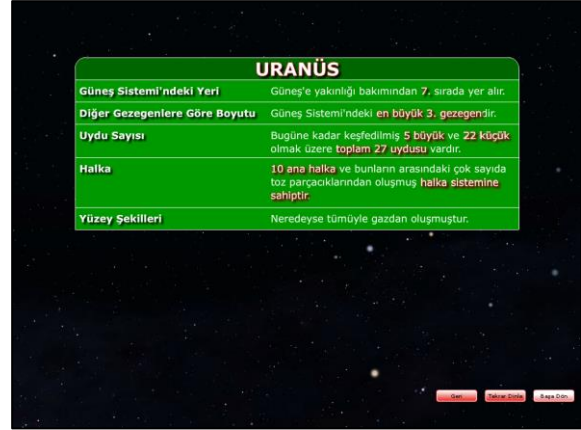
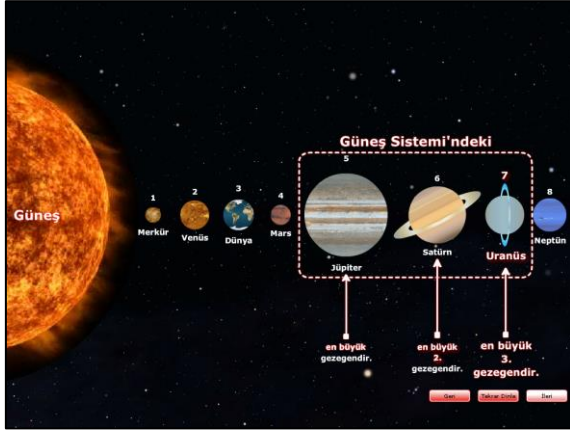
EK 9'un devamı

Güneş Sistemi Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri (Devamı)



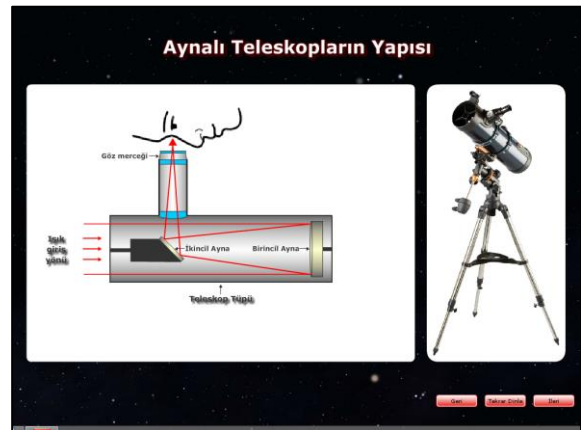
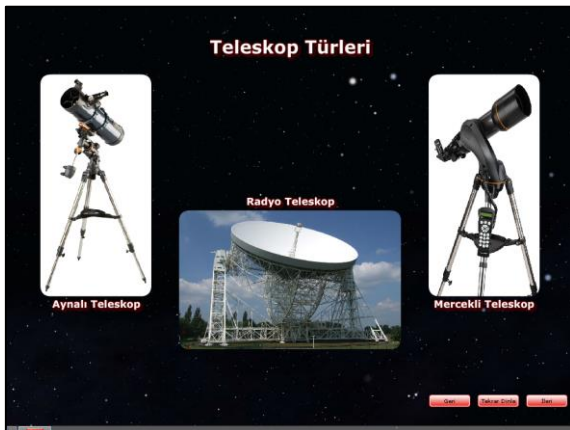
EK 9'un devamı

Güneş Sistemi Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri (Devamı)



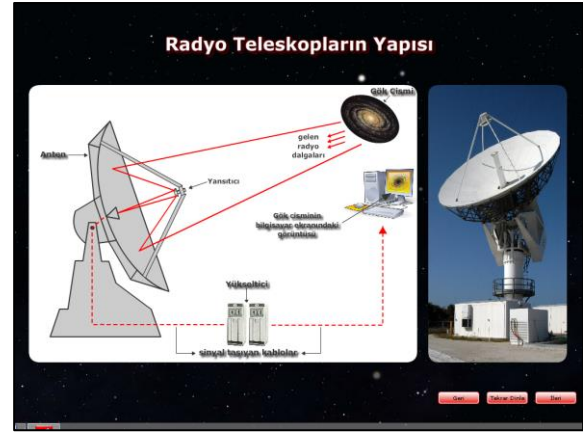
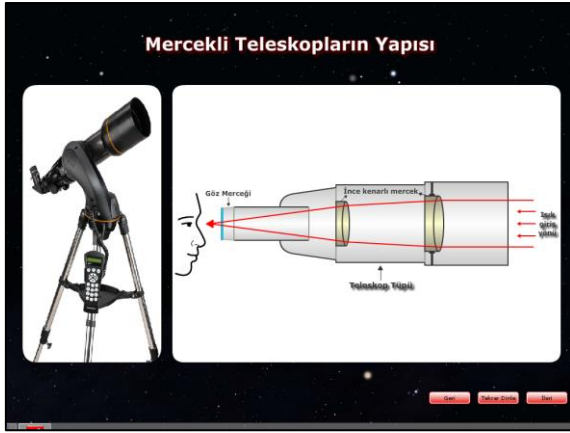
EK 9'un devamı

