



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ÜSTÜN YETENEKLİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL AKIL
YÜRÜTME BECERİLERİNİN ASTRONOMİ KONULARINA YÖNELİK
KAVRAMSAL ANLAYIŞLARI VE AKADEMİK BAŞARILARI İLE
İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Pelin ERTEKİN

Malatya-2017

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ÜSTÜN YETENEKLİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL
AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNİN ASTRONOMİ KONULARINA
YÖNELİK KAVRAMSAL ANLAYIŞLARI VE AKADEMİK
BAŞARILARI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Pelin ERTEKİN

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL

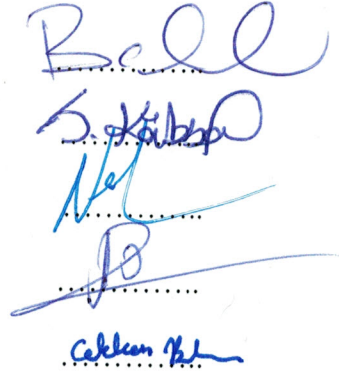
Malatya-2017

T.C.
İnönü Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Pelin ERTEKİN tarafından hazırlanan “Üstün Yetenekli Ortaokul Öğrencilerinin Uzamsal Akıl Yürütme Becerilerinin Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları ve Akademik Başarıları ile İlişkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, [15.11.2017] tarihinde yapılan sınav sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan: Prof. Dr. Mustafa BALOĞLU
Üye (Tez Danışmanı): Doç. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL
Üye : Prof. Dr. Nevzat BAYRI
Üye : Yrd. Doç. Dr. Seray OLÇAY GÜL
Üye : Öğr. Gör. Dr. Hıncal Gökhan BAKIR



O N A Y

...../...../2017

Doç. Dr. Niyazi ÖZER
Enstitü Müdür

ONUR SÖZÜ

Doç. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL'ın danışmanlığında doktora tezi olarak hazırladığım **“Üstün Yetenekli Ortaokul Öğrencilerinin Uzamsal Akıl Yürütme Becerilerinin Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları ve Akademik Başarıları ile İlişkisinin İncelenmesi”** başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Pelin ERTEKİN

ÖNSÖZ

Doktora eğitim sürecimin ve meslek hayatımın her aşamasında yardımcı olup yol gösteren ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez konumun belirlenmesinde, tezimin biçimsel ve içerik düzenlenmesinde beni her daim yönlendiren saygıdeğer hocam ve tez danışmanım *Doç. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL*'a,

Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı tarafından yürütülen “2211- Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı” kapsamında doktora eğitimim süresince tarafıma sağlanan maddi desteğinden dolayı *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna (TÜBİTAK)*,

Tez çalışmamın özellikle uygulama sürecinde gönüllü olarak yardımcı olan *Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) Öğrencilerine ve Öğretmenlerine*,

Son olarak benden maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, bana her konuda destek olan, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan *Biricik Aileme* gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Pelin ERTEKİN

ÖZET

ÜSTÜN YETENEKLİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNİN ASTRONOMİ KONULARINA YÖNELİK KAVRAMSAL ANLAYIŞLARI VE AKADEMİK BAŞARILARI İLE İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

ERTEKİN, Pelin

Doktora, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL
Kasım-2017, XI+174 sayfa

Bu araştırmanın amacı, üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasındaki açıklayıcı ilişkiyi incelemektir. Bu amaçla araştırmanın modeli, nicel araştırma yöntemleri içerisinde yer alan çok faktörlü yordayıcı korelasyonel desene göre tasarlanmıştır. Araştırmanın hedef evreni, Türkiye’de Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) öğrenim görmekte olan ortaokul düzeyindeki üstün yetenekli olarak tanımlanmış öğrencilerden, ulaşılabilir evreni ise Türkiye’nin yedi coğrafi bölgesinde yer alan büyük ve küçük ölçekli olmak üzere iki farklı şehirdeki BİLSEM ’de öğrenim görmekte olan ortaokul düzeyindeki üstün yetenekli olarak tanımlanmış öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın örnekleminde ise 2015-2016 eğitim-öğretim yılında 12 farklı şehirdeki (Elazığ, Erzincan, Malatya, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Adana, Antalya, Denizli, İzmir, Ordu ve Rize) BİLSEM ’de 6, 7 ve 8. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan ve uygun örnekleme yöntemiyle seçilen toplam 642 üstün yetenekli öğrenci yer almaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen bireysel bilgi formu, “Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)” ve “Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)” kullanılmıştır. Ayrıca üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin akademik başarı düzeylerini belirlemek amacıyla Aşut (2013) tarafından geliştirilen “Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)” kullanılmıştır. Geliştirilen ve revize edilen ölçme araçları ile hem pilot hem de asıl uygulama sürecinde elde veriler, nicel veri çözümleme teknikleriyle analiz edilmiştir. Ölçme araçlarının geçerlilik ve güvenirlik analizi için ITEMAN madde analiz programı, çıkarımsal istatistik analizleri için ise SPSS21 paket programından faydalanılmıştır.

Ayrıca yol analizi sürecinde gerekli olan ileri istatistiksel analizler için ise AMOS 21 paket programı ve LISREL 8.7 programı kullanılmıştır. Araştırmada, gözlenen değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkiler bir yol diyagramı ile görselleştirilmiştir. Buna göre araştırmacı tarafından test edilmek üzere tasarlanan modelde sınıf düzeyi dışsal değişken; zihinsel imgelemeye dayalı statik uzamsal akıl yürütme becerisi (UAYB-S), zihinsel imgelemeye dayalı dinamik uzamsal akıl yürütme becerisi (UAYB-D), temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayış (AYKA) ve fen bilimlerine yönelik akademik başarı (FBYAB) ise içsel değişken olarak belirlenmiştir. İncelenen içsel ve dışsal değişkenlerin arasındaki doğrudan, dolaylı ve toplam etkilerin yorumlanabilmesi için yol katsayıları ve elde edilen veriler ile test edilen modelin uyumunu değerlendirmek amacıyla model uyum indeksleri hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda sınıf düzeyi dışsal değişkeninin, üstün yetenekli öğrencilerin statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları gibi içsel değişkenlerini pozitif yönde ve anlamlı bir şekilde yordadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmada öne çıkan bir diğer bulgu, üstün yetenekli öğrencilerin hem statik hem de dinamik uzamsal akıl yürütme becerilerinin, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarını pozitif yönde ve anlamlı bir şekilde yordamasıdır. Benzer şekilde üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine yönelik akademik başarılarının, statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri ile temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışları tarafından anlamlı ve pozitif yönde yordandığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda üstün yeteneklilerin sınıf düzeyleri, statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasında anlamlı düzeyde ve pozitif yönde doğrudan ve dolaylı açıklayıcı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üstün Yetenekliler, Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi, Astronomi Konularına İlişkin Kavramsal Anlayış, Fen Bilimlerine Yönelik Akademik Başarı

ABSTRACT

INVESTIGATING THE RELATIONSHIP OF MIDDLE SCHOOL GIFTED STUDENTS' SPATIAL REASONING SKILLS WITH THEIR CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ASTRONOMY SUBJECTS AND ACADEMIC ACHIEVEMENT

ERTEKİN, Pelin

PhD, Inonu University, Institute of Educational Sciences
Program of Science Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL
November-2017, XI+174 pages

The purpose of this research is to investigate the exploratory relationship between gifted 6th, 7th and 8th grade students' spatial reasoning skills with conceptual understanding of basic astronomy subjects and their science achievement. With this purpose the research model was designed in multi factor predictive correlational design of quantitative research method. The target population of the research is middle school gifted students studying in Science and Art Centers in Turkey, while accessible population is gifted middle school students studying in Science and Art Center in two cities (one is metropolitan and the other is sub-urban) in each of 7 geographical regions of Turkey. The sample of the research consists of 642 middle school gifted students, selected with convenience sampling, studying in Science and Art Centers in 12 different cities of Turkey (Elazığ, Erzincan, Malatya, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Adana, Antalya, Denizli, İzmir, Ordu and Rize) in 2015-2016 academic year. As data collection instruments "Conceptual Understanding of Basic Astronomy Subjects Test (CUBAST)", "Mental Image Focused Spatial Reasoning Skill Test (SRST)", both developed by the researcher, and personal information form were used. In order to determine gifted students' science achievement, "Science Achievement Test (SAT)" developed by Aşut (2013) was used. Data gathered both in pilot and main study with revised and developed instruments were analyzed with quantitative data analysis methods. For the validity and reliability of the instruments ITEMAN item analysis program and for the inferential statistical analysis SPSS 21 software were used. For the advanced statistical techniques required in the path analysis, AMOS 21 and LISREL 8.7 were used. A path diagram in which the explanatory relations between observed variables was visualized. Accordingly, in the model designed to be tested by the

researcher, the class-level was determined as external variable; mental image focused static spatial reasoning skill (SRS-S), mental image focused dynamic spatial reasoning skill (SRS-D), conceptual understanding of basic astronomy subjects (CUBAS) and science achievement (SA) was determined as internal variable. In order to interpret the direct, indirect and total effects between the examined internal and external variables path coefficients were calculated, and model fit indices were calculated to evaluate the model fit of the obtained data and the tested model. As a result of the analysis, it was observed that the external variable of class-level positively and significantly predicted the internal variables of static and dynamic spatial reasoning skills, conceptual understanding of basic astronomy subjects and science achievement of gifted students. In addition another finding of the research is that gifted students' both static and dynamic spatial reasoning skills positively and significantly predicted their conceptual understanding of basic astronomy subjects. Similarly, it was observed that gifted students' science achievement was predicted positively and significantly by their static and dynamic spatial reasoning skills and their conceptual understanding of basic astronomy subjects. As a result of the research, it was determined that there are positive and significant direct and indirect explanatory relationships between gifted students' class level, static and dynamic spatial reasoning skills, conceptual understanding of basic astronomy subjects and science achievement.

Keywords: Gifted Students, Spatial Reasoning Skill, Science Achievement, Conceptual Understanding of Astronomy Subjects

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi

BÖLÜM I GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi	9
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	17
1.5. Varsayımlar	17
1.6. Tanımlar	18

BÖLÜM II KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Üstün Yeteneklilik Kavramı.....	19
2.1.1. Üstün zekâya ilişkin kuramlar.....	23
2.1.1.1. İki faktör kuramı.....	24
2.1.1.2. Çoklu faktör kuramları.....	25
2.1.1.3. Çoklu zekâ kuramı.....	27
2.1.1.4. Üç halka modeli.....	30
2.1.1.5. Beşgen kuramı.....	31
2.1.1.6. Cattell-Horn-Carroll (CHC) kuramı.....	32
2.1.1.7. Ayrımsal üstün zekâ ve üstün yetenek kuramı.....	34
2.1.2. Üstün Zekâ ve Yetenekliliğin Tanılanması Sürecinde Başvurulan Testler.....	35
2.1.2.1. Standford- Binet zekâ testi-V (SB-V).....	39
2.1.2.2. Wechsler çocuklar için zekâ testi-IV (WISC-IV).....	41
2.2. Üstün Yetenekliler ve Fen Bilimleri Eğitiminin Önemi.....	43
2.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Astronomi.....	46
2.3.1 Temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlar.....	47
2.4. Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi.....	50
2.5. İlgili Araştırmalar.....	57
2.5.1. Temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarla ilgili araştırmalar.....	57
2.5.2. Uzamsal akıl yürütme becerisi ile ilgili araştırmalar.....	64

BÖLÜM III YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli	74
3.2. Evren ve Örneklem	76
3.3. Veri Toplama Araçları	78
3.3.1. Zihinsel imgelere dayalı uzamsal akıl yürütme becerisi testinin geliştirilme süreci	79
3.3.2. Temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayış testinin geliştirilme süreci.....	85
3.3.3. Fen bilimlerine yönelik başarı testinin geliştirilme süreci.....	90
3.4. Uygulama Süreci.....	94
3.5. Verilerin Analizi.....	95

BÖLÜM IV BULGULAR VE YORUM

4.1. Betimsel Analiz Bulguları.....	98
4.2. Çıkarımsal Analiz Bulguları	99

BÖLÜM V SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma	111
5.2. Öneriler	114
KAYNAKÇA	116
EKLER	144
EK 1. Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi.....	145
EK 2. Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi.....	157
EK 3. Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi.....	161
EK 4. Uygulama Yönergesi.....	168
EK 5. Uygulama Süreci Kontrol Listesi.....	170
EK 6. Araştırma ve Uygulama İzni.....	171

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Üstün Yeteneklilerin Zekâ Katsayısına Göre Sınıflandırılması.....	21
Tablo 2. Üstün Zekâ Kuramları ve Savunucuları.....	23
Tablo 3. Üstün Yeteneklilerin Fen Bilimleri Alanında Sergilemesi Gereken Davranışlar.....	44
Tablo 4. Temel Astronomi Konularına Göre Kavram Yanılgıları.....	48
Tablo 5. Uzamsal Yeteneği Oluşturan Faktör Analizi Çalışmaları, Faktörler ve Ölçme Araçları.....	51
Tablo 6. Uzamsal Akıl Yürütme Becerisinin Boyutları ve Kullanılan Ölçme Araçları.....	54
Tablo 7. Modele İlişkin İçsel ve Dışsal Değişkenler.....	76
Tablo 8. Örneklemin Bölge ve Şehirlere Göre Dağılımı.....	77
Tablo 9. Örnekleme İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları.....	77
Tablo 10. Pilot Uygulama Katılımcılarının Betimsel İstatistikleri.....	78
Tablo 11. UAYBT Belirtke Tablosu.....	80
Tablo 12. Ayırt Edicilik İndeksleri ve Değerlendirilmesi.....	82
Tablo 13. Nihai Teste İlişkin Madde Analizi Sonuçları.....	82
Tablo 14. Nihai Testin Boyutlarına Göre Madde Analizi Sonuçları.....	83
Tablo 15. Betimsel İstatistik ve Madde Analizi Sonuçları.....	84
Tablo 16. Temel Astronomi Konularını İçeren Soru Numaraları.....	86
Tablo 17. AYKAT Belirtke Tablosu.....	86
Tablo 18. Nihai Teste İlişkin Madde Analizi Sonuçları.....	88
Tablo 19. Betimsel İstatistik ve Madde Analizi Sonuçları.....	89
Tablo 20. Nihai Teste İlişkin Madde Analizi Sonuçları.....	90
Tablo 21. Sınıf Düzeyine Göre Soru Dağılımı.....	91
Tablo 22. FBYBT Belirtke Tablosu.....	92
Tablo 23. Betimsel İstatistik ve Madde Analizi Sonuçları.....	93
Tablo 24. Testlerin Asıl Uygulama Süreci.....	94
Tablo 25. Uyum İyiliği Değerleri ve Kesim Noktaları.....	97
Tablo 26. Betimsel Analiz Sonuçları.....	98
Tablo 27. Sınıf Düzeyine Göre Betimsel Analiz Sonuçları.....	99
Tablo 28. Korelasyon Matrisi.....	100
Tablo 29. Modifiye Modele İlişkin Uyum İndeksi Değerleri.....	104
Tablo 30. Değişkenler Arasındaki Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etki Değerleri.....	108

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Hipotez model	8
Şekil 2. Spearman'ın iki faktör kuramı.....	24
Şekil 3. Thorndike zekâ kuramı.....	25
Şekil 4. Temel zihinsel yetenekler kuramı.....	26
Şekil 5. Çoklu zekâ kuramı.....	28
Şekil 6. Üç halka modeli.....	30
Şekil 7. Beşgen kuramı.....	31
Şekil 8. Cattell-Horn-Carroll kuramı.....	33
Şekil 9. Ayrımsal üstün zekâ ve üstün yetenek kuramı.....	34
Şekil 10. Standford Binet-V testinin teorik yapısı.....	40
Şekil 11. WISC-IV teorik yapısı.....	41
Şekil 12. Astronomi eğitimi araştırmalarında yer alan konular.....	48
Şekil 13. Zihinsel imgeler.....	56
Şekil 14. Hipotez modele ilişkin yol diyagramı.....	75
Şekil 15. UAYBT teorik modeli.....	79
Şekil 16. Hipotez modele ilişkin yol diyagramı.....	101
Şekil 17. Hipotez modele ilişkin yol analizi sonucu.....	102
Şekil 18. Modifiye model.....	103
Şekil 19. Modifiye modelde değişkenler arasındaki yol katsayıları ve R ² değerleri.....	106
Şekil 20. Nihai Model.....	109

KISALTMALAR LİSTESİ

- AYKA:** Temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlar
- AYKAT:** Temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayış testi
- BİLSEM:** Bilim ve Sanat Merkezi
- FBYAB:** Fen bilimlerine yönelik akademik başarı
- FBYBT:** Fen bilimlerine yönelik başarı testi
- SD:** Sınıf düzeyi
- UAYB:** Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi
- UAYB-S:** Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi-statik
- UAYB-D:** Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi-dinamik
- WISC:** Wechsler çocuklar için zekâ testi

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde sırasıyla araştırmanın problem durumu, amacı, önemi, sınırlılıkları, varsayımları ve araştırmada incelenen değişkenlerin tanımları yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Bireysel farklılıklar, davranış bilimlerinin gelişimine paralel bir şekilde 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ilgi duyulan bilimsel konular arasında yer almıştır. Bireylerin sahip oldukları zekâ düzeyleri ise bu farklılıklar arasında öne çıkan bir özelliktir. Birçok bilim insanı tarafından zekâ kavramı tanımlanarak üzerine farklı teoriler geliştirilmiş ve zekânın üstün yeteneklilik ile karşılıklı ilişkisi incelenmiştir. Bu bağlamda bireylerin zekâ düzeyi, üstün yetenekliliğin bir ölçüsü olarak ele alınmış ve tanılamada etken bir rol oynamıştır. Nitekim zekâ testlerinin atası olarak da bilinen Galton (1869), zihinsel yeteneklerdeki bireysel farklılığın ölçülebilir olduğunu belirterek, “üstün yetenekli” kavramını yüksek zekâ düzeyine sahip bireyler ile ilişkilendirmiştir. Literatürde üstün yetenekliliğe ilişkin birçok farklı tanım mevcuttur (Colombus Group, 1991; Gagne, 2004; Renzulli, 1999; Roeper, 1991; Sternberg, 2003; Terman, 1925). Dar kapsamlı bir şekilde zekâ testi sonuçlarına ve zekâ katsayısı (IQ) kavramına bakıldığında üstün yetenekliler, zihinsel yetenek testi sonuçlarına göre yüzde 1 veya 1.5’lik üst dilimde yer alan ya da diğer bir deyişle 130 ve üzeri IQ puanı alabilen soyut düşünme becerisine sahip bireylerdir (Hollingworth, 1942; Terman, 1925). Öte yandan üstün yeteneklilik, zekâ testlerinden bağımsız bir şekilde çok boyutlu dinamik bir yapı olarak da tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla tanımlamalarda, genel zihinsel yetenek ya da akademik başarının yanı sıra motivasyon, yaratıcılık, üretkenlik, liderlik, sosyal sorumluluk gibi kişilik özelliklerine ve bireylerin sanatsal ya da psikomotor üst düzey becerilere sahip olma potansiyeline yer verilmiştir (Gagne, 2004; Gardner, 2011; Renzulli, 1999; Sternberg, 2003). Benzer şekilde Marland raporunda (1972) üstün yeteneklilik, *“bireylerin genel zihinsel yetenek, özel akademik yetenek, yaratıcı ve üretici düşünme, liderlik yeteneği, görsel ve sahne sanatları ve psikomotor yetenek alanlarının en az birinde ya da bu alanların farklı kombinasyonlarında yüksek düzeyde performans gösterme potansiyeline sahip olmaları”* olarak ele alınmıştır. Öte yandan zekâyı akademik başarı ile

ilişki gösteren sözel kavrama ve uzamsal akıl yürütme gibi zihinsel performansların bir toplamı olarak ele alan Weschler (2003)'e göre üstün yetenekli bireyler, amaçlı ve rasyonel bir şekilde çevresi ile etkili bir şekilde başa çıkan bireylerdir. Tüm bu tanımlar dikkate alındığında üstün yetenekli bireyler, toplumdaki diğer bireylerden bilişsel, duyuşsal ve psikomotor özellikler bakımından ayrılabilen ve farklı değerlendirilmektedir (Robinson ve Clinkenbeard, 2008).

Üstün yetenekli bireylerin tanılanma süreçlerinde bilişsel yeteneklerinin ölçümü önemli bir rol oynamaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen birçok çalışmada üstün yetenekli bireylerin zihinsel aktivitelerdeki becerilerine ilişkin birçok bilişsel özellik betimlenmiştir (Gottfried ve Gottfried, 1996; Özbay, 2013; Sak, 2012; Smutny, 1998; Tucker ve Hafenstein; 1997). Terman ve Oden (1947) tarafından yaklaşık 1500 üstün yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilen boylamsal çalışma sonuçlarına göre belirlenen bilişsel özelliklerden birisi de üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimleri alanında üst düzey akademik performans gösterme eğilimleridir. Üstün yetenekli öğrenciler, fen bilimleri alanında bilimsel problemlere çözümler üretme, sıra dışı bilimsel fikirler üretebilme, bilimsel kavram ile gözlemlenen olgu arasında bağlantı kurabilme, eleştirel ve yaratıcı düşünme, bilimsel fikirlerini akranları ile paylaşarak bu fikirler üzerine bilimsel tartışmalar gerçekleştirme, sorgulama gibi üst düzey zihinsel becerilere sahiptirler (Bailey, Morris, Thompson, Feldman ve Demetrikopoulos, 2016; Bildiren, 2013; Gardner ve Sternberg, 1994; Gilbert ve Newberry, 2007). Bu bağlamda üstün yetenekli öğrenciler, doğada gerçekleşen olayları merak eden ve bu merakı gidermede bilimsel süreç becerilerine (ölçme, sınıflandırma, gözleme, deney tasarlama vb.) başvurmaya istekli olan geleceğin potansiyel bilim insanlarıdır (Pyryt, 2000). Benzer şekilde Taber (2010)'e göre üstün yetenekli öğrenciler, fen bilimleri ile ilişkili konularda araştırma yapmaya istekli olmalarının yanı sıra fen bilimleri dersinde akranlarına kıyasla yüksek düzeyde akademik başarı gösterebilmektedirler. Ancak bu potansiyelin farkına varılmasının sağlanması, ortaya çıkarılması ve geliştirilmesi ise nitelikli bir fen bilimleri eğitimi ile mümkündür. Üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimleri eğitiminin temel amaçları arasında, erken yaşlardan itibaren bireylere hipotetik, tümevarımsal ve tümdengelimsel akıl yürütme ve problem çözme gibi üst düzey becerilerin kazandırılması yer almaktadır (Taber, 2007). Bu becerilerin kazanım ve gelişim sürecinde ise astronomi özellikle fen bilimlerinin fizik,

kimya, biyoloji ve jeoloji gibi diğer temel alanlarına ilişkin birçok kavram ve olguyu (yer çekimi, enerji, elektromanyetik spektrum, entropi, yaşam, ışık, yansıma vb.) birlikte içeren multidisipliner doğası gereği önemli bir yere sahiptir.

Bireylerin içerisinde yaşadığı evreni, Dünya'yı ve doğayı anlamlandırma sürecinde karşılaştığı derin soruları cevaplandırma çabası, astronomi ile fen bilimleri arasında güçlü bir ilişkinin kurulmasını sağlamaktadır (Gündoğdu, 2014). Ayrıca astronominin, zaman ölçümü, takvimler, günlük, mevsimsel ve uzun dönemli hava değişimleri, gece-gündüz oluşumu, güneş ışığının etkileri ve gelgit gibi birçok olguyu içermesi gündelik yaşamla ilişkili interdisipliner bir bilim dalı olduğunu göstermektedir (Kurnaz, 2012; Percy, 2006; Percy, 2009; Türkoğlu, Örnek, Gökdere, Süleymanoğlu ve Orbay, 2009;). Bu nedenle astronomi alanında gerçekleşen ilerlemeler, fizik, kimya, biyoloji gibi temel fen bilimleri alanlarının gelişimine ve dolayısıyla gelecekte bu alanlarda akademik kariyer planlayan üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı ve inovatif ürünler ortaya koyma potansiyellerini geliştirmelerini sağlamaktadır.

Astronomi, bireylerin günlük yaşamla ilgili deneyim ve gözlemlerini kritik edebilme, analiz etme, verilere dayalı karar verme, sorgulama, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey becerilerinin gelişimine de önemli katkılar sağlamaktadır (Percy, 2006; Prather, Rudolph ve Brissenden, 2009; Goodman, Udomprasert, Kent, Sathiapal ve Smareglia, 2011; Wallace, Prather ve Mendelsohn, 2013). Ayrıca astronomi, her yaş dönemindeki bireyin fen bilimine yönelik pozitif yönde tutum geliştirerek ve akademik başarısının artmasını sağlaması açısından önemli bir yere sahiptir (Gülseçen, 2002; Percy, 2009). Benzer şekilde Baker (1987)'e göre astronomi, üstün yetenekli öğrencilere öğrenme süreçlerinde gerekli istek ve motivasyonu sağlayan etkili bir bilim eğitimi aracıdır. Bu nedenle birçok ülkenin, eğitim politikalarında astronomi eğitime önem verdiği ve özellikle fen bilimleri dersi kapsamında ilkökul seviyesinden itibaren temel astronomi konularının yer aldığı görülmektedir (Özkan ve Akçay, 2016; Pasachoff ve Percy, 2009).

Astronomi, içerdiği olguların günlük gözlemlerle pratik bir şekilde deneyimlenebilmesi nedeniyle bireyler için ilgi çekici ve merak uyandırıcı bir bilim dalıdır. Jarman ve McAleese (1996) on beş yaş grubu 3000 öğrenci ile gerçekleştirdikleri geniş kapsamlı çalışmalarında, öğrencilerin astronomiye yönelik ilgi düzeylerinin diğer bilim

dallarına oranla daha yüksek düzeyde olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca yapılan görüşmeler sonucunda bu durumun astronominin uzaklık ve bilinmezlik doğasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Öte yandan astronomide yer alan birçok kavram ve olgunun soyut olması ve bunlara ilişkin açıklamaların bilimsel bir şekilde yapılandırılmaması nedeniyle her sınıf düzeyindeki öğrenciye zor gelen konular arasında yer aldığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Gazit, Yair ve Chen, 2005; Kikas, 2000; Lelliot ve Rollnick, 2010; Plummer, Kocareli, ve Slagle, 2014; Plummer, Zahm, ve Rice, 2010; Türk, Kalkan, Bolat, Akdemir, Karakoç ve Kalkan, 2012; Yair, Schur ve Mintz, 2003). Kikas (2000) çalışmasında, 3., 5., 7. ve 9. sınıf öğrencilerinden (N=276) gece-gündüz oluşumu ve mevsimlerin oluşumunun nedenini çizerek açıklamalarını istemiştir. Sonuç olarak her sınıf düzeyindeki öğrencilerin çoğunluğunun iki önemli astronomik olguyu açıklamaya yönelik çizimlerinde zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Türk ve diğerleri (2012) fen bilgisi öğretmen adaylarının mevsimlerin oluşumu, Güneş sistemindeki gezegenlerin uzaklık sıralaması, Dünya'nın şekli gibi temel konular hakkında bilimsellikten uzak yanlış içerikli ve sadece günlük deneyimlerini içeren bilgilere sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bu bağlamda, özellikle evrenin çok boyutluluğunu anlamlandırma ve üç boyutlu nesnelere ilişkin olguların iki boyutlu sunumu bilimsel olmayan, yanlış içerikli veya eksik öğrenmelere neden olabilmektedir (Eriksson, Linder, Airey ve Redfors, 2014).

Bireylerin çocukluk döneminden başlayarak doğadaki gözlemleri yoluyla astronomiye ilişkin elde ettikleri bilgilerin bilimsel bir şekilde yapılandırılması ise sonraki öğrenmeler için önem taşımaktadır (Hannust ve Kikas, 2007; Kanlı, 2014). Barnett ve Moran (2002) çalışmalarında ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin, iki boyutlu ay tutulması çizimlerinde Ay, Dünya ve Güneş'in sıralamasını doğru bir şekilde yer vermelerine rağmen Ay ve Dünya'nın birbirine göre üç boyutlu konumu ve hareketlerini açıklamada yetersiz olduklarını gözlemlemişlerdir. Trundle, Atwood ve Christopher (2006) ise benzer şekilde öğretmen adaylarının Ay'ın evrelerini özellikle yeni ay evresinden dolunay evresine doğru eksiksiz bir şekilde yapılandırdıklarını fakat Ay ve Güneş tutulmalarına ilişkin bilimsel olmayan iki boyutlu çizimler yaptıkları sonucuna ulaşmışlardır. Gözlemlenen bu sorunların temelinde hangi durumların etkili olduğunun ortaya çıkarılması amacıyla bireylerin astronomi konularında yer alan kavram ve olguların zihinlerindeki oluşum süreçlerini anlamaya yönelik

araştırmalara literatürde sıklıkla rastlanmaktadır (Atwood ve Atwood, 1997; Barnett ve Morran, 2002; Brunzell ve Marcks, 2005; Favia, Comins, Thorpe ve Batuski, 2014; Frede, 2006; Sadler, 1992; Kanlı, 2014; Kanlı, 2015; Küçüközer, 2007; Mulholland ve Ginns, 2008; Ogan-Bekiroğlu, 2007; Stover ve Saunders, 2000; Trumper, 2000; Trumper 2001a; Trumper 2001b; Trumper, 2003; Vosniadou, Skopeliti ve Ikospentaki, 2004; Young ve Shavl, 2013; Zeilik vd., 1997; Zeilik, Schau ve Mattern, 1998). Bu alışmalardan Stover ve Saunders (2000), dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin astronomik olgulara yönelik fikirlerini incelemiş ve öğrencilerin çoğunluğunun Dünya'nın eğim açısının her mevsimde değişmesi, Güneş'in Dünya'nın etrafında dolanması gibi yanılığlara sahip olduklarını gözlemlemişlerdir. Trumper (2001a) ise, ortaokul öğrencilerinin temel astronomi konularına ilişkin bilgi düzeylerini ve kavram yanılığlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında katılımcılara 16 soruluk çoktan seçmeli test uygulamıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulardan hareketle, öğrencilerin özellikle mevsimlerin oluşumuna, güneş tutulmasına, gök cisimlerinin boyutlarına, göreceli konumlarına ve aralarındaki uzaklıklara ilişkin açıklamalarını bilimsel olarak yeterli düzeyde yapamadıkları sonucuna varmıştır. Bostan Sarioğlan ve Küçüközer (2015) gerçekleştirdikleri kapsamlı çalışmalarında, 10-22 yaş arası toplam 974 öğrencinin mevsimlerin oluşum nedenine yönelik fikirlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, her yaş grubundaki öğrencilerin çoğunluğunun mevsimlerin oluşum nedenini çeşitli kavram yanılığları içeren bilimsel olmayan ifadeler ile açıkladıkları gözlemlenmiştir. Buradan hareketle farklı yaş grupları ile yürütölen bu çalışmalarda, bireylerin temel astronomi konularına ilişkin kavram ve olguları anlamlandırma ve bilimsel açıklama süreçlerinde ortak sorunlar yaşadıkları görölmektedir. Öte yandan çalışmalarda incelenen gruplar, yaş dönemi, sınıf düzeyi, branş gibi özelliklerine göre ele alınırken bu gruplarda yer alan bireylerin zihinsel beceri farklılıklarına yeterince odaklanılmamıştır. Bu bağlamda odaklanılmayan ve üst düzey zihinsel beceriye sahip üstün yetenekli bireyler, diğer öğrenen gruplar ile benzer bir şekilde bu sorunların gözlemlenme potansiyeline sahip olduğu düşünölebilir.

Astronomi konularının anlaşılmasında yaşanan bu zorluklar ise, astronomide yer alan büyük yapıların ve uzak mesafelerin üç boyutlu bir şekilde düşünölememesinden kaynaklanmaktadır (Bailey ve Slater, 2003; Bretones ve Neto, 2011; Padalkar ve Ramadas,

2011; Coble vd., 2013; Eriksson, Linder, Airey ve Redfors, 2014; Yair, Mintz ve Litvak, 2001). Bu durum uzamsal akıl yürütme problemi olarak ele alınmaktadır. Üç boyutlu nesnelere ilgili problem çözme durumunda kullanılan zihinsel süreçler uzamsal akıl yürütme olarak adlandırılmaktadır (NRC,2006). Uzamsal akıl yürütme süreci ise, üç boyutlu nesnelere durgun ve hareketli durumlarına göre statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme olarak iki farklı şekilde ele alınabilmektedir. Statik uzamsal akıl yürütme üç boyutlu nesnelere şekil ve büyüklük gibi özelliklerine ilişkin, dinamik uzamsal akıl yürütme ise üç boyutlu nesnelere rotasyon, doğrusal hareket, görünme/kaybolma gibi durumlarına ilişkin zihinsel süreçleri içermektedir (Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell, 2015).

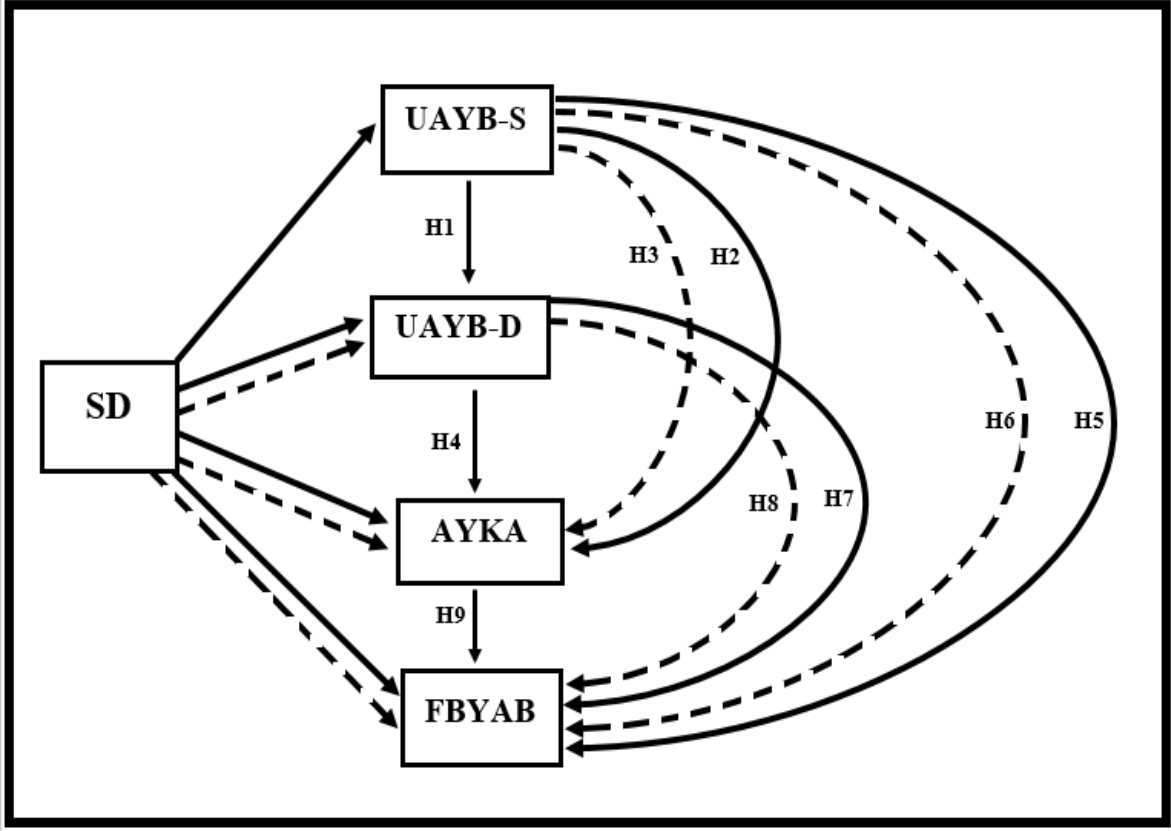
Uzamsal akıl yürütme, her yaş düzeyinde öğrenilebilir zihinsel bir beceri olmasının yanı sıra bu durum bireyler ve gruplar arasında önemli derece farklılık gösterebilmektedir (NRC, 2006). Günümüzde bu farklılıkların, “*Stanford-Binet Zekâ Testi-V*” ve “*Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Testi (WISC – IV)*” gibi sıklıkla başvurulan psikometrik testler yardımıyla belirlenebilmesi söz konusudur. Bu testlerle uzamsal akıl yürütme becerisinin, üstün yetenekliliğin bir ölçüsü olarak ele alındığı görülmektedir (Andersen, 2014) . Buna göre üstün yetenekli öğrencilerin, testlerin ilgili içeriğinde sunulan objeleri zihinsel yolla görselleştirme, manipüle etme ve rotasyon yapma gibi uzamsal düşünme süreçlerinde üst düzey performans sergilemeleri beklenmektedir. Aynı zamanda uzamsal akıl yürütme becerisi, üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimleri ile ilgili alanlarda yüksek düzeyde akademik başarıya sahip olma durumunun da önemli bir yordayıcısıdır (Andersen, 2014; Eriksson, 2014; Harle ve Towns, 2011; Liben, Kastens ve Christensen, 2011). Bu nedenle Ay’ın evreleri, mevsimler, gece-gündüz oluşumu, Güneş ve Ay tutulması gibi temel astronomi konularının öğrenimi sürecinde çoğunlukla gök cisimlerinin üç boyutlu konum ve hareketlerinin açıklanmasına odaklanılması açısından uzamsal akıl yürütme becerisi önemli bir role sahiptir (Hegarty, 2010; Bretones ve Neto, 2011; Heyer, Slater ve Slater, 2012; Plummer, Kocareli ve Slagle;2014). Çünkü üstün yetenekli bireylerin astronomiye ilişkin kavramsal anlayışları uzamsal akıl yürütme becerileriyle ilişkili bir öğrenme durumudur. Türk (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada astronomi konularına yönelik başarı durumu ile uzamsal düşünme becerisi arasında yüksek düzeyde ilişki olmasına yönelik bulgusu bu durumu destekler niteliktedir. Rudmann (2002) ise öğrencilerin mevsimlerin

oluşum nedeni gibi olgulara ilişkin açıklama eğilimlerinin uzamsal yetenekleri ile sınırlı olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Wellner (1995) güçlü uzamsal algılara sahip öğrencilerin ayın evrelerinin nedenini doğru bir şekilde açıklama olasılıklarının daha yüksek bir düzeyde olduğunu vurgulamıştır. Kozhevnikov, Motes ve Hegarty (2007)'e göre yüksek düzeyde uzamsal akıl yürütebilen bireyler, bilimsel ilkelere ilişkin kavramsal anlayışlarını daha kolay bir şekilde geliştirebilmektedirler. Myron Atkin (1961) çalışmasında dördüncü, beşinci ve altıncı sınıf üstün yetenekli öğrencilerin birçok önemli astronomi konusunu kavrayabilme becerisine sahip olduğunu belirtmiştir. DeRoche (1967)'in altıncı sınıf üstün yetenekli öğrencilerle gerçekleştirdiği çalışmada ise bireylerin zekâ düzeyi ile astronomi konularına yönelik başarı düzeyi arasında anlamlı düzeyde ilişki olduğu öne sürülmüştür. Bu bağlamda üstün yetenekli öğrencilerin temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarının ve fen bilimlerine yönelik akademik başarılarının geliştirilmesinde, uzamsal akıl yürütme gibi zihinsel becerilerin önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünülebilir.

Tüm bu değişkenler dikkate alındığında, uzamsal akıl yürütme becerisinin gelişim sürecinde kilit bir soyut işlem dönemi olarak ortaokulun farklı sınıf düzeylerindeki üstün yetenekli öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri ile temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasındaki karşılıklı açıklayıcı ilişkilerin doğasının anlaşılması mevcut problemlere uygun çözüm önerilerinin geliştirilmesinde önemli bir adım niteliği taşımaktadır.