Uzay Araştırmaları Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri



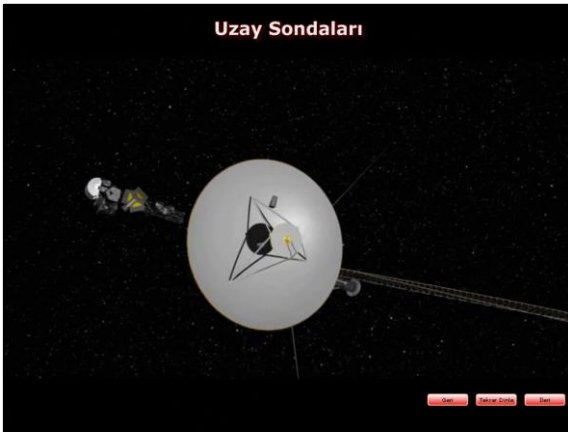
EK 9'un devamı

Uzay Araştırmaları Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri (Devamı)



EK 9'un devamı

Uzay Araştırmaları Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri (Devamı)



EK 9'un devamı

Uzay Araştırmaları Konusu Ekran Görüntüsü Örnekleri (Devamı)



EK 9'un devamı

Gök Cisimleri Konusu Animasyonlu Etkinlikler Ekran Görüntüsü Örnekleri

Boyama

Yıldız olanları **sarı**, gezegenleri **yeşil**, kuyruklu yıldızları **kırmızı** ve takımyıldızları **mavi** renkte boyayınız. Önce renk seçip sonra gök cisminin adının bulunduğu yapağa tıklayınız.

Renk Seç

- Sarı** - Yıldızlar
- Yeşil** - Gezegenler
- Kırmızı** - Kuyruklu Yıldızlar
- Mavi** - Takımyıldızlar

Mavi rengi seçtiniz. Başpatadaki takımyıldızlara tıklayınız.

Kavram Haritası

Aşağıda yer alan kavram haritasındaki boşlukları verilen kelimelerden uygun olanlar ile tamamlayınız.

Nokta Birleştirmece

Aşağıda bazı gök cisimlerinin isimleri verilmiştir. Bu isimler arasından takımyıldız olanların numaralarını küçükten büyüğe doğru sürükleyerek sırası ile birleştiriniz. Bakalım karşınıza ne çıkacak?

Mesaj

Küçük Ayı Takımyıldızı

Tebrikler!!!
Bu etkinliği başarı ile bitirdiniz.
Yeniden Başlat

Boşluk Doldurma

Aşağıda tanımları verilen kavramların adlarını karşılardaki boş bırakılan yerlere yazınız.

1 "Bulutcu" adı verilen gaz ve toz yığınlarının bir araya gelip sıkışmasıyla oluştu. Çevreye ısı ve ışık yayıyor. **YILDIZ**

2 Güneş etrafında belirli yörüngelerde dolanan büyük gök cisimidir. Isı ve ışık kaynağı değildir. **Gezegen**

3 Dünya'dan bakıldığında bir arada görünen yıldız grubuyum. **TAKIMYILDIZ**

4 Yapımda donmuş halde buz, gaz toz bulunur. Bu nedenle kirliliği kartopu olarak da adlandırılır. **Göktaşı**

5 Gezegenlerin etrafında belirli yörüngelerde dolanan gök cisimidir. Isı ve ışık kaynağı değildir. **Doğal Uydular**

Eşleştirme Etkinliği

Aşağıdaki kavramlar ile özellikleri eşleştiriniz.

İkaye - Zhang	Gündüzleri görebildiğimiz tek yıldızdır.
Göktaşı	Dünya'nın dışındaki evren parçasına verilen isimdir.
Işıkyılı	Güneş etrafında dolanan büyük gök cisimleridir.
Güneş	En son görülen kuyruklu yıldızdır.
Uzay	Atmosferden geçerken tamamen yanmadan yeryüzüne ulaşan meteor parçalarıdır.
Gezegen	Bir uzaklık ölçüsü olup ışığın bir yılda aldığı yoldur.