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasındaki açıklayıcı ilişkiyi incelemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmada test edilmesi hedeflenen her bir hipotezin yer aldığı model Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Hipotez model

(SD: Sınıf düzeyi; UAYB-S: Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi-statik; UAYB-D: Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi-dinamik; AYKA: Temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlar; FBYAB: Fen bilimlerine yönelik akademik başarı)

Şekil 1’deki modelde, değişkenler arasındaki dolaylı ilişkilere ilişkin hipotezler kesik ok işaretleri, doğrudan ilişkiler ise kesiksiz ok işaretleri ile gösterilmiştir. Buna göre modelde yer alan hipotezler sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

Hipotez- 1: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme becerilerinin statik boyutu dinamik boyutunu doğrudan ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 2: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin statik uzamsal akıl yürütme becerileri temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlarını doğrudan ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 3: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin statik uzamsal akıl yürütme becerileri temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlarını dolaylı ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 4: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlarını doğrudan ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır

Hipotez- 5: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin statik uzamsal akıl yürütme becerileri fen bilimlerine yönelik akademik başarılarını doğrudan ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 6: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin statik uzamsal akıl yürütme becerileri fen bilimlerine yönelik akademik başarılarını dolaylı ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 7: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri fen bilimlerine yönelik akademik başarılarını doğrudan ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 8: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri fen bilimlerine yönelik akademik başarılarını dolaylı ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

Hipotez- 9: Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları fen bilimlerine yönelik akademik başarılarını doğrudan ve anlamlı bir şekilde yordamaktadır.

1.3.Araştırmanın Önemi

Üstün yetenekliler, birçok tanımı olmakla birlikte, belli bir alana özgü üst düzey akıl yürütebilen, uzamsal ve mekaniksel beceriler sergileyebilen bireyler olarak nitelendirilmektedir (Brody ve Stanley, 2005). Stepanek (1999)'a göre zekâ statiktir ve üstün yeteneklilik üst düzeyde zekâyâ sahip bireylerde var olan ve geliştirilmesi gereken bir potansiyeldir (Akt. Taber, 2007). Bu bağlamda Amerika Birleşik Devletleri'nde ve

Avrupa'nın birçok ülkesinde yaşanan Sputnik şoku ve beraberinde başlayan uzay yarışı süreci ile özellikle üstün yetenekli bireylerde var olan bu üst düzey zihinsel becerilere ilişkin potansiyelin ortaya çıkarılması ve geliştirilmesi hedeflenmiştir (Stoeger, 2009; Tannenbaum, 2000). Bu amaçla üstün yetenekli öğrencilerin gerek bilişsel, duyuşsal ve psikomotor özelliklerini tanımlamaya gerekse bilim, mühendislik, teknoloji ve matematik alanlarındaki başarılarını etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik uzun dönemli birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Stoeger, 2009; Coxon, 2012).

Sputnik şoku beraberiyile gerçekleştirilen eğitim reformlarından bir diğeri de astronomi eğitimi alanında gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda astronomi, bireylerin fen bilimleri eğitimi sürecinde ağırlık verilen bir konu haline gelmiştir (Slater, Slater ve Olsen, 2009; Stroud, Groome, Connolly ve Sheppard, 2007). Çünkü astronomi, gerek bilimi sevdirek gerekse fen bilimleri alanında akademik başarıyı artırarak toplumu uzay bilimleri konusunda bilinçlendirmede ve nihai olarak bilim toplumu yetiştirmede önemli bir paya sahiptir. Fakat önemine rağmen üstün yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen eğitim araştırmalarında bu alandaki gelişimlerine yeterince odaklanılmadığı gözlenmektedir. Astronomi eğitimine ilişkin literatür incelendiğinde üstün yetenekli öğrenciler dışında farklı yaş düzeyindeki bireylerin sahip olduğu astronomi bilgi düzeylerini belirlemeye yönelik birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Bostan, 2008; Brunsell ve Marks, 2004; Bryce ve Blown, 2012; Kaplan ve Tekinaslan, 2013; Plummer, 2008; Trumper, 2003; Taşcan, 2013; Türkoğlu, Örnek ve Gökdere, 2009; Ünsal, Güneş ve Ergin, 2001). Kurnaz, Gültekin ve İyibil (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının gezegen, uydu, yıldız, Ay, Güneş, Dünya ve galaksi gibi temel astronomi kavramlarına ilişkin mevcut bilgileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda katılımcıların çoğunluğunun ilgili kavramları doğru tanımlamalarına karşın kavramlara ilişkin özellikleri yanlış bir şekilde ifade ettikleri gözlemlenmiştir. Bu durum, Kurnaz ve Değirmenci (2011)'nin ilkökul ve ortaokul öğrencileri ile yürüttüğü çalışmanın bulguları ile de benzerlik göstermektedir. Brunsell ve Marcks (2004) ise çalışmalarında öğretmenlerin astronomi alan bilgisi düzeylerini incelemiştir. Araştırma sürecinde öğretmenlere astronomi bilgi düzeyi testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar ölçek bilgisi (boyut ve uzaklık), hareket, yer çekimi ve genel kavramlar (fizik ve astronomi kavramları) olarak dört başlık altında incelenmiştir. Araştırmadan elde

edilen bulgulara göre katılımcıların gök cisimlerinin göreceli boyut ve uzaklıkları, Dünya, Güneş ve Ay'ın dönme ve dolanım hareketlerinin yanı sıra elektromanyetik spektrum, ışık, yer çekimi gibi diğer temel astronomi kavramlarına ilişkin bilgi eksikliklerinin olduğu ve bu eksikliklerin ise sonraki öğrenmeler için yanlış anlayışlara neden olabileceği vurgulanmıştır. Buradan hareketle incelenen çalışmalar, farklı yaş düzeyindeki bireylerin temel astronomi konularına ilişkin bilgilerinin ortak bir şekilde yeterli düzeyde olmadığı sonucuna varılmaları ile sınırlı kalabilmektedir. Öte yandan öğrenen grup olarak odaklanılmaması nedeni ile bu durumun üstün yetenekli bireyler için geçerliliği olup olmadığı bilinmemektedir. Sonuç olarak üstün yetenekli bireylerin astronomi konularını anlamlı öğrenme durumunun değerlendirilmesi sürecinde bu konulara ilişkin bilgi düzeylerinin belirlenmesi tek başına yeterli olmayıp bunlar arasındaki ilişkilere yönelik sunulan fikir ve açıklamaların bilimselliğinin de sorgulanması gerekmektedir.

Bilimsel süreçlerin doğasına ilişkin öğrenim çıktıları değerlendirilirken, bireylerin sahip oldukları salt bilgi düzeylerinin ötesinde bu süreçlerde yer alan nedensel durumlara ilişkin oluşturulan kavramsal anlayışlara da odaklanılmalıdır (Kalkan vd., 2014). Bu bağlamda öğrencilerin, temel astronomi konularında yer alan kavramlar ve olgular arasında ilişki kurabilme ve bu ilişkileri açıklayabilme durumlarını incelemeye yönelik birtakım çalışmalar yürütülmüştür (Arıkurt, Durukan ve Şahin, 2015; Barnett ve Morran, 2002; Bilici, Armagan, Cakir ve Yuruk, 2011; Diakidoy, Vosniadou ve Hawks, 1997; Dunlop, 2000; Hannust ve Kikas, 2007; Kanlı, 2014; Özkan ve Akçay, 2016; Panagiotaki, Nobes ve Potton, 2009; Park, 2013; Sadler, 1992; Trundle, Atwood, Christopher ve Sackes, 2010; Trumper, 2001a; Trumper, 2001b; Testa, Leccia ve Puddu, 2014; Vosniadou ve Brewer, 1992; Zeilik, Schau, Mattern, Hall, Teague ve Bisard, 1997). Trundle ve arkadaşları (2010) çalışmalarında sekizinci sınıf öğrencilerine (N=585) uyguladıkları sorgulamaya dayalı etkinliklerin, öğrencilerin Ay konusuna ilişkin kavramsal anlayışlarına etkisini incelemişlerdir. Uygulama öncesinde öğrencilerin Ay'ın evrelerinin sıralaması, farklı evrelerdeki görünümü ve evrelerin oluşum nedenlerine ilişkin açıklama ve çizimlerinde birtakım yanlışlıklara sahip olduklarını belirlemişlerdir. Sistemik gözlemleri ve üç boyutlu modelleri içeren etkinlikler sonrasında ise öğrencilerin çoğunluğunun, Ay'ın evrelerini doğru bir şekilde çizebildiklerini ve oluşumlarını bilimsel bir yolla açıklayabildiklerini gözlemlemişlerdir. Testa, Leccia ve

Puddu (2014) ise 17-18 yaş aralığındaki öğrencilere, ortaokul düzeyindeki ders kitaplarında yer alan mevsimlerin oluşumu, Güneş ve Ay tutulması ve Ay'ın evreleri konularına ilişkin iki boyutlu çizimleri referans alarak bu olguları açıklamalarını içeren birtakım sorular yöneltmişler. Araştırma sonucunda öğrencilerin, sunulan iki boyutlu çizimlerden yararlanarak üç boyutlu olguları açıklamada zorlandıkları ve sunulan açıklamalarında ise çeşitli yanlışlara sahip oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin, incelenen astronomi olguları arasında Ay'ın Güneş ve Dünya etrafındaki dolanımı sürecinde gözlemlenen durumlarla ilgili açıklamalarının daha fazla yanlış içermesi araştırmanın öne çıkan bulguları arasında yer almaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmaların sonuçları bütüncül bir şekilde ele alındığında bireylerin, gece-gündüz oluşumu, mevsimler, Ay'ın evreleri, tutulmalar, Güneş sistemi ve yıldızlar gibi özellikle gök cisimlerinin birbirleri ile üç boyutlu statik ve dinamik etkileşimlerini içeren temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayış geliştirmekte zorluk yaşadıkları ve bu konularda yer alan kavram ve olgulara ilişkin yanlışlara sahip oldukları gözlemlenmiştir (Lelliot ve Rolnick, 2010). Öğrencilerin temel astronomi konularına ilişkin kavrayış süreçlerinde gözlemlenen bu sorunun doğasının anlaşılmasında atılması gereken öncelikli adım ise bu durumun üst düzey zihinsel beceriye sahip üstün yetenekliler için geçerli olup olmadığının incelenmesidir.

Astronomide yer alan gök cisimlerinin üç boyutlu şekilleri, büyüklükleri, uzaydaki göreceli konum ve hareketlerine ilişkin durumları ve aralarındaki etkileşimleri sonucu gözlemlenen olguları anlamlandırmak için öncelikli olarak astronomik ya da daha genel bir biçimde uzamsal düşünebilmek gerekmektedir. (Hill, 1990). Bu nedenle öğrencilerin uzamsal düşünebilme yeteneğini geliştirmek, astronomi eğitiminin temel amaçları arasında yer almaktadır (Gündoğdu, 2014). Üstün yetenekliliğin bir ölçüsü olan uzamsal düşünme yeteneği; mekân kavramları, sunum araçları ve akıl yürütme şeklinde üç önemli bileşenden oluşmaktadır (NRC, 2006). Mekân kavramları, uzamsal yapılara ilişkin uzaklık, konum gibi özellikleri içermektedir. Uzamsal objeler arasındaki ilişkileri içeren harita, diyagram ve modeller ise sunum araçlarını oluşturmaktadır. Son olarak uzamsal akıl yürütme, diğer iki bileşeni içeren ve günlük hayatta, bilimsel çalışmalarda, öğrenme ortamlarında üç boyutlu yapılara ilişkin yapılandırılan problemlere uygun çözümleri sunmak amacıyla kullanılan üst düzey zihinsel bir beceridir (Scholz vd., 2014). Bu bağlamda bireylerin uzamsal akıl yürütme

becerileri, iki boyutlu olarak sunulan üç boyutlu statik ve dinamik yapıları algılayabilme, görselleştirme, manipüle etme ve döndürme gibi zihinsel süreçleri gerektirmektedir (Cohen ve Hegarty, 2012; Eriksson, 2014; Harris, Hirsh-Pasek ve Newcombe, 2013; Sorby, Casey, Veurink ve Dulaney 2013, NRC, 2006; Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell, 2015).

Öğretim ortamlarında, uzamsal akıl yürütmeye ilişkin zihinsel süreçlerin uygulanması özellikle astronomi konularının öğrenimi açısından önemli bir role sahiptir. Çünkü öğrencilerin, astronomi konularını anlamlı bir şekilde öğrenebilmeleri için gelişmiş uzamsal akıl yürütme becerisine sahip olmaları gerekmektedir (Black, 2005; Plummer, 2009; Plummer, 2014; Plummer, Wasko ve Slagle, 2011; Wilhelm, 2009; Wilhelm, Jackson, Sullivan ve Wilhelm; 2013). Öte yandan öğrencilerin sahip olduğu uzamsal yetenek düzeylerinin yeterli düzeyde olmayışı, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal bir temel oluşturmalarına engel olabilmektedir (Heyer, Slater ve Slater 2012; Yair, Schur ve Mintz, 2003). Bu bağlamda öğrenciler, gök cisimlerinin özellikle dinamik bir referansa sahip olmalarından dolayı bunların üç boyutlu hareketlerine ilişkin bilimsel açıklamaları anlamlandırmada zorluk yaşayabilmektedirler (Nori, Iachini ve Giusberti, 2004; Plummer, Wasko ve Slagle, 2011). Kozhevnikov, Motes, Rasch ve Blajenkova (2006)'ya göre bu zorluğun üstesinden gelebilmek için bireylerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin gelişim sürecinde, gözlemci merkezli düşünmeden nesne merkezli düşünmeye transfer becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Benzer şekilde Plummer ve Maynard (2014) ise astronomiye ilişkin nesnelerin görünür hareketlerindeki değişimlerin anlaşılmasında, dünya temelli düşünme ve uzay temelli düşünme arasında bağlantı kurulması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Dünya temelli düşünme, gökyüzündeki gök cisimlerine ilişkin gözlemleri içeren ilksel bir referans çerçevesidir. Öte yandan uzay temelli düşünme sürecinde ise bireylerden gök cisimlerinin uzaydaki üç boyutlu hareketlerine ilişkin olguları açıklamaları beklenmektedir. Sonuç olarak bu olguların tam olarak anlamlandırılabilmesi açısından, bireyler her iki referans çerçevesi arasında geçiş yapabilme becerisine sahip olmalıdırlar (Plummer, 2014).

Bireylerin gerek gözlemciye gerek üç boyutlu nesneye ilişkin referans çerçeveleri arasındaki geçişlerde önemli olan nokta zihinsel bir imgeleme oluşturmaktır. Uzamsal

yapıları zihinsel imgelemeye dayalı düşünmeye yönelik güncel bir model ise Al-Balushi ve Coll (2013) tarafından ortaya konulmuştur. Çalışmada dokuzuncu ve onuncu sınıf kız öğrencilerin, mikro ve makro boyuttaki kavram ve olgulara ilişkin zihinsel imgelemeleri ile uzamsal becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla bireylerin üç boyutlu mikro ve makro boyuttaki nesnelere statik ve dinamik durumlarına göre zihinlerinde canlandırmalarını içeren teorik bir model geliştirmişlerdir. Modele göre zihinsel imgeler, statik ve dinamik olarak iki alt başlıktan oluşmaktadır. Dinamik boyutu ise ayrıca makro ve mikro boyuttaki nesnelere görünme/kaybolma, doğrusal hareket ve rotasyon durumlarını içermektedir. Tasarlanan bu modelde bireylerin astronomik ve mikroskobik yapılara ilişkin kavramsal anlayışlarının uzamsal bir şekilde yapılandırılabilmesi için zihinlerinde oluşturacakları imgelemelerin önemi vurgulanmaktadır. Bu bağlamda zihinsel imgelerden, fen bilimleri ve dolayısıyla astronomi öğretim sürecinde yer alan üç boyutlu kavram ve olguları algılama, görselleştirme, yorumlama ve bunlar arasındaki ilişkilere yönelik çıkarımda bulunmada nasıl yararlanılacağını anlamamız gerekmektedir (Newcombe ve Stieff, 2012). Öte yandan Lohman (1996), uzamsal becerileri belirlemeye yönelik başvurulan ölçme araçlarından özellikle çoktan seçmeli testlerin, bu becerinin doğası gereği uzun süre alabilen cevaplandırma ve puanlandırma süreçlerini pratik hale getirmede etkili bir test türü olduğunu vurgulamıştır. Sonuç olarak, bu durum için atılması gereken ilk adım ise üstün yetenekliliğin bir ölçüsü olarak bireylerin uzamsal akıl yürütme beceri düzeylerinin zihinsel imgeler çerçevesinde güvenilir ve geçerli ölçme araçları ile pratik bir şekilde belirlenmesidir.

Bireyler arasında farklılık gösteren uzamsal akıl yürütme becerisi, uzamsal düşünmenin ve uzamsal yeteneğin önemli bir bileşenidir (NRC, 2006; Weakly, 2010). Bu nedenle zekânın önemli bir tamamlayıcısıdır (Padalkar, 2010). Aynı zamanda uzamsal akıl yürütme becerisinin, Stanford-Binet IQ Testi-V, WISC-IV, Woodcock-Johnson (WJ)-III, DAS-II gibi farklı yaş aralığındaki bireylerin bilişsel yetenek ve zekâ düzeylerini belirlemek amacıyla başvurulan ölçme araçlarının alt yapısını oluşturduğu da görülmektedir (Newman, 2008). Fakat bu testlerde, uzamsal düşünme becerilerinin ölçümünde daha çok sonuç çıkarma, tümevarım ve tündengelim süreçlerini içeren sadece mantık silsilesine dayalı bir akıl yürütme sürecine odaklanılmaktadır (Andersen, 2014). Ayrıca elde edilen toplam zekâ puanlarının nicel, sözel ve sözel olmayan alt ölçümler üzerinde etkisinin olması bu beceriye

ilişkin puanların bağımsız bir şekilde değerlendirilmesini de zorlaştırabilmektedir (McCoach, Kehle, Bray ve Siegle, 2001).

Uzamsal akıl yürütme becerisi, zekâ testlerinden bağımsız bir şekilde “gömülü figür testi”, “su seviyesi testi”, “küp karşılaştırma testi”, “kâğıt katlama testi”, “zihinsel dönüştürme testi”, “Purdue Uzamsal Görselleştirme testi” ve “Purdue Görsel Döndürme testi” gibi farklı uzamsal görevleri içeren ölçme araçları ile de ölçülebilmektedir (Bodner ve Guay, 1997; Cohen ve Hegarty, 2012; Bodner ve Guay, 1997; Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell, 2015). Bu ölçme araçları incelendiğinde üç boyutlu kübik formu objelerin statik ve dinamik durumlarına ilişkin farklı açılardan görünümünü belirleme, iki boyutlu açılımları ya da katlanmaları gibi görevleri içerdiği görülmektedir. Fakat gerek bu testlerde gerekse zekâ testlerinde sunulan objelerin uzamsal durumlarının bağlamdan kopukluk göstermesi günlük hayatta sıklıkla başvuru bu becerinin ölçümünün tekrar gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle belirli bir bağlam kapsamında hem uzamsal performansı hem de akıl yürütme süreçlerini birlikte içeren ölçme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Lee ve Berdnar (2012)’a göre bu bağlam, günlük yaşamımızda etkileşimde bulunduğumuz nesnelere ve içerisinde bulunduğumuz yaşam alanları dışında mikroskobik ve astronomik ölçekte bilimsel olguların doğasının, yapısının ve işlevlerinin anlaşılmasını içeren bilimsel disiplinler yardımıyla da oluşturulabilir. Bu bakımdan astronomi üstün yeteneklilerin eğitiminde önemli bir bilim eğitimi aracı olmasının yanı sıra üç boyutlu yapıları içermesi nedeniyle uzamsal düşünme odaklı bağlamın oluşturulabileceği ve bu alanda işverim performansın ölçülmesinin sağlanabileceği bir özelliğe sahiptir.

Ülkemizdeki 5, 6, 7 ve 8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı incelendiğinde, uzamsal akıl yürütme süreçlerinin ağırlıklı olarak temel astronomi konularında yer aldığı görülmektedir (MEB, 2017). Bu durum astronomi konularının öğretim sürecinde bu tür üst düzey becerilerin kazanılmasına ve geliştirilmesine sistematik bir şekilde odaklanılarak öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir (Sadler ve Luzader, 1990). Aynı zamanda astronomi, uzamsal düşünmeyi gerektiren içeriğe sahip olması nedeniyle bireylerin var olan bilgileri ile yeni öğrenmelerini yapılandırma sürecinde gerekli zorluk düzeyini sağlayıcı bir konu olarak da görülebilmektedir (Yair, Mintz, ve Litvak, 2001; Barnett ve Morran, 2002; Fidler, 2009; Isik-Ercan, Zeynep Inan, Nowak ve Kim, 2012). Bu tür üst düzey düşünmeye

zorlayıcı ortamlar özellikle üstün yetenekli bireylerin eğitiminde konuya dikkat çekilerek merak uyandırılması ve bireylerin öğrenmeye istekli hale getirilmesi açısından gereklidir (Park ve Oliver, 2009). Bu nedenle astronomi, üstün yetenekli öğrencilerin bilim eğitimi sürecinin önemli bir parçasıdır. Coxon (2012) üstün yetenekli bireylerin uzamsal düşünme becerilerinin gelişiminin, öğretim programlarında bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) konularına yeterince yer verilmesiyle mümkün olabileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda üstün yetenekli öğrencilerin bilim eğitimi sürecinde, astronomi konularına odaklı üç boyutlu düşünmeye ilişkin bilimsel kavram ve olguların yapılandırıldığı zengin öğretim ortamlarının tasarlanması önemlidir. Buna rağmen geleceğin bilim insanı potansiyeli olarak değerlendirilen üstün yeteneklilerle gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde astronomiye ilişkin kavrayışlarını geliştirmeye ve nihai olarak fen başarılarını artırmaya yönelik uzamsal düşünme beceri düzeylerinin bağlam temelli bir şekilde ele alındığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Astronomi konularının öğretimi sürecinde uzamsal akıl yürütmeye ilişkin karşılaşılan bu eksikliklerin giderilmesi süreci ise en başta problemin doğasının anlaşılmasına bağlıdır. Astronomi eğitimine ilişkin incelenen literatürde ise çalışmaların çoğunluğunun bireylerin astronomi bilgi düzeylerini ya da sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik tek bir duruma odaklandığı görülmektedir.

Buradan hareketle gerçekleştirilen çalışmada üstün yetenekli bireylerin uzamsal akıl yürütme beceri düzeyleri, literatürdeki ölçme yaklaşımlarından farklı bir şekilde yakın çevredeki, yaşam alanlarındaki ve astronomik ortamdaki zihinsel imgelere yer verilerek oluşturulan bir bağlamda sıralama, sınıflama ve tahmin gibi bilişsel kazanımların çerçevesinde belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda üstün yetenekli öğrencilerin astronomiye ilişkin kavramsal anlayış düzeyleri ise “gece-gündüz döngüsü”, “mevsimler”, “Dünya-Güneş-Ay sistem”i ve “Güneş sistemi ve Yıldızlar” gibi dört temel astronomi konusuna ilişkin literatürde yer alan ve sıklıkla karşılaşılan kavram yanlışları odağında araştırmacı tarafından geliştirilen ölçme aracı ile incelenmiştir. Sonuç olarak gerçekleştiren çalışma, araştırmacı tarafından geliştirilen özgün ölçme araçlarının da yardımıyla üstün yetenekli öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayış ve fen bilimlerine yönelik akademik başarı değişkenleri ile arasındaki

açıklayıcı ve yordayıcı ilişkisel durumlarının sıralılık ilkesi çerçevesinde ortaya konulması açısından önemli bir yere sahiptir.

1.4.Araştırmanın Sınırlılıkları

Belirlenen amaç ve hipotezler doğrultusunda bu çalışma;

1. 2015-2016 eğitim ve öğretim yılında farklı illerdeki BİLSEM’lerde öğrenim gören altı, yedi ve sekizinci sınıf düzeyindeki üstün yetenekli tanısı yapılmış öğrencilerle,
2. Uygulama sonuçları Elazığ, Erzincan, Malatya, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Adana, Antalya, Denizli, İzmir, Ordu ve Rize’deki BİLSEM’lerden elde edilen verilerle,
3. Araştırmacı tarafından geliştirilen “Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)” dört temel astronomi konusuyla,
4. Araştırmacı tarafından geliştirilen “Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)” dinamik ve statik boyutlarıyla,
5. Araştırmacı tarafından başvurulmuş “Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)”ndeki fizik, kimya ve biyoloji soruları ile sınırlıdır.

1.5.Varsayımlar

1. Öğrenciler, veri toplama araçlarına mevcut gerçek durumlarını yansıtacak cevaplar vermişlerdir.
2. Farklı illerdeki BİLSEM’lerde farklı uygulayıcılar tarafından uygulanan veri toplama araçlarının uygulama sürecinde uygulama yönergesinden yararlanılarak benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

1.6. Tanımlar

Üstün yetenekli birey: Belli bir alana özgü üst düzey akıl yürütebilen, uzamsal ve mekaniksel beceriler sergileyebilen bireyler şeklinde tanımlanabilmektedir (Brody ve Stanley, 2005).

Zihinsel imgelemeye dayalı uzamsal akıl yürütme becerisi: Yakından uzağa ilkesine bağlı olarak bireylerin zihinlerindeki üç boyutlu nesnelere statik ve dinamik durumlarına ilişkin karar verme becerisidir (Al-Balushi ve Coll, 2013; Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell, 2015; Uttal vd., 2013).

Zihinsel imgelemeye dayalı statik uzamsal akıl yürütme becerisi: Yakından uzağa ilkesine bağlı olarak bireylerin zihinlerindeki üç boyutlu nesnelere göreceli veya bağımsız olarak şekil, büyüklük ve uzaklık gibi durağan özelliklerine ilişkin karar verme becerisidir (Al-Balushi ve Coll, 2013; Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell, 2015; Uttal vd., 2013).

Zihinsel imgelemeye dayalı dinamik uzamsal akıl yürütme becerisi: Yakından uzağa ilkesine bağlı olarak bireylerin zihinlerindeki hareket halindeki üç boyutlu nesnelere görünme/kaybolma, doğrusal hareket, rotasyon gibi aktif özelliklerine ilişkin karar verme becerisidir (Al-Balushi ve Coll, 2013; Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell, 2015; Uttal vd., 2013).

Fen bilimlerine yönelik akademik başarı: Wolman (1973)'a göre akademik başarı, okuma, matematik, fen ve sosyal bilgiler gibi alanlarda edinilen yeterlilik düzeyidir (Akt. Singh, 2015). Joyce, Weil ve Calhoun (1986) ise fen başarısını, bilimsel bilgi ve becerilerin kavranması ve kalıcılığı şeklinde tanımlamıştır. Bu bağlamda fen bilimlerine yönelik akademik başarı, fen bilimleri alanında yer alan güncel bilimsel bilgi ve becerilerin kavranılmasına ilişkin bilişsel bir yeterlilik düzeyidir.

Astronomiye ilişkin kavramsal anlayış: West ve Pines (1984)'a göre kavramsal anlayış, bireylerin kavramları, ilkeleri ve bunlar arasındaki ilişkileri içselleştirmeleridir. Bu bağlamda astronomiye ilişkin kavramsal anlayış ise, bireylerin astronomide yer alan kavramları, ilkeleri ve bunlar arasındaki ilişkileri içselleştirme durumları şeklinde tanımlanabilir.

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde sırasıyla araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturan üstün yeteneklilik ve kuramları, tanılama sürecinde başvurulan testler, üstün yeteneklilerin fen bilimleri eğitimi, fen bilimleri eğitimi ve astronomi ve uzamsal akıl yürütme becerisi konularına yer verilmiştir. Aynı zamanda ilgili araştırmalar kısmında, çalışmada incelenen değişkenlere ilişkin literatürde yer alan çalışmalar ile konu kapsamı detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

2.1. Üstün Yeteneklilik Kavramı

Üstün yetenekli bireyler, insanlık tarihi boyunca farklı bakış açılarıyla ele alınmıştır. Robinson ve Clinkbead (2008) bu süreci sırasıyla teolojik, nörolojik ve psikolojik olarak üç başlık altında incelemiştir. Antik Yunan ve Roma dönemlerinde, üstün yeteneklilik teolojik bir yaklaşımla doğuştan doğaüstü özelliklere sahip olma durumu şeklinde ele alınmıştır. Bir sonraki dönem olan nörolojik dönemde ise üstün yetenekli bireylerin sinirlilik, çılgınlık ve geçimsizlik gibi nevroitik davranışlar sergilediği ileri sürülmüştür. Toplumda bireylere özgü yetenek düzeyleri ve çeşitlerinin ölçümünün özellikle 19. yüzyılda popüler hale gelmesiyle birlikte üstün yeteneklilik kavramı, psikolojik başlık altında incelenmeye başlanmıştır. Bu dönemde üstün yeteneklilik, kanıta dayalı ve zekâya ilişkin ölçüm süreci gerektiren zihinsel bir özellik olarak tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu alanda atılan ilk bilimsel adım ise, Galton (1869)'un üstün yeteneklilik kavramını üst düzey zekâya sahip olma durumu ile ilişkilendirdiği nedensel çalışmalarıdır (Akt. Clark, 2013/ 2015). Galton (1869), yaşadığı çevrede üst düzey başarı ve performans sergileyen bireylerin soy ağaçlarını incelemiştir. Elde ettiği bilgilere dayalı olarak üstün yetenekliliğin kalıtılabilir bir özellik olduğunu ileri sürmüştür. Ayrıca üstün yetenekli bireylerin olumsuz zihinsel ve fiziksel özelliklere sahip olduğunu ileri süren farklılık teorisini reddederek olumlu ve farklılık yaratan üst düzey zihinsel becerilerin ölçülebilir olduğunu belirtmiştir. Fakat Galton çalışmalarında bireylerin zekâ düzeylerini, duyuşal ayırt edicilik becerileri ile ilişkilendirerek psikofiziksel bir çerçeve ile sınırlandırmıştır. Bu durumun tersine Binet (1905), zekânın karmaşık zihinsel

yeteneklerin bir karışımı ve temelinde soyut düşünebilme yeteneğinin olduğunu savunmuştur (Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2010; Özgüven, 2014). Binet yardımcısı Simon'un da yardımıyla, Fransız Eğitim Bakanlığı'nın isteği üzerine okullarda 3-15 yaş aralığındaki normal zekâ düzeyinin altında zihinsel performans sergileyen öğrencilerin belirlenmesi amacıyla Binet-Simon Zekâ Ölçeğini geliştirmişlerdir (Sak, 2012). Bu ölçme aracının, literatürde geliştirilen ilk zekâ testi olmasının yanı sıra sonraki dönemlerde gerçekleştirilen zekâ ölçümüne ilişkin çalışmalar üzerinde de uzun dönemli etki gösterdiği görülmüştür.

Zekâyı tanımlamada yetenekleri birleştirici bir yaklaşım sergileyen Terman (1925), 1908'de Binet ve öğrencisi Simon'un ortak çalışması sonucu oluşturdukları ölçme aracını revize ederek "Standford-Binet Zekâ Testi"ni geliştirmiştir. Fakat çalışmadan elde edilen ölçümleri Binet ve Simon (1905)'dan farklı bir şekilde Stern (1911)'in zekâ katsayısı (IQ) formülünden yararlanarak değerlendirmiştir. Binet (1905)'in zekâ yaşı kavramının hatalar içerdiğini ileri süren Stern (1911), IQ kavramını ortaya çıkarmış ve bu kavramı bireylerin zihinsel yaşının kronolojik yaşına oranının yüz ile çarpılması şeklinde formüle ederek tanımlanmıştır. Bu formüle göre örneğin kronolojik olarak 10, zihinsel olarak 14 yaşında olan bireyin IQ puanı 140 olarak belirlenmektedir (Stoeger, 2009). Bu bağlamda Terman üstün yetenekliliği, IQ kavramı odağında ele alarak geliştirdiği zekâ testinden 130 ve üzerinde puan alan bireyler olarak tanımlamıştır. Bu tanım çerçevesinde Amerika'da yaklaşık 1500 üstün yetenekli öğrenci ile birlikte boylamsal bir çalışma yürüterek, öğrencilerin sağlığına, çevreye uyumlarına, akademik başarılarına ve gelecekteki kariyer planlarına ilişkin durumlarını incelemiştir. Araştırma sonucunda üstün yetenekliliğe ilişkin toplumların sahip olduğu olumsuz önyargıları yıkıcı özellikte bu öğrenme grubunun gerek fizyolojik gerek psikolojik özelliklerine ilişkin önemli bulgular elde etmiştir. Benzer şekilde Witty (1930), 140 ve üstü IQ puanına sahip öğrencilerin fiziksel gelişim, sağlık, okul deneyimleri, sosyal beceriler, okul dışı aktiviteler, gelecek planlarını incelemiş ve elde ettiği araştırma bulguları ile Terman'ın çalışmasını desteklemiştir. Öte yandan Hollingworth (1942)'un çalışmasında, 180 ve üzeri IQ düzeyindeki öğrencilerin, akranları ile sosyal açıdan uyum sağlamada sorun yaşayabildiklerini ve bu durumun öğrenme ortamlarına yansıdığı görülmüştür. Sonuç olarak farklı IQ'ya sahip öğrencilerin farklı davranışlar sergileyebildikleri görülmüştür. Bu durum, IQ kapsamında üstün yetenekli bireylere ilişkin

bir sınıflama yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda üstün yeteneklilerin sahip olduğu zekâ katsayısı aralığına göre sunulan bu sınıflandırma Tablo 1’de yer almaktadır (Gross, 2004; Kline and Meckstroth, 1985; Wasserman, 2003; Webb, Meckstroth ve Tolan, 1982).

Tablo 1

Üstün Yeteneklilerin Zekâ Katsayısına Göre Sınıflandırılması

Üstün Yeteneklilik Düzeyi	Zekâ Katsayısı (IQ)	Standart Sapma
Üstün	130-144	+2
Çok üstün	145-159	+3
Olağanüstü üstün	160-174	+4
Dahi seviyesinde üstün	175 ve üzeri	+5

Gross (2004), Tablo 1’de yer alan sınıflandırmanın yanı sıra üst düzeylerde yer alan üstün yetenekli öğrencilerin toplumda görülme sıklığının diğer alt düzeydekilere oranla daha az olduğunu ve dolayısıyla öğrencilerin IQ düzeyi açısından homojen bir dağılım göstermediğini öne sürmüştür. Farklı düzeydeki üstün yetenekli öğrencilerin gerek tanılama gerek sosyal ve akademik ortamlardaki ihtiyaçlarının belirlenmesi sürecinde ilgili IQ aralığına odaklı bir yaklaşım sergilenmesi önerilmiştir. Tüm bu durumlardan hareketle, farklı araştırmacılar tarafından yirminci yüzyılın başında oluşturulan ve popüler hale gelen bu psikometrik testlerden elde edilen yüksek IQ puanlarının üst düzeyde zekânın bir yansıması olarak ele alındığı ve sonuç olarak üstün yetenekliliğin klasik bir şekilde kavramsallaştırıldığı görülmektedir (Terman, 1925). Öte yandan IQ sonuçlarına dayalı değerlendirme süreçlerinin özellikle test yanlılığını içerebilmesi ve sınırlandırılmış puan aralıklarına bağımlı olması konusunda getirilen eleştiriler, üstün yetenekliliğin tanınmasında çoklu kriterlerin ele alınmasına neden olmuştur (Robinson ve Clinkbead, 2008).

Üstün yeteneklilik, yirminci yüzyılın sonlarına doğru zekâ testlerinden ve IQ kavramından bağımsız bir şekilde çok boyutlu bir şekilde tanımlanmaya çalışılmıştır (Ziegler ve Heller, 2000). Piaget (1950) zekâyı “ çevreye uyum sağlama yeteneği” olarak tanımlayarak zekâ testlerinden alınan puanların bireylerin zekâ düzeyini belirlemede dolayısıyla üstün yetenekliliğin ölçümünde tek başına yeterli olmayacağını vurgulamıştır.

DeHaan ve Havighurst (1957), Terman (1925)'ın bireylerin zekâ düzeyinin soyut sembol ve imgeler üzerinde düşünebilme yeteneği ile ilişkili olduğuna yönelik görüşünü güncel bir şekilde yeniden ele alarak üstün yetenekliliği, zihinsel yeteneğin ötesinde yaratıcı düşünme, bilimsel eğilim, liderlik, mekanik, zanaatsal ve güzel sanatlar yeteneğine sahip olma durumu şeklinde kavramsallaştırmıştır. Benzer şekilde üstün yeteneklilerin eğitimine ilişkin hazırlanan ve ilk ulusal rapor özelliği taşıyan Marland raporunda (1972) üstün yeteneklilik:

“Genel zihinsel yetenek, özel akademik yetenek, yaratıcı ya da üretken düşünme, liderlik yeteneği, görsel ve sahne sanatları ve psikomotor yeteneklerden en az birinde yüksek düzeyde performans ya da başarı gösterme potansiyeline sahip olma durumu”

şeklinde tanımlanmıştır. Üstün yeteneklilerle ilgili deneyime sahip ebeveyn, öğretmen ve psikologlardan oluşan Columbus Grubu (1991)'na göre ise üstün yeteneklilik (Morelock, 1992): *“Normalden nitelik olarak farklı içsel deneyim ve farkındalık yaratmak amacıyla üst düzey bilişsel yeteneklerin ve yoğun duyguların birleştiği eş zamanlı olmayan gelişimdir.”*

İlerleyen yıllarda Amerikan Federal Hükümeti tarafından yayınlanan Ulusal Mükemmellik raporunda Marland raporunda (1972) yer alan üstün yeteneklilik tanımı güncellenerek:

“Aynı yaş, deneyim ve çevreye sahip akranlarıyla kıyaslandığında üstün performans sergileyen ya da dikkat çekecek bir biçimde üst düzey başarı gösterme potansiyeline sahip çocuk ve gençlerdir. Bu çocuk ve gençler olağanüstü liderlik kapasitesine sahip olabilirler ya da düşünsel, yaratıcılık, sanatsal ve/ veya spesifik akademik alanda yüksek düzeyde performans sergileyebilirler.” şeklinde yeniden ele alınmıştır (Ross, 1993).

Ülkemizde resmi olarak ilk defa Millî Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Konseyi tarafından hazırlanan Üstün Yetenekli Çocuklar ve Eğitimleri Komisyonu Raporu'nda üstün yetenekliler: *“Genel ve/veya özel yetenekleri açısından yaşıtlarına göre yüksek düzeyde performans gösterdiği, konunun uzmanları tarafından belirlenmiş kişilerdir”*(Türkiye Büyük Millet Meclisi [TBMM], 2012). Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) yönergesinde (2016) ise üstün yetenekli öğrenciler: *“özel akademik alanlarda veya zekâ, yaratıcılık, sanat ve liderlik kapasitesi yönüyle yaşıtlarına göre yüksek düzeyde performans gösteren ve bu tür*

yeteneklerini geliştirmek için okul tarafından sağlanamayan hizmet veya faaliyetlere gereksinim duyan çocuktur.” şeklinde ele alınmıştır.

Tüm bu tanımlardan hareketle üstün yetenekliliğin, bilişsel özelliklerin yanı sıra liderlik, motivasyon, psikomotor beceriler gibi bilişsel olmayan özellikleri de içerdği ve öğretim ortamı tasarımlarının da bu çerçevede ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. Öte yandan gerek bireysel farklılıkların gerek toplumsal ihtiyaçların çeşitlilik göstermesi sebebiyle üstün yetenekliliğe ilişkin ortak bir tanımın yapılamadığı görülmektedir (Akkaya, 2016; Robinson ve Clinkbead, 2008; Sousa, 2003). Bu bağlamda bazı araştırmacılar, zekâyı ve dolayısıyla üstün yetenekliliği klasik tanımın ötesinde bütünsel ve gelişimsel olarak ele alarak farklı teoriler ortaya koymuştur.