Uygun Kutucukları Bulalım

Aşağıda verilen çizelgede yıldızlar ve gezegenler ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Kutucuk numaralarından faydalanarak aşağıda verilen soruları cevaplayalım.

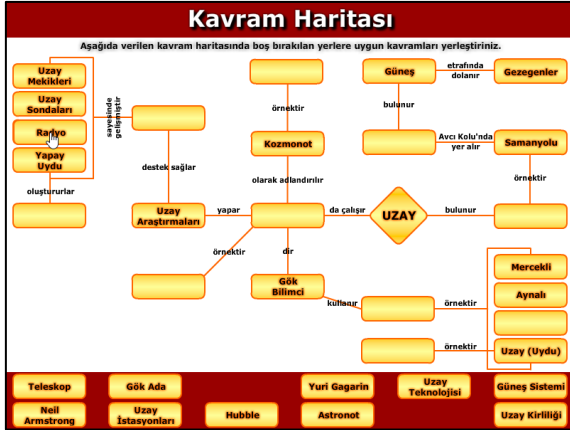
Yıldızlar etrafına ısı ve ışık yayarlar.	Yıldızların konumları sürekli değişmektedir.	Gezegenlerin ışığı titreşir gibi görünür.
4 Gezegenler, Güneş'ten aldıkları ışığı yansıtırlar.	5 Işıkyılı, yıldızlar arası mesafeleri ölçmemize yarayan uzaklık birimidir.	Güneş bir gezegendir.
7 Dönümüz bir gezegendir.	Gezegenler, yıldızlardan çok daha büyük gök cisimleridir.	9 Yıldızlar, Güneş'ten aldıkları ışığı yansıtırlar.

A. Yukarıda verilen kutucukların hangilerinde verilen ifadeler doğru bilgiler içermektedir?
1 2 3 4 5 6 7 8 9

B. Yukarıda verilen kutucukların hangilerinde verilen ifadeler yanlış bilgiler içermektedir?
1 2 3 4 5 6 7 8 9

EK 9'un devamı

Uzay Araştırmaları Konusu Animasyonlu Etkinlikler Ekran Görüntüsü Örnekleri



Boşluk Doldurma

Paragraftaki boşlukları aşağıda verilen kavramlardan uygun olanlar ile doldurunuz.

Cıplak gözle görülebilecek kadar uzakta olan gök cisimlerini gözlemlemek amacıyla kullanılan alete teleskop denir.

İlk teleskop 1608 yılında Hollandalı gözlükçü _____ tarafından icat edilmiştir. Bu teleskop gök cisimlerini normal görünen boyutlarından yalnızca beş kat büyütmüştür. Gök biliminde kullanılabilecek ilk teleskop ise 1609 yılında İtalyan gök bilimci _____ tarafından yapılmıştır. Teleskobuyla yaptığı incelemeler sonucunda Venüs'ün görünümündeki farklılıkları tespit ederek gezegenlerin Dünya'nın değil Güneş'in etrafında döndüğünü ispatlamıştır.

Teknolojinin ilerlemesine bağlı olarak uzayın derinliklerini incelemeye kullanılabileceğimiz çeşitli teleskoplar geliştirilmiştir. Bunlar; mercekli, aynalı, radyo ve _____ teleskoplarıdır. Basit mercekli bir teleskopta; bir uca büyük odak uzaklığına sahip _____ bir mercek bulunur. Objektif mercek iç içe geçmiş kuzaklı sisteme hareket ettirilip ayarlanarak uzak bir cisimden gelen ışık ışınlarını toplar ve net bir görüntü oluşturur.

Teleskoplar ve diğer teknolojik araçlar kullanılarak, uzay ile ilgili araştırmaların yapıldığı özel binalar gözlemevi ya da rasathane olarak adlandırılır. Bulutların, su buharının, _____ ve atmosferin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla; gözlemevleri şehirden uzak, dağların veya tepelerin üzerine kurulurlar.

Dünya üzerinde kurulan teleskoplar ile Dünya'nın atmosferi nedeniyle sınırlı gözlemler yapılabilmektedir. Bu nedenle, gök bilimciler Dünya atmosferinin dışına, uzaya yerleştirilecek bir teleskop ile daha net ve sağlıklı bilgiler edinilebileceğini düşünmüşlerdir. 1990 yılında, Dünya yüzeyinden yaklaşık 600 km uzağa _____ uzay teleskobu yerleştirilmiş ve bu teleskop sayesinde birçok fotoğraf ve bilgi edinilmiştir.