2.1.1. Üstün zekâyâ ilişkin kuramlar

Zekânın yapısı ile ilgilenen araştırmacılar, toplumsal ihtiyaç ve bireysel farklılıkları da göz önünde bulundurarak bireylerin zekâ düzeyinin ilişkili olduğu zihinsel becerileri belirlemek amacıyla çeşitli araştırmalar yürütmüşlerdir. Bu nedenle zekâ ile ilişkili faktörler arasındaki ilişkilere yönelik açıklamaları içeren farklı kuramlar öne sürmüşlerdir. Üstün zekânın yapısını belirleme ve tanımlanmasını sağlamak amacıyla geliştirilen kuramlar ve bu kuramların savunucuları kronolojik olarak Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2

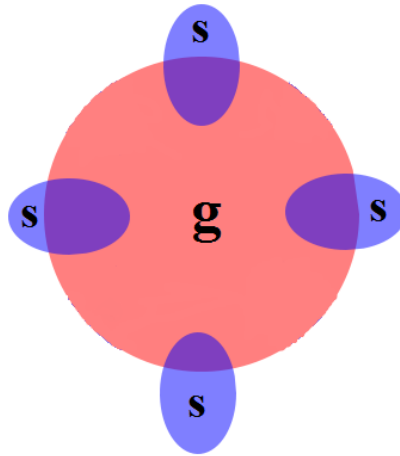
Üstün Zekâ Kuramları ve Savunucuları

Kuram	Savunucusu
İki Faktör Kuramı	Spearman (1904)
Çoklu Faktör Kuramları	Thorndike (1930) ve Thurstone (1938)
Çoklu Zekâ Kuramı	Gardner (1983)
Üçlü Halka Kuramı	Renzulli (1986)
Beşgen Kuramı	Sternberg ve Zhang (1995)
Üç Katmanlı Zekâ Modeli	Cattell-Horn-Carroll (1997)
Ayrımsal Üstün Zekâ ve Üstün Yetenek Kuramı	Gagne (2000)

Tablo 2’de özellikle son yüzyıldır, üstün yetenekliliği farklı açılardan ele alan birçok kuramın olduğu görülmektedir. Bu duruma rağmen, üstün yetenekliliğin her yönüyle tek bir başlık altında açıklanabildiği bir yapı ise henüz mevcut değildir (Sak, 2012). Sonuç olarak ilgili kuramlar, üstün yetenekli bireylerin sahip oldukları farklı bilişsel özelliklerine ve etkileşimde buldukları farklı çevresel faktörlere yer vermeleri açısından birbirinin tamamlayıcısı olarak görülebilir.

2.1.1.1. İki faktör kuramı

Zekânın tek faktörlü bir yapı olduğu görüşü, farklı değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kullanılan faktör analizi tekniğinin psikolojik ve bilişsel çalışmalarda yaygınlaşmasıyla tekrar değerlendirilmiştir (Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2010). Bu tekniği kullanarak bireylerin zekâ puanlarını analiz eden Spearman (1904) zekâ kavramını, deneyimleri kavrama, ilişkiler hakkında çıkarımda bulunma ve öğrenilenleri uygulama becerileri gibi bilişsel faktörler ile ilişkili bir özellik şeklinde tanımlamıştır. Bu çerçevede zekâ testlerinden elde edilen ölçümleri, zihinsel becerilerin tamamını kapsayan genel (g) zekâ ve bu becerileri etkileyen diğer değişkenleri içeren spesifik (s) zekâ olarak iki başlıkta incelemiştir. Bu bağlamda Spearman (1904) üstün yetenekliliği ise, genel zekâ (g) alanında üst düzey başarı göstermenin bir ölçüsü olarak ele almıştır. Spearman’ın korelasyonel çalışması sonucunda oluşturduğu model Şekil 2’de yer almaktadır.

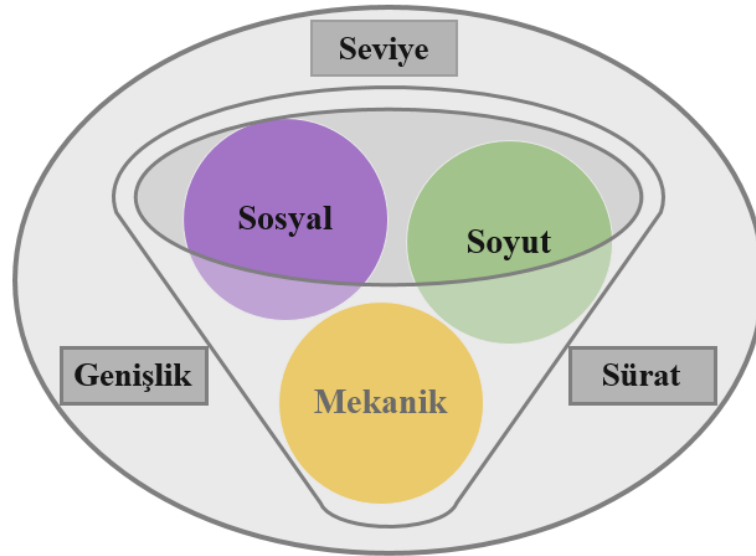


Şekil 2. Spearman’ın iki faktör kuramı

Şekil 2'deki modelde mavi renkle gösterilen kısım, özel yetenekleri içeren ve her biri psikometrik bir test ile ölçülen “s” faktörünü temsil etmektedir. Merkezde tüm “s” faktörlerinin kesiştiği alan ise genel zekâ olarak isimlendirilen “g” faktörüdür. Ayrıca bu kesişim noktaları, s faktörünün g faktörüne ilişkin varyansa olan katkısını göstermekte ve bu katkı zihinsel etkinliğin türüne göre değişebilmektedir (Özgüven, 2014). Genel zekâ (g), akıl yürütme, problem çözme, karar verme gibi üst düzey düşünme süreçlerini kolaylaştıran genel bilgi işleme yeteneğini içermesi nedeniyle zekâyı tanımlamada anahtar bir role sahiptir (Gross, 2000). Bu doğrultuda sonraki dönemlerde ortaya konulan diğer bazı kuramların temelinde de bu faktörün yer aldığı görülmektedir.

2.1.1.2. Çoklu faktör kuramları

İki faktörlü zekâ kuramına ilişkin çalışmaların sonrasında bazı araştırmacılar, zekânın genel faktör (g) dışında daha fazla ve farklı içerikte boyutlara sahip olabileceğini öne sürmüşlerdir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen ilk kapsamlı çalışmalardan birisi de Thorndike (1930) tarafından yürütülmüştür. Thorndike (1930)'a göre zekâ, birbirinden bağımsız sosyal, soyut ve mekanik olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Thorndike zekâ kuramı

Şekli 3’te yer alan sosyal zekâ, üst düzeyde empati kurabilme ve iletişim becerilerini gerektirmektedir. Ayrıca soyut zekâ, sayı ve sözcükleri; mekanik zekâ ise, çeşitli alanlardaki araç, gereç ve ekipmanları anlama ve uygun durumlarda kullanabilme yeteneğidir. Thorndike (1920), birbirinden farklı bu üç bileşene ilişkin zekâ durumlarının değerlendirilmesi sürecinde, zekânın seviyesi, genişliği ve sürati gibi özelliklerinin göz önünde bulundurulmasını önermiştir. Bu bağlamda zekâ seviyesi, gerçekleştirilen zihinsel faaliyetlerin zorluk derecesini; genişliği, zihinsel faaliyetlerin yerine getirilebilmesi için sergilenen yeteneklerin çeşitliliğini; sürati ise bu faaliyetlerin gerçekleştirilme hızını kapsamaktadır. Buna göre üstün yeteneklilik sosyal, soyut ya da mekanik zekâ alanlarından herhangi birinde çeşitli sayıda ve kısa sürede gösterilen üst düzey performansın bir yansıması olarak ele alınmaktadır.

Zekânın çoklu yapısının belirlenmesine ilişkin alternatif kuramlardan bir diğeri ise Thurstone (1938) tarafından öne sürülen “Temel Zihinsel Yetenekler” kuramıdır. Geliştirilen bu kuram, genel yetenek (g) başlığı altında birbiri ile ilişkili yedi farklı özel yeteneğin (s) yer aldığı hiyerarşik bir model şeklinde Şekil 4’te sunulmuştur (Stoeger, 2009).



Şekil 4. Temel zihinsel yetenekler kuramı

Thurstone (1938), Şekil 4’te yer alan birbiri ile ilişkili her bir zihinsel beceriyi bağımsız bir şekilde ölçebilmek için farklı test bataryaları geliştirmiştir (Akt. Stoeger, 2009). Bu

bağlamda, kuram kapsamındaki zihinsel becerilere ilişkin özellikler aşağıda sırasıyla özetlenmektedir (Özgüven, 2014; Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2010) .

1. *Algısal Yetenek:* Şekiller arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirleme, ayrıntıları hızlı bir şekilde algılayabilme becerilerini içerir. Bu yetenek düzeyi, sunulan bir resim ya da bir sembol dizisindeki küçük farklılıkların farkına varma, benzerlikleri çaprazlama vb. gibi görevleri içeren ölçme araçları ile ölçülebilir.
2. *Sayısal Yetenek:* Temel, basit, matematik işlemlerini hızla ve doğru bir biçimde formülize edebilme ve hesaplayabilme yeteneğidir. Problem çözme durumlarını içeren testler ile bu beceri ölçülebilir.
3. *Sözel Yetenek:* Okuduğunu anlama, kelimeleri tanıma, cümleleri düzenleme ve yazım yanlışlarını tespiti etme ve sözel akıl yürütme yeteneğidir.
4. *Kelime Akıcılığı Yeteneği:* Sınırlı bir sürede belirli türden çok sayıda sözcük üretebilme yeteneğidir. Sonu “Y” harfi ile biten erkek isimleri, kabuklu kuruyemişleri sıralayabilme gibi ortak bir duruma ilişkin görevler zamana bağlı olarak ölçülebilmektedir.
5. *Hafıza Yeteneği:* Önemsiz durumları, sayısal, sözel ve şekilsel sıraları ve nesnelere ince ayrıntıları ile hatırlama tutabilme gibi özellikleri kapsamaktadır. Kelime ya da resim geri çağırma testleri ile ölçülebilir.
6. *Akıl Yürütme Yeteneği:* Tümevarımsal ve tümdengelimsel düşünme süreçlerini içermektedir. Tamamlamayı gerektiren sözel ve sayısal analogiler, bir serideki kuralı bulma gibi görevlerin yer aldığı farklı ölçme araçları ile ölçülmektedir.
7. *Uzamsal Yetenek:* Üç boyutlu uzayda çeşitli durumları zihinsel bir şekilde tasarlayabilme, hayal edebilme, göz önünde canlandırabilme, yer- mekân ilişkilerini algılayabilme gibi yetenekleri kapsar. Bu yetenek parça tamamlama, zihinsel rotasyon gibi bilişsel testler ile ölçülmektedir.

2.1.1.3. Çoklu zekâ kuramı

Gardner (1983) bilişsel beceriler üzerine gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda, zekâ testlerinden alınan yüksek puanlar sonucunda bireylerin üstün yetenekli olduklarına karar

vermenin etkili bir yol olmadığını ve zekânın tek bir yapıyı içermediğini belirtmiştir. Bu doğrultuda farklı özellikteki modüler davranışları kapsayan “çoklu zekâ kuramı”nı ortaya koymuştur (Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2011). Çoklu zekâ kuramı, toplamda sekiz zekâ alanını kapsamakta ve bu zekâ alanları içerdikleri bilişsel becerilerin çeşitliliğine göre farklılık göstermektedir. Çoklu zekâ kuramında yer alan zekâ alanları Şekil 5’te yer almaktadır.



Şekil 5. Çoklu zekâ kuramı

Şekil 5 incelendiğinde çoklu zekâ kuramının, sözel/ dilsel, mantıksal/matematiksel, bedensel/kinestetik, müziksel/ ritmik, kişilerarası/ sosyal, kişisel/içsel, görsel/ uzamsal ve son olarak revize edilmiş versiyonda yer verilen doğacı zekâ olmak üzere toplam sekiz zekâ alanını içermektedir. Buna göre sunulan modeldeki sekiz farklı zekâ alanından herhangi birinde problem çözme ya da orijinal bir ürün tasarlama gibi üst düzey zihinsel performans göstermek üstün yetenekliliğin bir yansıması olarak düşünülmektedir (Ramos-Ford ve Gardner, 1997). Gardner (2011), bireylerin bu zekâ alanlarının hepsine sahip olmakla birlikte bazı alanların bireylerde daha baskın bir şekilde gözlemlenebileceğini vurgulamaktadır.

Örneğin mantıksal-matematiksel zekâsını ileri düzeyde kullanabilen ve sergileyebilen bir bireyin ritmik-müziksel zekâsı için aynı durum söz konusu olmayabilir. Bu durum bireylerdeki zekâ alanlarını kullanabilme becerilerinin bireysel farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir.

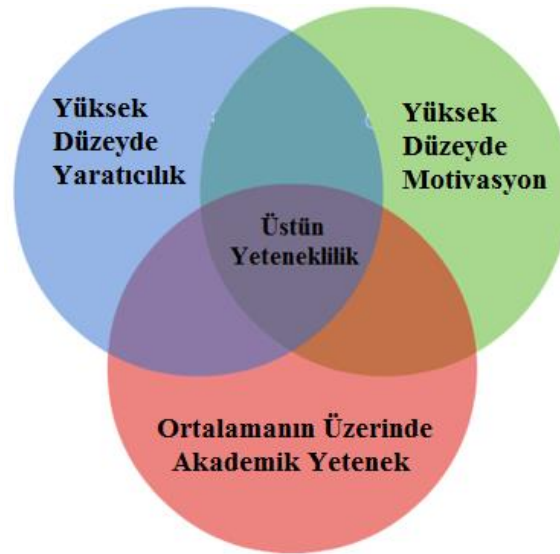
Çoklu zekâ kuramında yer alan zekâ alanları ve içerdiği bilişsel, duyuşsal ve psikomotor özellikler aşağıda sırasıyla sunulmuştur (Bildiren, 2014; Sak, 2012; Ziegler ve Heller, 2000).

1. *Sözel/Dilsel Zekâ*: Kelime, harf, sembol ve diğer dil bileşenlerini etkin kullanabilme, bir durumu hem yazılı hem de sözlü olarak ifade edebilme, kavram oluşturabilme ve farklı diller öğrenebilme yeteneklerini içermektedir.
2. *Mantıksal/ Matematiksel Zekâ*: Bu zekâ alanı, sayıları kullanabilme, matematiksel analiz süreçlerini yürütebilme ve mantıksal ilişkiler kurarak akıl yürütme becerilerini kapsamaktadır.
3. *Bedensel /Kinestetik Zekâ*: Bu zekâ alanı, jest ve mimikleri etkili kullanma, psikomotor hareketlerin eş güdümlü kontrolünü sağlama yeteneklerine sahip olmayı gerektirmektedir.
4. *Müziksel/ Ritmik Zekâ*: Bu zekâ alanı, müziği oluşturan ses ve notaları ayırt edebilme, yeni ritim ve ses üretebilme gibi yetenekleri içerir.
5. *Görsel/ Uzamsal Zekâ*: Bu zekâ alanı, resim, imge ve şekilleri ayrıntılı bir şekilde düşünebilme, üç boyutlu nesnelere algılama, zihinsel manipüle etme, döndürme gibi zihinsel süreçlere ilişkin akıl yürütme becerilerini kapsamaktadır.
6. *Kişilerarası/ Sosyal Zekâ*: Bu zekâ alanında bireyler, başkalarının ihtiyaçlarının farkına varabilir, etkili iletişim ve empati kurabilir, başkalarını ikna edebilir ve işbirlikli çalışmalara istekli olur.
7. *Kişisel/ İçsel Zekâ*: Bu zekâ alanında bireyler kişiliklerine ilişkin zayıf ve güçlü yönlerinin farkına varabilme ve kendi benliğini tanıyarak değerlendirmeler yapabilme becerisine sahiptirler.
8. *Doğacı Zekâ*: Bu zekâ alanı, doğadaki canlı ve cansız nesnelere özelliklerini ve bunlar arasındaki ilişkileri algılama, kavrama ve sınıflandırma becerisini içermektedir.

Gardner (1999), çalışmaları sonucunda ortaya koyduğu sekiz zekâ alanına ek olarak bireylerin varoluşsal zekâyâ da sahip olabileceklerini ifade etmiştir. Varoluşsal zekâ, evrendeki bir varlık olarak bireyin kendini konumlandırabilmesini, ölüm, aşk, sevgi, sonsuzluk gibi manevi duyguları derinlemesine anlayabilmesini içermektedir (Gardner, 1999; Sternberg, 1999). Bu zekâ alanının, niteliksel özellikleri açısından uygulanabilirliği ve ölçülebilirliğine yönelik çalışmalar halen devam etmektedir.

2.1.1.4. Üç halka modeli

Renzulli (1976) tarafından geliştirilen üç halka modeli çerçevesinde üstün yetenekliler, ortalamanın üzerinde akademik yetenek, üst düzeyde yaratıcılık ve motivasyon davranışlarını sergileyen bireylerdir. Üstün yeteneklilere ilişkin ortaya konulan bu kavramsal tanıma göre bireylerin herhangi bir alanda üst düzey performans gösterebilmesi için bu üç davranışın etkileşimi gerekmektedir (Callahan, 2000; Renzulli, 2002). Buna göre üç halka kuramı Şekil 6'da özetlenmektedir.



Şekil 6. Üç halka modeli

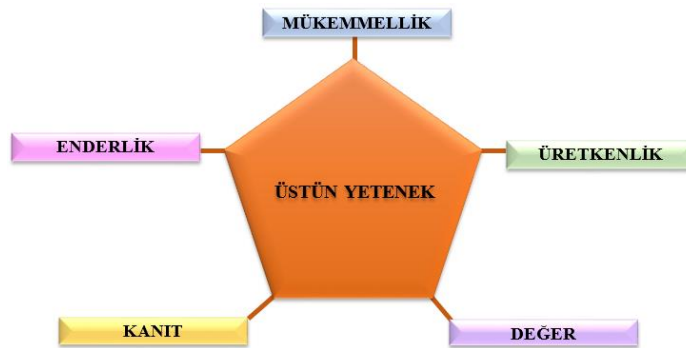
Şekil 6'daki ortalamanın üzerinde akademik yetenek bileşeni, genel ya da özel alandaki bir yeteneği içermektedir. Genel akademik yetenekler, soyut düşünme, sözel ve sayısal akıl

yürütme, bilgilerin seçici ve hızlı bir şekilde hatırlanması ve konuşma akıcılığı gibi becerileri içermektedir. Özel akademik yetenekler ise bu becerilerin spesifik bir alanda uygulanabilmesidir (Levent, 2014; Renzulli, 2002). Üstün yetenekli bireylerin, bu alanlardan herhangi birinde gösterilen performans ile %15-20 'lik üst grupta yer alması beklenmektedir. Bu özelliği ile geleneksel zekâ yaklaşımından farklılık göstermektedir (Kaufman ve Sternberg, 2008).

Modelde yer alan yaratıcılık davranışı, yeni bir ürün ortaya koyma ya da problem çözme sürecinde akıcı, esnek ve orijinal düşünme gibi üst düzey becerileri içermektedir. Motivasyon bileşeni ise üstün yetenekli bireylerin verilen sorumluluğu yerine getirmede yüksek düzeyde ilgili ve istekli olma, yüksek standartlar belirleme, yüksek düzeyde özgüvene sahip olma gibi duyuşsal özellikler ile sınırlandırılmıştır. (Bildiren, 2013; Sak, 2012; Levent, 2014). Sonuç olarak üçlü halka kuramının ortaya koyduğu tanımlayıcı çerçeve, hem öğretim ortamı tasarımı hem de gelecek çalışmalar açısından anahtar bir rol oynamaktadır.

2.1.1.5. Beşgen kuramı

Bir bireyin üstün yetenekli olabilmesi için belirli kriterlere dayalı olarak değerlendirilmesi beklenmektedir. Çoklu kriterlere dayalı tanılama süreçlerine ilişkin çalışmalarda, testlerden elde edilen IQ puanının tek başına yeterli olmadığı vurgulanmaktadır (Ziegler ve Heller, 2000). Sternberg ve Zhang (1995) tarafından oluşturulan “Beşgen Kuramı”nda bireylerin üstün yetenekli olabilme durumu beş temel kritere dayandırılmıştır. Bu bağlamda “Beşgen Kuramı”na ilişkin geliştirilen model, Şekil 7’de sunulmuştur.



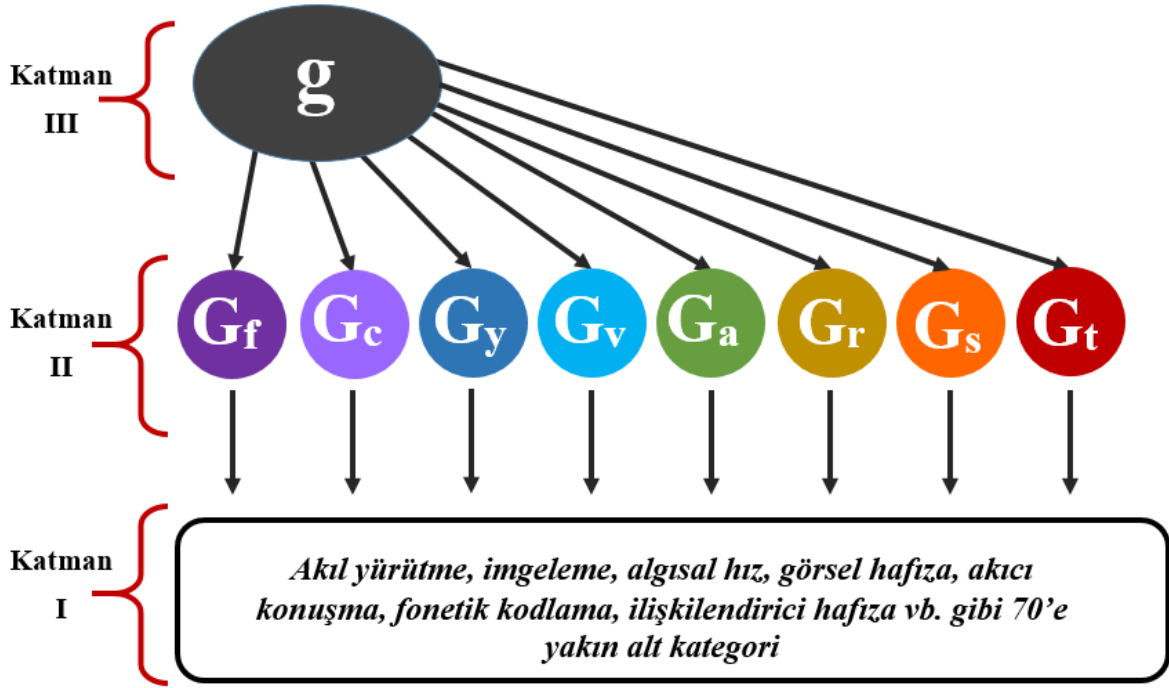
Şekil 7. Beşgen kuramı

Şekil 7’de sunulan modele göre üstün yetenekli bireyin kanıt kriterinde, geçerli ve güvenilir ölçme araçları ile zekâ seviyesinin tanınması; mükemmellik kriterinde, benzer deneyimlere sahip akranlarına kıyasla bir ya da daha fazla alanda olağanüstü performans göstermesi; enderlik kriterinde, sergilenen bu üst düzey performansın toplumda az rastlanır özelliğe sahip olması, üretkenlik kriterinde ise üst düzey performans gösterdiği sürecin sonunda bir ürün ortaya koyabilmesi gerekmektedir. Son olarak değer kriteri, tüm diğer kriterleri sağlayan bireyin sahip olduğu üstün yeteneğin özellikle içinde yaşadığı toplum tarafından kabul edilip değerli bulunmasını içermektedir (Bildiren, 2014; Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2011). Bu bağlamda beşgen kuramında yer alan kriterler bütüncül olarak ele alındığında üstün yeteneklilik, toplumlar ve kültürler arasında farklılık gösterebilir. Ayrıca örtük bir kuram olması nedeniyle, sadece üstün yetenekliliğin kabul kriterlerine odaklanıldığı ve tanılama sürecinde herhangi bir alana ilişkin doğrudan zihinsel bir becerinin standart ölçümünü içermediği görülmektedir. Sonuç olarak kuramın bu özelliğinin, bireylerde gözlemlenen spesifik zihinsel becerilerin farklı alanlar içerisinde eş zamanlı bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırabileceği düşünülmektedir (Sak, 2012).

2.1.1.6. Cattell-Horn-Carroll (CHC) kuramı

Günümüzde üç tabakalı teori olarak da bilinen CHC kuramının temeli, 1957 yılında Cattell’in genel zekâyı (g), akıcı (gf) ve kristalize (gc) zekâ olarak iki faktörde ele alması ile oluşturulmuştur. Akıcı zekâ, genetik temellidir ve merkezi sinir sisteminin etkin işleyişine bağlı olan zihinsel süreçleri içermektedir. Kristalize zekâ ise, kültürel ortama bağımlı bir zekâ türü olup karşılaşılan problemlerin çözümünde önceki deneyimlerden edinilen bilgileri kullanma becerisidir (Stoeger, 2009). Bireylerin akıcı zekâ düzeyi, sayılar, seriler ve şekilsel analogi testleri gibi dinamik yapılı; kristalize zekâ düzeyleri ise, daha statik yapılı olan kelime dağarcığı ve genel bilgi testleri gibi ölçme araçları ile ölçülebilmektedir (Bildiren, 2014). İlerleyen dönemlerde Cattell ve Horn (1965)’un birlikte gerçekleştirdiği deneysel çalışmalar sonucunda, akıcı ve kristal zekâ türlerine ilave olarak altı farklı yetenek tanımlanmıştır ve genel zekâ (g) temel faktörü altında toplam sekiz alt faktörlü Cattell-Horn kuramını ortaya konulmuştur. Bu iki hiyerarşili kuramın, gerek modern zekâ testlerinin yapısını gerek bilişsel yetenek teorileri geliştirmeye ilişkin gerçekleştirilen daha sonraki çalışmaları önemli

derecede etkilediği görülmektedir. Carroll (1993), bireylerin bilişsel test performanslarının ölçümüne ilişkin çalışmalarda yer alan 460 adet arşivlenmiş veri setini analiz etmiş ve Cattell ve Horn (1966)'un akıcı ve kristalize yeteneklerin hiyerarşik modelini deneysel olarak da doğrulamıştır (Akt. Silverman, 2000). Bu bağlamda Cattell ve Horn (1966)'un teorisinden yararlanarak ve faktör analizi tekniği kullanarak Cattell-Horn-Carroll (CHC) teorisi çerçevesinde üç katmanlı bir bilişsel yetenek modeli oluşturulmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Cattell-Horn-Carroll kuramı

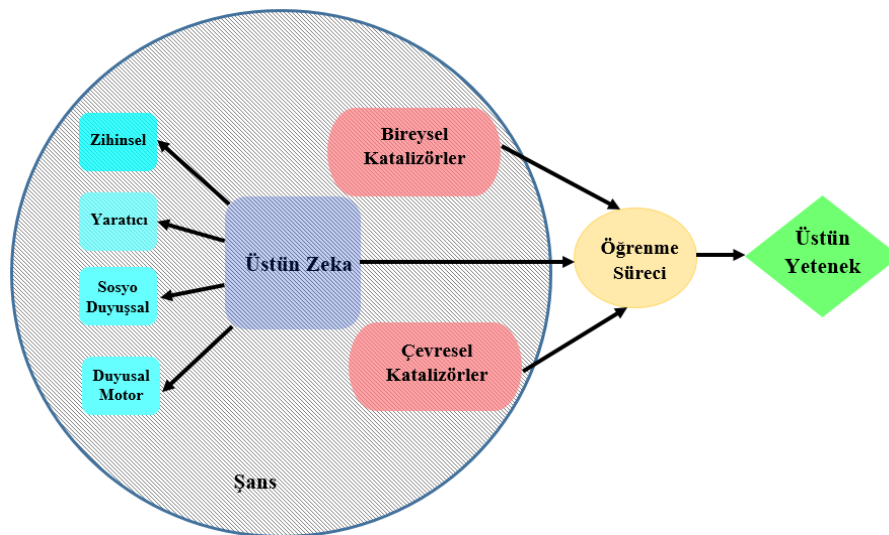
Bu hiyerarşik modelde, en tepede zihinsel etkinliklerin tümünü kapsayan genel zekâ (g), ikinci katmanda uzmanlık gerektiren sekiz farklı yetenek faktörü, birinci katmada ise Thurstone (1938)'un zekâ modelindeki temel zihinsel yetenekleri yansıtan ve sekiz faktöre bağımlı bir şekilde farklı dağılım gösteren 70'e yakın alt faktör yer almaktadır (Carroll, 2012; Kaufman ve Sternberg, 2008). İkinci katmadaki faktörler sırasıyla akıcı zekâ (Gf), kristalize zekâ (Gc), genel hafıza ve öğrenme (Gy), uzamsal algı (Gv), işitsel algı (Ga), uzun dönemli hafızadan bilginin kolayca geri çağrılabilmesi (Gr), bilişsel hızlılık (Gs) ve karar verme hızlılığı (Gt) yeteneklerinden oluşmaktadır (Schneider ve McGrew, 2012).

Günümüzde bu modele ilişkin gerçekleştirilen farklı revizyonlar sonucunda, birinci ve ikinci katmadaki yetenek sayılarının çeşitlendiği görülmektedir (Schneider ve McGrew, 2012).

Üç katmanlı hiyerarşik modelin başında g faktörü olmasına rağmen, uygulamada özellikle ikinci katmanın ölçümüne odaklanılmaktadır. Bu bakımdan CHC kuramının, “*Standford-Binet-V*”, “*Kaufman Çocuklar için Test Bataryalar*”ı, “*Ayrımsal Yetenek Testi (DAS2)*”, “*Woodcock-Johnson III Bilişsel Yetenekler Testi*” gibi modern IQ testlerinin geliştirilmesi sürecinde etkili olduğu görülmektedir (Kaufman ve Sternberg, 2008).

2.1.1.7. Ayrımsal üstün zekâ ve üstün yetenek kuramı

Gagne (1993) tarafından yaklaşık 2000 öğrenci ile yürütülen kapsamlı çalışmada, yaratıcılık, zihinsel beceriler, sosyo-duyuşsal etkinlik, fiziksel cesaret, akademik yetenek, teknik beceri, sanatsal yetenek, kişilerarası etkileşim gibi özelliklerin öğrenciler arasında önemli farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda ilerleyen yıllarda Gagne (2000), bireylerin sahip olduğu yetenek farklılıklarını ve üstün yeteneğin gelişimini etkileyen durumların odağında “*Ayrımsal Üstün Zekâ ve Üstün Yetenek Kuramı*”nı geliştirmiştir. Buna göre üstün zekânın bireylerin yaşadığı çevre, deneyimlediği bilişsel etkileşimler ve elde ettiği şans faktörü yoluyla üstün yeteneğe dönüşebileceğini içeren kuram, basit bir model ile Şekil 9’da sunulmaktadır.



Şekil 9. Ayrımsal üstün zekâ ve üstün yetenek kuramı

Şekil 9'daki modele göre üstün zekâ, zihinsel, yaratıcı, sosyo-duyuşsal ve duyuşsal motor alanlarında bireylerde doğuştan var olan becerilerdir. Üstün yetenek ise bu doğal becerilerin sonradan bireysel ve çevresel şartlar altında sistematik ve kontrollü bir şekilde geliştirilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Bu durumda üstün zekâ, üstün yeteneğin hammaddesidir ve uygun şartlar sağlandığı takdirde bu iki değişken arasında tek yönlü bir dönüşüm söz konusudur (Sak, 2012). Modelde yer alan bireysel katalizörler, fiziksel özellikler, sağlık durumu, azim, kararlılık, planlı olma, çalışma alışkanlıkları, özbenlik, özsaygı, özgüven gibi bireye ilişkin özelliklerdir. Çevresel katalizörler ise, kültürel, sosyal ve aile ortamı, öğretmenler, arkadaşlar, programlar, etkinlikler, ödül ve cezalar gibi dışsal faktörlerden oluşmaktadır (Sak, 2012). Her iki katalizörde yer alan faktörler, üstün yeteneğin oluşturulması ve geliştirilmesi sürecine olumlu katkılar sağlayabilirken bu süreci olumsuz olarak da etkileyebilmektedirler. Şans olarak belirtilen durum ise üstün zekâ da dâhil olmak üzere üstün yeteneğin oluşmasında faktörler üzerinde doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkili olan rastlantısal değişkenlerdir. Öte yandan formal ya da formal olmayan öğrenme süreçleri, üstün yeteneğin gelişimi üzerindeki etkinin büyük kısmını oluşturmaktadır (Feldhusen ve Jarwan, 2000). Sonuç olarak Gagne modelinin temel amacı, doğuştan gelen üstün zekânın bilim, matematik, sanat, müzik, liderlik gibi özel alanlardaki üstün yeteneğe dönüşüm sürecinde, çevresel etkiler (ev, okul, anne-baba vb.), bilişsel olmayan bireysel özellikler ve öğrenme sürecinin önemini ortaya çıkarmaktır (Kaufman ve Sternberg, 2008).

Üstün yeteneklilerin eğitim sürecinde, üstün yeteneklilik kavramı tek bir tanım çerçevesinde ele alınabilmesine rağmen geliştirilen zekâ kuramları ve modellerinde, ortak bir şekilde zekânın çok yönlü bilişsel yeteneklerden oluştuğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle mevcut kuramlar, üstün yetenekli bireylere ilişkin düşüncelerimizi genişletmekte ve bu bireyler için tasarlanan eğitim programlarında tanılama ve değerlendirme süreçlerinde yeni yaklaşımların ortaya konulmasında katkı sağlayıcı özellik taşımaktadırlar.

2.1.2. Üstün Zekâ ve Yetenekliliğin Tanılanması Sürecinde Başvurulan Testler

Tarihte ilk zekâ testi, yaklaşık dört bin yıl kadar önce Çinliler tarafından memurların matematik, sözel olmayan akıl yürütme ve okuduğunu anlama gibi alanlardaki

performansları hakkında çıkarımda bulunmak amacıyla kullanılmıştır (Kane ve Brand, 2003). Daha sonraki yıllarda bireyler arasındaki zihinsel farklılıkların merak konusu olmasıyla birlikte bu farklılığın derecesinin ölçülmesi özellikle psikoloji alanında önemli bir uğraş haline gelmiştir. Psikoloji alanındaki bu ölçümler ise sırasıyla psikofiziksel özellikler ve düşünme becerileri olmak üzere iki ayrı şekilde ele alınmıştır (Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2010). Psikofiziksel alanda zekâ testlerinin babası olarak bilinen Galton (1883), bireylerin duyulara ilişkin yeteneklerinin, zekâları ile doğru orantılı olduğunu ileri sürmüş ve beş duyu organının kullanım düzeyini belirlemeye yönelik testler geliştirmiştir. Çünkü Galton (1883)'a göre, çevremizi ne kadar iyi algılaysak zekâmızın gelişimi de o kadar ileri olacaktır. Bu bağlamda gerçekleştirdiği ölçümlerde hem bireylerin fiziksel özellikleri (ağırlık, uzunluk, kafa genişliği vb.) hem de görsel ve işitsel uyarıcılara (dinamometrede elin sıkıştırma gücü, müzikal notalar arasındaki küçük farklılıklara karşı duyarlılık, görsel keskinlik vb.) karşı tepki düzeylerini belirlemiştir. Benzer şekilde Cattell (1980) geliştirdiği zekâ testinde, bireylerin kas gücü, hareket hızı, ağrıya karşı eşik düzeyi, hafıza, görme ve işitme gibi özelliklerine ilişkin ölçümlere yer vermiştir. Fakat Wissler (1901) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonucunda akademik başarının duyuşal özelliklerle ilişki göstermediği belirlenmiştir. Hafıza çalışmaları ile bilinen Ebbinghaus (1897) ise yakın bir tarihte hafıza süresi, aritmetik hesaplamalar ve cümle tamamlama gibi görevleri içeren bir zekâ testi geliştirmiştir. Geliştirdiği bu zekâ testi ile gerçekleştirdiği uygulamalar sonucunda öğrencilerin özellikle cümle tamamlamaya ilişkin sonuçları ile akademik başarıları arasında yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu gözlemlemiştir (Aiken, 2004). Bu durum sonucunda zekâ düzeyi kavramı, duyuşal özelliklerin ötesinde bilişsel karmaşık süreçleri kapsayan bir düşünme etkinliği olarak ele alınmıştır.

Alfred Binet ve meslektaşı Theodore Simon, o güne kadar geliştirilmiş zekâ testlerinin içeriğini inceleyerek bireylerin zekâ düzeylerinin duyulara ilişkin gözlemlenen durumlarla belirlenmesinin mümkün olmadığını dile getirmişlerdir. Aynı zamanda bireylerin değerlendirme ve karar verme gibi karmaşık zihinsel özelliklerinin zekâ seviyesini belirlemede anahtar bir role sahip olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu doğrultuda Fransız hükümetinin de isteği ve yardımı ile 3-15 yaş aralığındaki öğrencilerin karmaşık zihinsel süreçlerine ilişkin zekâ düzeylerini basit ve pratik bir yolla ölçebilmek amacıyla “Binet-

Simon Zekâ Ölçeği”ni geliştirmişlerdir (Newman, 2008). Bu ölçekten elde edilen sonuçlar ise “zihin yaşı “ olarak sunulmuştur. Daha sonrasında birçok revizyona uğrayan Binet-Simon Ölçeği, Amerikada Lewis Terman (1925) tarafından boylamsal ve geniş katılımlı bir çalışma ile adapte edilerek “Standford-Binet Zekâ Testi”nin ilk versiyonu şeklinde ortaya koyulmuştur. Terman (1925), Binet ve Simon(1905)’dan farklı olarak elde edilen sonuçların sunumunda Stern (1911) tarafından ortaya konulan IQ kavramından yararlanmışır. Böylece günümüzde halen kullanımı devam eden IQ kavramının ilk olarak zekâ testleri ile sentezi gerçekleştirilmiştir.

Standford-Binet testi sonrasında bireysel olarak uygulanabilen bir diğer ölçme aracı ise 1939 yılında David Wechsler’in yetişkinler için geliştirdiği “Wechsler Zekâ Testi”dir (Silverman, 2009). Wechsler geliştirdiği testi aynı yıl içerisinde, odak grubuna çocukları da alarak ve sözel olmayan soruların yer aldığı performans boyutunu da ekleyerek Wechsler-Belleveu-I testi şeklinde yeniden düzenlemiştir. Sonraki dönemlerde ise çalışmalarını daha da genişleterek gerek yetişkinler gerek çocuklar için geliştirdiği testlerin farklı revizyonlarını (WAIS-IV, WISC-IV, WPPSI-III) gerçekleştirmiştir (Sternberg, Jarvin ve Grigorenko, 2010). Sonuç olarak günümüzde 6-16 yaş grubu bireylerin zekâ ölçümleri için sıklıkla kullanılan WISC-IV testini elde etmiştir (Lichtenberg ve Kaufman, 2009; Newman, 2008; Silverman, 2009). Ayrıca IQ kavramının modern babası olarak bilinen Wechsler (1939)’in, test sonuçlarının değerlendirilmesinde bu kavramı bir katsayıdan ziyade ortalamadan sapmanın bir ölçüsü olarak standardize edilmiş bir değer şeklinde ele aldığı görülmektedir (Akt. Stoeger, 2009). CHC kuramını temel alarak 1977 yılında geliştirildikten sonra iki defa revize edilen bir diğer zekâ testi ise Woodcook-Johnson III (WJ-III) testidir. Bu test 2-90 yaş aralığındaki bireylere uygulanabilen zihinsel yeteneklere ilişkin yirmi ve başarıya ilişkin yirmi iki alt test içermektedir. Bu testlerde ise spesifik becerilerin dışında, CHC modelinin ikinci katmanında yer alan akıcı akıl yürütme, kristalize kavrama, uzamsal düşünme, işitsel algı, uzun dönemli bilgi depolama, bilişsel hızlilik ve kısa dönemli hafıza becerileri yer almaktadır. Son yıllarda birçok zekâ ölçme aracı ve yaklaşımı dilsel beceriye odaklıyken son yıllarda sözel olmayan testler de karşımıza çıkmaktadır. TONI IV (Test of Nonverbal Intelligence) ve WN-V (Weschler Nonverbal Scale of Ability) bu testlerden en çok bilinen ikisidir (Brown, Sherbenou ve Johnsen, 2010; Weschler ve Naglieri, 2006). Bu testler

uygulanan ve uygulayıcı bireylere test maddelerini okumayı ve cevaplandırmayı gerektirmemekle birlikte diğer testlere kıyasla daha az sözlü yönerge içermektedir. “Sözel Olmayan Zekâ Testi (TONI-IV)”, dil ve zaman sınırlaması olmadan 6- 89 yaş aralığındaki bireylere uygulanmak üzere geliştirilmiştir. Bu test, nesnelerin şekli, pozisyonu, yönü, rotasyonu, mesafesi, gölgesi, boyutu ve hareketi gibi durumları içeren ve sözel olmayan soyut problem çözme becerilerinin ölçülmesinin hedeflendiği zorluk sırasına göre düzenlenmiş iki formda yer alan toplam 120 sorudan oluşmaktadır. Benzer şekilde dilsel beceri gerektirmeyen WN-V ise 4-21 yaş aralığındaki bireylere uygulanmakta olan görsel yönergeler içeren sözel olmayan bir zekâ testidir. WN-V testi, matrisler, kodlama, nesne birleştirme, tanımlama, uzamsal aralık ve resim düzenleme gibi alt testlerden oluşmaktadır. Hem TONI-IV hem de WN-V’in uygulama sürecinde, uygulama çevresinin uyaranlardan arınıklığına dikkat edilmesi gerekmektedir. Öte yandan testlerde yer alan maddeler, görsel uyaran odaklı olmasına karşın bağlam temelli değillerdir (Johnsen, 2017; Jaquett ve Kirkpatrick, 2017). Son olarak ülkemizde Anadolu Üniversitesinin ve Milli Eğitim Bakanlığının desteği ile Prof. Dr. Uğur Sak tarafından yürütücülüğünün yapıldığı Proje IQ kapsamında sözel ve sözel olmayan süreçleri birlikte içeren karma bir zekâ testi olarak geliştirilen Anadolu-Sak Zekâ Ölçeği (ASİS), halihazırda BİLSEM’lerde üstün yeteneklilerin tanılama sürecinde başvurulmaktadır. CHC modeli temel alınarak geliştirilen ASİS, 4-21 yaş aralığındaki bireylere uygulanabilen toplam yedi alt testten oluşmaktadır. Genel zekâ endeksine bağlı olarak bu alt testler “sözel muhakeme”, “epistemolojik bilgi”, “görsel muhakeme”, “görsel algısal ayırt edicilik”, “sözel kısa süreli bellek”, “görsel ardıl işleme”, “görsel eşzamanlı işleme” şeklinde isimlendirilmiştir (Sak vd., 2016). Sonuç olarak günümüzde üstün yeteneklilerin belirlenmesi sürecinde sıklıkla başvuru Standford-Binet, WISC-IV, WJ-III, TONI-IV, WN-V ve ASİS testleri bireysel olarak uygulanan testlerdir. Bu testlerin yanı sıra “Cattell Zekâ testi”, “Raven’in Standart İlerleyen Matrisler testi” gibi grup testleri de geliştirilmiştir.