Hans Lippershey teleskop uzay (uydu) Galileo Galilei
ışık kırılışı Hubble ince kenarlı

Uzay Teknolojilerini Tanıyalım

Uzay gözlemlemek amacıyla kullanılan aygıtlar ile tanımlarını eşleştiriniz.

Genellikle şehir ışıklarından uzak bölgelere kurulup gözlem yapmaya elverişli araç-geçerler ile donatılmış binalardır.

İşık tayfındaki radyo dalgalarını toplayıp önce elektrik sinyallerine daha sonra bilgisayarlarda görüntüye dönüştüren teleskoplardır. Çukur ayna şeklinde tasarlanırlar.

İşığın mercekler aracılığıyla toplanarak bir noktaya odaklanmasını sağlayan teleskoplar olup yapısında en az iki ince kenarlı mercek bulunur.

İşık kırılışı, nem oranı, büyük teleskopların kontrol edilme güçlüğü, ozon tabakasının morötesi ışınları engellemesi gibi sorunlara çözüm olarak düşünülmüş teleskoplardır.

Yapısında, ışığın bir noktada toplanmasını sağlayan çukur ayna bulunan teleskoplardır.

Aynalı Teleskoplar
Uzun (Uydu) Teleskopları
Radyo Teleskoplar
Gözlemevleri
Mercekli Teleskoplar

Uygun Kutucukları Bulalım

Aşağıda verilen çizelgede yıldızlar ve gezegenler ile ilgili bilgileri yer verilmiştir. Kutucuk numaralarını faydalanarak aşağıda verilen soruları cevaplayalım.

1 Türk dünyasının astronomi ve matematikteki en önemli bilgini Ali Kuşçu'dur.	2 İlk teleskop 1609 yılında İtalyan gök bilimci Galileo tarafından icat edilmiştir.	3 Uzaydaki gök cisimlerini incelemek için kullanılan optik araçlardan biri de mikroskopdur.
4 Yeryüzünde, uzay gözlemlemek için kurulmuş ve içinde gözlem araçları bulunan yapılar uzay istasyonlarıdır.	5 Ay'a ilk ayak basan insan Neil Armstrong'dur.	6 Uzaya çıkan ilk insan Yuri Gagarin'dir.
7 Uzun mekikleri, gezegenler arası uzay boşluğuna gönderilerken gezegenlerin görüntülerini yeryüzüne ulaştıran robotik araçlardır.	8 Dünya'dan gözlem yapmaya yarayan teleskoplar; ışık kırılışı ve atmosfer olayları gibi olumsuzluktan etkilenmezler.	9 Uzaydaki enkazlar, ömrü tükenmiş roket parçaları, uydu ve yakıt tankları uzay kiriliğine yol açmıştır.
10 İlk medeniyetler yıldızların konumlarını yön bulmada kullanmışlardır.	11 Teflon, tükenmez kalem, alüminyum folyo gibi maddeler uzay çalışmalarında geliştirilmiştir.	12 Mercekli teleskop, ışık tayfındaki radyo dalgalarını toplayıp görüntüye çeviren bir teleskop türüdür.

Doğru İfadeler Yanlış İfadeler

Uzay Araştırmaları - Bulmaca

Aşağıdaki bulmacada, soru numaraları üzerine fareni getirdiğinizde sorular görünecektir. Soruya vereceğiniz cevabı her kareye bir harf gelecek şekilde yazınız. Yanlış yazdığınız karede bir uyarı mesajı görünecektir. Bulmacayı tamamladığınızda anahtar kelime ortaya çıkacaktır. Bakalım bu anahtar kelime nedir?

8
10
1
A S T R O N O T
9
5
6
4
Uzayda bizden çok uzakta bulunan gök cisimlerini gözlemlemeye yarayan optik araca verilen isimdir.
2
T E L E S K O P
7
11
3

Uzay Teknolojilerini Tanıyalım

Uzay hakkında ileri düzey veri toplamamız ve uzaya çıkabileceğimiz sağlayan araçlar ile tanımlarını eşleştiriniz.

Astronotların, içinde uzun süre yaşamasını ve konaklamasını sağlayan, Dünya'da yapılamayan deneyleri yerçekiminin bulunmadığı uzay ortamında yapmaya olanak tanıyan araçlardır.

Astronotları uzay ortamında karşılayabilecekleri olumsuz koşullardan korumak ve oksijen ihtiyacını sağlamak amacıyla özel olarak tasarlanmış elbiselerdir.

Astronotları uzaya taşımak amacıyla kullanılan, roketler sayesinde yerçekiminden kurtulup atmosferin dışına çıkan ve dönüştürerek yeryüzüne uçak gibi inen uzay araçlarıdır.