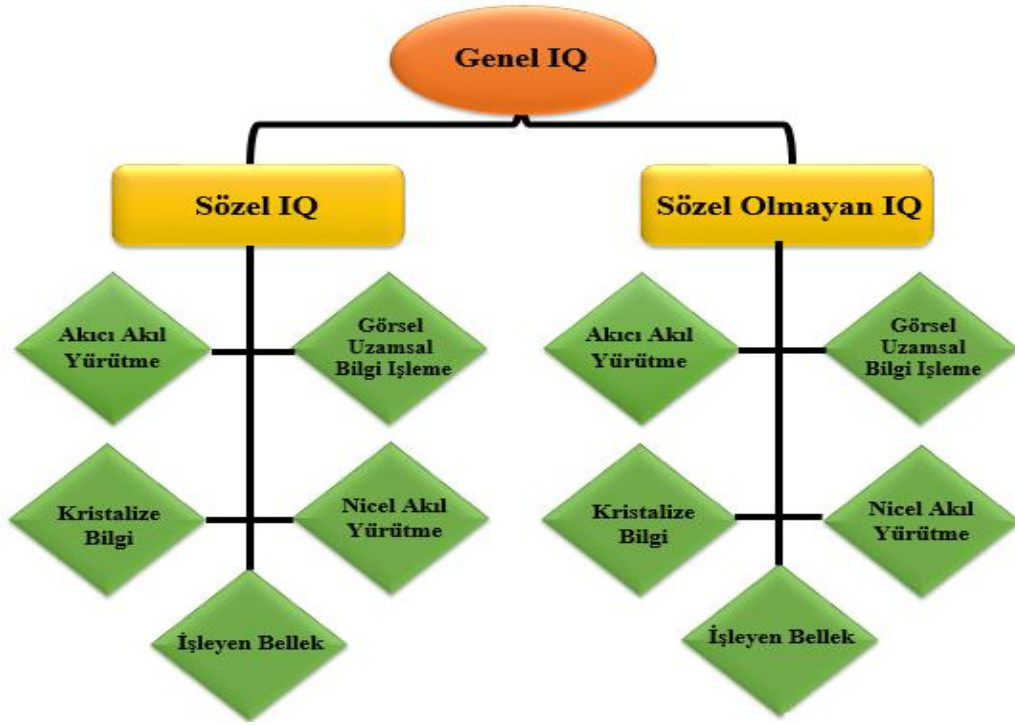
Cattell zekâ testi, 4-8 yaş, 8-13 yaş, 13 yaş üzeri olmak üzere üç farklı yaş gurubu için ayrı ayrı hazırlanmış bir performans testidir. Her bir test, A ve B olmak üzere iki eş değer formdan oluşmaktadır. Bir diğer grup testi olan Raven’in Standart İlerleyen Matrisler Testi, günümüzdeki versiyonu ile 6 yaş ve üzeri bireylerin genel soyut düşünme yeteneğini

ölçmektedir. Test beş ayrı bölümden oluşmakta ve her bölümde kümülatif olarak sunulan şekiller arasındaki ilişkileri belirleyerek eksik şeklin bulunmasını gerektiren 12 sorudan oluşmaktadır (Bildiren, 2013; Sak, 2012). Sonuç olarak, hem bireysel hem de grup testleri birlikte ele alındığında üstün yetenekliliğin kavramsallaştırılması sürecinde olduğu gibi tanılamalara ilişkin olarak da henüz ortak ve bütüncül bir ölçme aracının ortaya konulmadığı görülmektedir.

Günümüzde üstün yetenekli öğrencilerin tanılama süreci, genellikle öğrenme ortamlarında öğretmenler, okul dışı sosyal ortamlarında ise anne-babaların gözlemleri ile başlamaktadır. Bu sürecin ardından farklı ölçme araçlarının yardımı ile öğrencilerin başarı, zihinsel yetenek ve zekâ düzeyleri belirlenmekte ve elde edilen sonuçlara göre karara varılmaktadır. Bu anlamda modern psikolojik teoriler çerçevesinde geliştirilen geleneksel IQ testlerinden Stanford-Binet-V ve WISC-IV, zekânın genel yetenek yapısını ölçen ve bireylerin başarı düzeyi ile ilişkili iki popüler zekâ ölçüm aracıdır (Kaya, Juntune ve Stough, 2015).

2.1.2.1 Stanford- Binet zekâ testi-V (SB-V)

Standford- Binet Zekâ Testinin 2003 yılında revize edilmiş beşinci versiyonu, 2- 85 yaş aralığındaki bireylerin genel zihinsel yeteneklerini ölçmek amacıyla kullanılan ve bireysel olarak uygulanan standardize edilmiş bir zekâ testidir (Newman, 2008). Testin hiyerarşik teorik yapısı, Roid tarafından Cattell-Horn-Carroll modeli temellinde oluşturulmuştur (Roid & Barram, 2004). Bu bağlamda SB-V testine daha önceki versiyonlarından farklı olarak Flynn etkisi nedeniyle yüksek düzeydeki zekâyâ sahip bireylerin belirlenebilmesi için üst düzey beceri gerektiren zorlayıcı sorular eklenmiştir (Clark, 2013/ 2015). SB-V testinin teorik yapısı Şekil 10'da sunulmuştur.

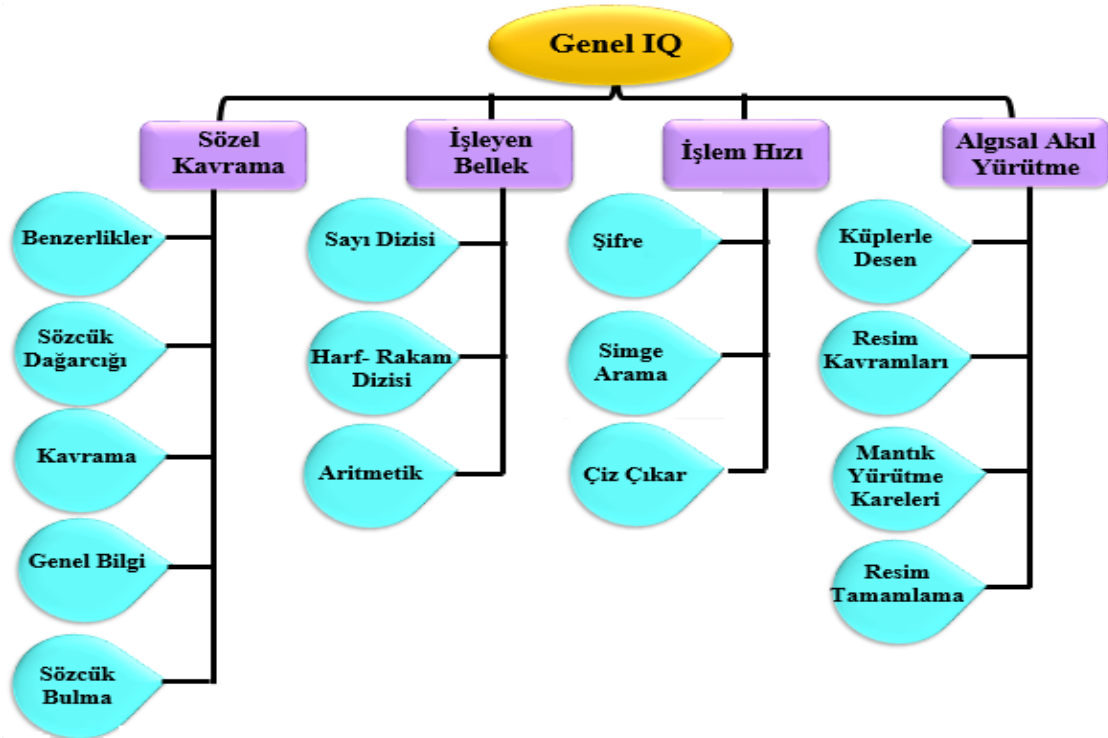


Şekil 10. Standford Binet-V testinin teorik yapısı

Şekil 10'da yer alan modele göre SB-V testine ilişkin IQ puanları sözel, sözel olmayan ve genel olmak üzere üç farklı şekilde hesaplanabilmektedir. Ayrıca sözel ve sözel olmayan zekâ; akıcı akıl yürütme, görsel uzamsal bilgi işleme, kristalize bilgi, nicel akıl yürütme ve hafıza olmak üzere beş alt bileşeni içermektedir (Newman, 2008; Sak, 2012). Testte yer alan sorular ise zorluk sırasına göre düzenlenmiştir (Silverman, 2009). SB-V testinin uygulama süresi, içerdiği tüm test bataryaları için 45 ile 75 dakika arasında değişmektedir. Test sonuçları tek bir genel puan ile sunulabileceği gibi sözel ve sözel olmayan faktörleri ve bu faktörlere bağımlı olan 10 farklı alt faktör ayrı ayrı hesaplanabilmektedir (Roid, 2003). SB-V testi 2-99 yaş aralığındaki 4800 bireye uygulanarak geçerlilik ve güvenilirlik çalışması gerçekleştirilmiştir. Ortalama IQ puanı yüz olarak hesaplanmış ve standart sapma 15 olarak belirlenerek standardize IQ puan aralıklarının 40 ile 160 arasında dağıldığı gözlemlenmiştir (Bain ve Allin, 2005; Carson ve Roid, 2004; Sak, 2012).

2.1.2.2. Wechsler çocuklar için zekâ testi-IV (WISC-IV)

Wechsler tarafından geliştirilen ölçeklerin ortak amacı çocukların ve yetişkinlerin yaşamları boyunca zihinsel gelişimlerini bireysel olarak değerlendirmektir (Wahlstrom, Breau, Zhu ve Weiss, 2012). Wechsler testlerinin gelişim tarihine bakıldığında Binet testlerinin aksine uygulama grubunun odağında öncelikli olarak yetişkinlerin daha sonraki versiyonlarında ise daha alt yaş gruplarının yer aldığı görülmektedir (Sak, 2012). Bu bağlamda çeşitli revizyonlar sonucunda 2004 yılında, 6-16 yaş aralığındaki çocukların genel zihinsel yeteneklerini belirlemek amacıyla WISC-IV testi geliştirilmiştir. WISC-IV testinin teorik yapısı Şekil 11’ de özetlenmektedir.



Şekil 11. WISC-IV teorik yapısı

Şekil 11 incelendiğinde WISC-IV testinin genel zekâ başlığı altında sözel kavrama, işleyen bellek, işlem hızı ve algısal akıl yürütme olarak dört temel faktörden oluştuğu görülmektedir. Bu dört temel faktörde, toplamda 15 farklı beceriyi ölçen 10 alt test ve 5 yedek alt test (Genel Bilgi, Sözcük Bulma, Aritmetik, Çiz Çıkar ve Resim Tamamlama) yer

almaktadır (Silverman, 2009; Yiğit, Çelik ve Erden, 2017). Genel Zekâ Puanı ise temel faktörler çerçevesinde 10 alt testten elde edilen standart puanların toplamıdır. WISC-IV testi SB-5 testi gibi Cattell-Horn-Carroll kuramına dayalı bir şekilde geliştirilmiştir. Bu bağlamda testin sözel kavrama bileşeni kristalize yeteneği, algısal akıl yürütme bileşeni ise akıcı akıl yürütmeyi yansıtmaktadır (Newman, 2008). Öte yandan WISC-IV test sürecinde performans kısmına daha fazla yer verilmesi SB-5 testi ile arasındaki önemli farklılıklardan biridir (Özgüven, 2014). Diğer versiyonlarından farkı ise algısal akıl yürütme başlığı altında yer alan testlerde uzamsal akıl yürütme becerisi ölçümlerine ağırlık verilmesidir. Bu doğrultuda bireylerin üstün yetenekli programlarına seçimlerinde, özellikle testin sözel kavrama ve algısal akıl yürütme faktörlerine ilişkin puanlar önemli bir kriter olarak ele alınmaktadır (Silverman, 2009). Ayrıca alt faktörlere ilişkin testler, farklı zekâ türlerinin ölçümü olarak ele alınmayıp genel zekânın farklı yollarla ölçümünü yansıtmaktadır. Testin standardizasyon çalışmaları Amerika'daki 2200, Türkiye'de yedi coğrafi bölgedeki 2225 çocukla gerçekleştirilmiştir (Uluç, Öktem, Erden, Gençöz ve Sezgin, 2011). Çalışma sonucunda SB-5 testi ile benzer şekilde ortalama IQ puanı 100 ve standart sapması 15 olarak hesaplanmıştır. Standardize IQ puan aralıklarının ise 70 ile 130 arasında dağıldığı gözlemlenmiştir (Bain ve Allin, 2005; Carson ve Roid, 2004; Sak, 2012). Sonuç olarak üstün yetenekli bireylerin belirlenmesinde son zamanlarda en sık başvurulan "WISC-IV" göre üstün yetenekliler, 130 ve üstü genel IQ puanına sahip bireyler şeklinde sınıflandırılmıştır (Sontay, 2013).

Tüm bu geliştirilen ölçme araçlarından hareketle, zekânın bilişsel beceriler aracılığı ile dolaylı bir şekilde ölçüldüğü görülmektedir. Ayrıca zekâ ölçümünde araştırmacılar tarafından kullanılan yöntem ve ölçme aracının çeşitlilik içermesine karşın testlerin içerik ve doğası benzerlik gösterebilmektedir. Bu bağlamda incelenen zekâ testlerinin teorik yapısı incelendiğinde, uzamsal akıl yürütme boyutunun ortak bir şekilde testlerde yer aldığı ve bu nedenle üstün yetenekli bireylerin tanımlanmasında belirleyici bir bileşen olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan nitelikli bir zekâ testi için, testin içeriğinin çeşitli üst düzey zihinsel etkinliklere ve bireylerin yaşadığı çevreden edindiği günlük yaşam deneyimlerine yönelik yapılandırılması gerekmektedir (Callahan, Hunsaker, Adams, Moore ve Bland, 1995; Özgüven, 2014). Flynn (1998)'e göre ise gelişen teknoloji ile doğru orantılı olarak nesilden nesile zekâ ortalaması artmakta ve bu durum zekâyâ ilişkin daha güncel ve üst düzey

becerileri içeren ölçme araçlarına gereksinim duyulmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak, üstün yetenekli bireylerin zekâ düzeylerinin belirleyicisi olan her bir zihinsel becerinin ölçümünde bağlam temelli güncel içeriklerin oluşturulması gerek zihinsel gelişimlerinin takibi gerekse bu gelişime olumlu katkı sağlayan üst düzey öğretim ortamlarının tasarlanması açısından önemli bir role sahiptir.

2.2. Üstün Yetenekliler ve Fen Bilimleri Eğitiminin Önemi

Üstün yetenekli bireyler klasik bir şekilde, farklı bilişsel bileşenleri içeren zekâ testlerinden 130 ve üzeri IQ puan alabilen bireyler olarak tanımlanmaktadır (Levent, 2014). Fakat üstün yeteneğin kavramsallaştırılması sürecine bakıldığında bu tanımın ötesinde, öğrenme durumlarını etkileyen bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri içeren birçok faktöre yer verildiği görülmektedir. Bu bağlamda üstün yetenekliliğin tanımlanması amacıyla ortaya konulan birçok teori ve modelde, bireylerin sahip oldukları bu becerileri kullanarak özel akademik alanlarda üst düzeyde performans sergileyebilecekleri öne sürülmüştür (Heller, Perleth ve Lim, 2005; Renzulli, 1986). Ayrıca üstün yetenekli öğrencilerin farklı akademik alanlardaki üst düzey zihinsel becerilerin gelişimini hedefleyen zenginleştirilmiş öğretim programları, sonraki öğrenme durumları için de önemli bir role sahiptir. Bu bağlamda, üstün yetenekli öğrencilere yönelik gerçekleştirilen eğitim ve öğretim faaliyetleri planlanırken, herhangi bir disiplinin diğer disiplinlerle arasındaki ilişkilerde göz önünde bulundurularak, üst düzey derinlemesine bilgi, beceri ve davranış kazandırılmasına odaklanılmalıdır (MEB, 2001).

Fen bilimleri, üstün yetenekli bireylerin hipotetik, analitik, yaratıcı, sorgulayıcı ve eleştirel düşünme gibi üst düzey bilişsel öğrenme ortamlarının sağlanabileceği bir disiplin özelliğindedir. Bu doğrultuda üstün yetenekli öğrencilere verilecek fen bilimleri eğitiminde, derin konulara yer verilmeli, gerçeklerin ezberlenmesinden ziyade kavramların anlaşılmasına odaklanılmalı, öğrencilere aktif birer araştırmacı olarak yaklaşılmalı, bilimi sevdirek bilimsel düşünme alışkanlığı kazandırılmalıdır (Van Tassel-Baska, 1994). Öte yandan üstün yeteneklilerin fen bilimleri alanında akranlarına kıyasla üst düzey akademik performans göstermeleri beklenmektedir. Bu bağlamda üstün yetenekli öğrencilerin, fen bilimlerine

ilişkin öğrenme süreçlerinde sergilemesi beklenen davranışlar “ilgi, merak ve istek” ve “ üst düzey bilişsel beceriler” olmak üzere iki kısımda Tablo 3’te özetlenmiştir (Csikszentmihalyi, 1988; Soares, 2016; Taber, 2007a; Taber 2007b; Yager, 1982).

Tablo 3

Üstün Yeteneklilerin Fen Bilimleri Alanında Sergilemesi Gereken Davranışlar

<i>İlgi, merak ve istek</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Bilimsel olguları araştırmaya yüksek düzeyde ilgili ve isteklidir. - Gözlem yapma ve sorgulamaya karşı eğilimlidir. - Çevrede gözlemediği nesnelere türlerine göre ayırma ve sınıflandırmaya ilgi duyar. - Bilimsel kelimelerin kökenini merak ederler. - Bilimsel eserleri biriktirmeye yönelik hobiler geliştirirler. - Bilimsel deneyler yapmaya isteklidirler.
<i>Üst Düzey Bilişsel Beceriler</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Sıra dışı bilimsel bilgileri çabuk öğrenirler. - Bilimsel kavramlar ve gözlemlenen olgular arasında bağlantı kurabilirler. - Bilimsel model ve teorileri hızlı bir şekilde anlayabilirler. - Kolay bir şekilde hipotez kurabilir, değişkenleri manipüle edip sonuçlar hakkında çıkarımda bulunabilirler. - Aşırı genellenmiş açıklamalardan tatmin olmazlar. - Bilimsel kavram ve olguları günlük yaşamla ilişkilendirebilirler. - Güncel bilimsel konu, model ve teorileri hızlı bir şekilde kavrayabilirler. - Kanıta dayalı bilimsel sonuçların geçerlilik ve güvenilirliğini sorgularlar. - Çıkarımları test etmek ya da kanıt toplamak amacıyla çeşitli alternatif stratejiler geliştirirler. - Aralarındaki bağlantı belirli olmayan bilimsel verilere ilişkin desenler oluştururlar. - Bilimsel olgulara ilişkin geçerli açıklamalar yaparken yaratıcı ve olağandışı performans gösterirler. - Bilimsel bir olguyu ya da kavramı açıklarken bilimsel teori ve modelleri kullanır, ayrıntıları araştırırlar. - Deneyimlediği bilimsel olgulara ilişkin geçeli ve yaratıcı bilimsel açıklamalar üretirler. - Bilimsel olgulara yönelik açıklamalarında zengin bilimsel bir dil kullanırlar.