Ay, gezegenler, gezegenler ve gök adaları arası uzay boşluğuna gönderilerken veri toplama yarayan robotik uzay araçlarıdır.

İnsanoğlunun emeği ile tasarlanarak Dünya'nın veya başka bir gezegenin yörüngesine oturtulan iletişim, meteoroloji tahmini, gök cisimlerini gözlemleme vb. amaçlı kullanılan araçlardır.

Yapay Uydular
Uzun Sondaları
Uzun Mekikleri
Uzun Giysileri
Uzun İstasyonları

EK 10. İzin Belgeleri

T.C.
ORDU VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 18802389/44/2555523
Konu: Anket Çalışması.

19/09/2013

Sayın Erdem KAYA
Ünye Meslek Yüksekokulu
Ünye/ORDU

İlgi :a) 09/09/2013 tarihli dilekçeniz.
b)18/09/2013 tarihli ve 2539552 sayılı onay.

İlgi dilekçeniz ile talep ettiğiniz tez çalışmanıza ilişkin anketinizi İlimiz Ünye İlçesi Anafarta Ortaokulu öğrencilerine uygulamanızın uygun bulunduğuna ilişkin ilgi (b) onay ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Serdar YURDABAKAN
Müdür a.
Şube Müdürü

EK
1- İlgi (b) onay. (1 sayfa)

Güvenli Elektronik İmza
Aşıl İsmailoğlu
19.09.2013

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır

Saray Mah. Ulu Konak Cad. No:5 52089 ORDU
Telefon : (0 452) 223 16 29 / (401) Faks : (0 452) 225 01 44
e-posta: istatistik52@meb.gov.tr Elektronik Ağ: http://ordu.meb.gov.tr



T.C.
ORDU VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 18802389/44/2539552
Konu: Anket Çalışması.

18/09/2013

VALİLİK MAKAMINA

İlgi :a)Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 07/03/2012 tarihli ve 3616 sayılı yazısı (Genelge 2012/13)
b)Erdem KAYA'nın 09/09/2013 tarihli dilekçesi.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ana Bilim Dalı Doktora öğrencisi Erdem KAYA'nın Akademik çalışmalarında kullanmak üzere geliştirilen "Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Hazırlanmış Materyalin Öğrencilerin Başarılarına ve Bilişsel Yüklenmelerine Etkisi" konulu tez çalışmasına ilişkin anketini ilimiz Ünye ilçesi Anafarta Ortaokulundaki öğrencilere uygulamak isteğine ilişkin ilgi (b) dilekçesi ve ekleri ilişikte sunulmuştur.

Adı geçenin Akademik çalışmalarında kullanmak üzere geliştirilen "Bilişsel Yük Kuramı İlkelerine Göre Hazırlanmış Materyalin Öğrencilerin Başarılarına ve Bilişsel Yüklenmelerine Etkisi" konulu tez çalışmasına ilişkin anketi Müdürlüğümüz Araştırma Değerlendirme Komisyonu tarafından ilgi (a) genelge hükümleri doğrultusunda incelenmiş olup; uygun bulunmuştur.

Söz konusu anket çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ana Bilim Dalı Doktora öğrencisi Erdem KAYA tarafından eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmamak kaydıyla 2013-2014 eğitim öğretim yılında okul müdürlüğünün sorumluluğunda ilimiz Ünye ilçesi Anafarta Ortaokulundaki öğrencilere uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Nevzat TÜRKKAN
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
18/09/2013

Halil KARBUZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Güvenli Elektronik İmza
18/09/2013

9. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

Erdem KAYA 1978 yılında Ordu'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı ilde tamamlayan araştırmacı 2002 yılında ODTÜ Eğitim Fakültesi Bilgisayar Öğretmenliği programından mezun oldu. 2002-2008 yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda Bilgisayar Öğretmeni olarak görev yaptı. 2003 yılı güz yarısında Ege Üniversitesi Uluslararası Bilgisayar Ana Bilim Dalı Bilgi Teknolojileri programında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2007 yılında yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2008 yılında Ordu Üniversitesi Ünye Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri bölümüne öğretim görevlisi olarak atandı. 2008 yılında KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında doktora öğrenimine başladı.

Erdem KAYA evli ve iki çocuk sahibi olup, iyi derecede İngilizce bilmekte ve halen anılan görevine devam etmektedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

Adres : Ünye Meslek Yüksekokulu, Atatürk Mah. Sami Soysal Cad. No: 30
Ünye/ORDU

e-posta : kayaerdem@hotmail.com

Telefon : (452) 324 10 63