Üstün yetenekli öğrencilerin bu becerilere sahip olma ve performansa dönüştürme durumları özellikle içerisinde buldukları öğretim süreçlerinin niteliğine göre çeşitlilik

gösterebilmektedir. Feng ve arkadaşlarının (2005), 3, 4. ve 5. sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerle gerçekleştirdikleri çalışmada, kapsamlı kavramlara, üst düzey düşünmeye, problem çözmeye, sorgulamaya, teknolojiye ve bilimsel süreç becerilerine odaklanmış fen bilimleri öğretim süreçlerinin, bu alana ilişkin akademik başarıyı artırıcı etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Singh (2008)'e göre özellikle 13-15 yaş dönemindeki üstün yetenekli öğrenciler için zorlayıcı türdeki öğrenme süreçleri, fen bilimlerine ilişkin üst düzey becerilerin gelişimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Sonuç olarak fen bilimleri alanında kariyer yapmaya ve bu süreçte önemli ilerlemeler gerçekleştirme potansiyeline sahip üstün yeteneklilerin, bilime ilişkin öğrenme deneyimlerinin erken yaşlardan itibaren kazandırılması gerekmektedir (Marshall, McGee ve McLaren, 2011; Robbins, 2011; DeWitt ve Osborne, 2010).

Fen bilimleri, doğası gereği soyut ve karmaşık konuları içermesi nedeniyle birçok öğrenci tarafından öğrenmesi zor bir alan olarak düşünülmektedir (Lang, Wong ve Fraser, 2005; Coates, 2006). Johnes ve Broadwell (2008) ortaokul ve lise düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirdikleri kapsamlı çalışmalarında, öğrencilerin özellikle atmosferin katmanları, manyetizma, volkanlar, elektromanyetizma, jeolojik zaman, topografik haritalar, hücre bölünmesi, kimyasal bileşikler, DNA ve mikrobiyoloji gibi görsel sunumlara dayalı fen bilimleri konularını zor bulduklarını belirlemişlerdir. Öte yandan bu tür zihinsel zorlayıcı konular, üstün yetenekli öğrencilerin öğrenme süreçlerinde meraklı ve istekli olmalarını sağlamaktadır. Çünkü üstün yetenekli öğrenciler akranlarının aksine, üst bilişsel öğrenme stratejilerini kullanarak karmaşık bilgileri ve desenleri ayrıntılı bir şekilde organize edebilir ve çabuk kavrayabilirler (Lovecky, 1994; Wilkonson, 1993). Georgousi, Kampourakis ve Tsapalis (2001) 6, 7. ve 8. sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin bilime yönelik ilgilerini, özellikle mikro düzeydeki nesnelere içeren fen bilimleri konularının artırdığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda diğer fen bilimleri konularında yer alan enerji dönüşümleri, güneş ve ay tutulması, voltaj, fotosentez, mevsimler, karbon döngüsü, Ay'ın evreleri, kimyasal bağlar, Newton yasaları, DNA vb. gibi kavram ve olgular, üstün yeteneklilerin fen bilimlerine yönelik ilgilerini ve dolayısıyla akademik başarılarını artırmada yeterli düzeyde karmaşık süreçleri içermektedir. Öte yandan fizik, kimya ve biyoloji gibi temel bilim alanlarının ötesinde astronomi ise gerek bu türde üst düzey düşünmeye zorlayan gerekse bu

kavram ve olguların birçoğunun interdisipliner şekilde ele alınmasını sağlayan önemli bir fen bilimleri eğitimi aracıdır. Tüm bu durumlardan hareketle, üstün yetenekli öğrencilere fen bilimleri alanında üst düzey becerilerin kazandırılması ve geliştirilmesi, üstün yeteneklilerin bu alanda kariyer yaparak gelecekte toplum için yararlı bilimsel ürünler ortaya koyabilmeleri açısından önem taşımaktadır.

2.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Astronomi

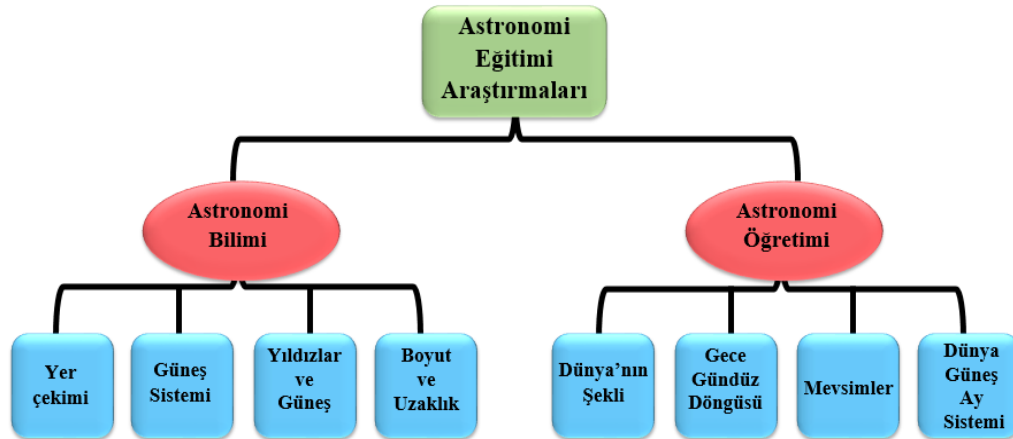
Üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimleri eğitimi sürecinde, fizik, kimya, biyoloji gibi temel bilim alanlarına ilişkin birçok kavram ve olguyu sadece birikimli bir şekilde öğrenimi arzu edilen bir durum değildir. Bu durumun aksine farklı disiplinler arasında bilgi transferinin yapılması öğrenme çıktılarını daha nitelikli hale getirebilmektedir (Bailey, Morris, Thompson, Feldman ve Demetrikopoulos, 2016). Bilgi transferi, bireyin bir alan hakkındaki bilgi ve becerilerini farklı bir alanda kullanabilme durumlarına ilişkin üst düzey bir düşünme becerisidir (Sasson ve Dori, 2012; Schönborn ve Bögeholz, 2009). Bu bağlamda astronomi, “ısı, sıcaklık, ışık, dalga boyu, elementler, hız, ivme, sera etkisi, yoğunluk, DNA, RNA, kütle çekimi, atmosfer, mikroorganizma, frekans, yansıma, kırılma, manyetizma, elektron” vb. gibi farklı bilimsel disiplinlerin (fizik, kimya, biyoloji, arkeoloji, coğrafya) odağını oluşturan kavram ve olguların disiplinler arası transfer sürecini gerektiren interdisipliner bir bilim dalıdır.

Gökyüzünde gözlemlediğimiz alan, evrenin sadece küçük bir bölümüdür. Bu duruma rağmen astronomi, bireylere Dünya üzerinde ulaşılması imkansız ve zor olan ekstrem ortamların incelenmesi için doğal ve geniş bir fen bilimleri laboratuvar ortamı sağlamaktadır. Bu özelliği nedeniyle astronomi, geçmişte Galileo, Kepler, Kopernik ve Newton gibi önemli birçok bilim insanında olduğu gibi bugünde bireyleri bilimsel yöntemi kullanmaya teşvik etmektedir (Betz, 2011; Padalkar, 2010). Aynı zamanda fen bilimleri eğitiminin temel amaçları arasında yer alan tümevarımsal ve tümdengelimsel akıl yürütme, uzamsal düşünme ve problem çözme gibi üst düzey becerilerin kazandırılmasında astronomi konuları önemli bir role sahiptir. Bu nedenle astronomi, fen bilimleri öğretiminin tamamlayıcısı bir parçasıdır (Yair, Mintz ve Litvak, 2001; Trumper, 2006).

Astronomi konularında yer alan makro yapıların etkileşimleri sonucunda gözlemlenen bilimsel olgular karmaşık süreçler içerebilmektedir. Özellikle üç boyutlu düşünme gerektiren, Ay'ın evreleri, mevsimler, gece-gündüz oluşumu, Güneş ve Ay tutulması vb. temel astronomi konuları, üstün yetenekli öğrenciler için hem merak uyandırıcı hem de zorlayıcı özelliğe sahiptir (Hollow, 2005). Sonuç olarak öğrenme sürecindeki bu türde zihinsel zorlayıcı durumların oluşturulması, üstün yetenekli öğrencilerin öğrenmelerine kolaylaştırıcı etki gösterebilmesine karşın öğretim sürecinde dikkat edilmediği takdirde akranları ile benzer bir şekilde eksik ya da yanlış kavramsal anlayışlar oluşturmalarına da neden olabilmektedir (Kim, Yu, ve Choe, 2011; Kolar ve Ho-Wisniewski, 2009).

2.3.1 Temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlar

Astronomi, interdisipliner yapısı gereği fizik, kimya, biyoloji, arkeoloji, jeoloji vb. gibi birçok bilim dalını içermektedir. Bu nedenle astronomi konularının öğretim süreci, farklı bilim dallarında yer alan kavram ve olguların etkileşimli bir şekilde ele alındığı üst düzey düşünme süreçlerini içermektedir. Öte yandan, nitelikli öğrenme çıktılarının oluşturulabilmesi için bireylere, analiz, sentez, değerlendirme ve yaratıcılık gibi üst düzeyde bilişsel becerilerin beraberinde konulara ilişkin kavramsal anlayışlarında kazandırılması gerekmektedir (Taber ve Corrie, 2007). Kavramsal anlayış, bireylerin kavramları, ilkeleri ve bunlar arasındaki ilişkileri içselleştirme durumlarıdır (West ve Pines, 1984). Astronomiye ilişkin kavram ve olguların, bireylere ilkökul döneminden itibaren öğretilmeye başlanmasına rağmen ilerleyen yıllarda içselleştirilmesi ile ilgili zorluklar yaşanabilmektedir (Brunsell ve Marks, 2007; Vosniadou ve Brewer, 1990). Bu bağlamda son yıllarda astronomi eğitimine ilişkin gerçekleştirilen çalışmaların farklı yaş dönemindeki bireylerin kavramsal anlayışlarını incelemeye yönelik olduğu görülmektedir (Bilici vd., 2011; Eriksson vd., 2014; Kalkan vd., 2014). Astronomi eğitimi alanındaki derleme çalışmalarda bu kavram ve olguların yer aldığı astronomi konu başlıkları Şekil 12'de sunulmuştur (Bailey ve Slater, 2003; Bretones ve Neto, 2011; Lelliott ve Rolnick, 2010; Wall, 1973).



Şekil 12. Astronomi eğitimi araştırmalarında yer alan konular (Eriksson vd., 2014)

Şekil 12’de yer alan konulara yönelik yapılan çalışmalarda, bireylerin özellikle “gece-gündüz döngüsü”, “mevsimler”, “Dünya-Güneş-Ay Sistemi” ve “Güneş sistemi ve yıldızlar” gibi dört temel astronomi konusuna yönelik geliştirdikleri kavramsal anlayışlarının yanlışlar ve eksiklikler içerdiği görülmüştür (Bilici vd., 2011; Lelliott ve Rolnick, 2010; Eriksson vd., 2014). Bu dört temel astronomi konusu çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmalarda farklı yaş dönemindeki bireylerin sahip olduğu ortak kavramsal anlayışlara ilişkin yanlışlar Tablo 4’te özetlenmiştir (Atwood ve Atwood, 1997; Frede, 2006; Kanlı, 2014; Kanlı, 2015; Küçüközer, 2007; Stover ve Saunders, 2000; Summers ve Mant, 1995; Trumper, 2000; Trumper 2001a; Trumper 2001b; Trumper, 2003; Zeilik vd., 1997)

Tablo 4

Temel Astronomi Konularına Göre Kavram Yanılgıları

Konu	Kavramsal Anlayışlara İlişkin Yanılgılar
<i>Dünya-Güneş-Ay Sistemi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Güneş, Dünya’nın etrafında dolanır. - Ay’ın evreleri, Ay’ın Güneş etrafındaki dolanım hareketi sonucunda oluşur. - Ay’ın evrelerinde, Ay Dünya’nın gölgesine girmektedir. - Güneş tutulmasının gerçekleşmesi için Ay’ın dolunay evresinde olması gerekir. - Ay kendi eksenini etrafında dönmez. - Ay’ın evrelerinde, Ay Güneş’in gölgesine girmektedir. - Ay’ın evreleri, Ay üzerine düşen gölgeler sonucu oluşmaktadır.

<p><i>Gece ve Gündüz Oluşumu</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanım hareketi sonucunda gece ve gündüz oluşur - Gece-gündüz döngüsünün nedeni Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketidir. - Ay'ın, gece-gündüz döngüsünün oluşumunda etkisi vardır.
<p><i>Mevsimler</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dünya'nın eğim açısı mevsimden mevsime değişir. - Mevsimlerin değişiminde etkili olan gök cisimleri Dünya, Güneş ve Ay'dır. - Yaz mevsiminin kış mevsiminden sıcak olmasının temel nedeni, Dünya'nın yaz aylarında Güneş'e daha yakın olmasıdır. - Mevsimlerin değişiminin sebebi, Güneş ile Dünya ya da Güneş, Dünya ve Ay arasındaki uzaklığın değişmesidir. - Yaz mevsiminin kış mevsiminden sıcak olmasının temel nedeni Dünya'nın, Güneş etrafında hareket ederken aynı zamanda kendi eksenini etrafında ileri geri dönmesidir. - Mevsimlerin nedeni Güneş ve Dünya arasındaki mesafedir. - Mevsimlerin oluşum nedeni, Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanım hareketidir. - Mevsimlerin oluşum nedeni, Dünya'nın Güneş etrafındaki eliptik hareketidir. - Dünya, yaz mevsiminde Güneş'e daha yakındır.
<p><i>Güneş Sistemi ve Yıldızlar</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Güneş, evrenin merkezidir. - Samanyolu galaksisi, evrenin merkezidir. - Yıldızlar, gezegenler gibi güneş ışığını yansıtırlar.

Tablo 4'e göre, "*Dünya-Güneş-Ay Sistemi*", Ay'ın evreleri, Ay ve Güneş tutulması; "*Güneş Sistemi ve Yıldızlar*" ise gezegenlerin dinamik hareketi ve takımyıldızları gibi alt konuları içermektedir. "*Dünya-Güneş-Ay sistemi*" konusundaki kavramsal anlayışlara ilişkin yanılgıların daha çok Ay'ın evrelerinin oluşum sürecini açıklamaya yönelik olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca farklı yaş dönemindeki bireylerin ortak ve yanlış bir şekilde mevsimlerin oluşum nedenini, Dünya ve Güneş arasındaki uzaklıkla ilişkili olarak açıkladıkları görülmüştür. Bunların dışında, çalışmalar sonucunda bireylerin özellikle

göreceli hareket ve uzaklığı kavramsallaştırmada zorluk yaşadıkları da belirlenmiştir. Astronomi konularının öğrenimi sürecinde karşılaşılan bu sorunların çözümlenebilmesi için öncelikli olarak mevcut durum belirlenerek problemlerin doğasının anlaşılması gerekmektedir. Sonuç olarak, bu alandaki birçok araştırmacıya göre bu kavram yanılgılarının temelinde gökcisimlerinin statik ve dinamik özelliklerinin farklı perspektiflerden eş zamanlı ve zihinsel olarak üç boyutlu bir şekilde canlandırılmaması yer almaktadır (Barnett ve Morran, 2002; Black, 2005; Eriksson vd., 2014; Gazit, Yair ve Chen, 2005; Işık vd., 2012; Plummer, Kocareli ve Slagle, 2014; Plummer ve Maynard, 2014; Türk, Kalkan, Kiroğlu ve Ocak İskeleli, 2016; Yu ve Sahami, 2007).

2.4. Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi

İnsanlar çevrelerinde sürekli etkileşim halinde oldukları üç boyutlu doğal ve insan yapımı yapıları, konum, uzaklık, yön, şekil ve desenleme gibi uzamsal özelliklerini kullanarak anlamlandırmaya çalışmaktadırlar (NRC, 2006). Üç boyutlu düşünme olarak da adlandırılabilen uzamsal düşünme, günlük yaşamda sıklıkla kullanılması gereken önemli bir problem çözme becerisidir (Golledge, Marsh ve Battersby, 2008a; Mathewson 1999; Newcombe, 2010). Zihinsel becerilerin bir birikimi olan uzamsal düşünmenin üç önemli bileşeni vardır. Bunlar, mekân kavramları, sunum araçları ve akıl yürütme sürecidir (Scholz, Huynh, Brysch ve Scholz, 2014). Mekân kavramları basitten karmaşığa doğru, konum, büyüklük, şekil, uzaklık, referans çerçevesi, kesit, bitişiklik, açı, koordinat, kesit, aralık, eğim, harita izdüşümü, sanal gerçeklik gibi kavramları içermektedir (Golledge, Marsh ve Battersby, 2008b). Haritalar, diyagramlar, grafikler ve modeller ise, uzamsal düşünmenin sunum araçları bileşeninde yer almaktadır. Son olarak akıl yürütme süreçleri ise bireylerin kavram ve araçları kullanarak uzamsal yapılar arasındaki ilişkilere yönelik karar verme durumlarını kapsamaktadır. Bu çerçevede Kim ve Berdnaz (2013) uzamsal düşünmeyi, uzamsal kavram ve sunum araçlarını kullanma süreçlerinde akıl yürütme süreçlerinin yansıtıcı değerlendirmesi olarak ele almıştır.

Uzamsal yetenek, uzamsal düşünmeye göre daha dar kapsamlı bir kavram olup, mekân kavramları, sunum araçları ve akıl yürütme bileşenleri arasında bağlantının kurulduğu bir

ölçüm sürecinde gösterilen zihinsel bir performanstır (NRC, 2006). Yirminci yüzyılın ortalarında uzamsal yeteneklere ilişkin bireysel farklılıklar üzerine yürütülen çalışmalarda, özellikle uzamsal yeteneğin içerdiği faktörlerin belirlenmesine odaklanıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların sonucunda ise uzamsal yeteneğin tek bir boyuttan oluşmadığı ve birbiri ile ilişki birçok faktörden oluştuğu öne sürülmüştür. Sonuç olarak farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulan faktörler ve bu faktörlerin ölçümünde başvurulan ölçme araçları Tablo 5’te sunulmuştur (Hegarty ve Waller, 2005).

Tablo 5

Uzamsal Yeteneği Oluşturan Faktör Analizi Çalışmaları, Faktörler ve Ölçme Araçları

Çalışma	Faktörler	Ölçme araçları
Michael, Guilford, Fruchter ve Zimmerman (1957)	Uzamsal görselleştirme Uzamsal ilişkiler ve uyum Kinestetik imgeler	Kâğıt katlama Şekil tahtası Küp karşılaştırma testi Guilford-Zimmerman Uzamsal Uyum Kart döndürme El testi
Ekstrom, French, Harmon ve Derman (1976)	Uzamsal görselleştirme Uzamsal uyum	Kâğıt katlama Küp karşılaştırma testi Kart döndürme testi
McGee (1979)	Uzamsal görselleştirme Uzamsal Uyum	Kâğıt katlama Guilford-Zimmerman Uzamsal Uyum
Linn ve Petersen (1985)	Uzamsal algı Zihinsel döndürme Uzamsal görselleştirme	Su seviyesi görevi Zihinsel döndürme testi Kart döndürme testi Gömülü şekiller Saklı şekiller Kâğıt katlama Şekil tahtası Blok deseni Guilford-Zimmerman Uzamsal Uyum

Lohman (1988)	Uzamsal görselleştirme Uzamsal ilişkiler Uzamsal uyum	Kâğıt katlama Şekil tahtası Küp karşılaştırma testi Kart döndürme Guilford-Zimmerman Uzamsal Uyum
Carroll (1993)	Uzamsal görselleştirme Uzamsal ilişkiler Tamamlama hızı Tamamlama esnekliği Algısal hız Görsel hafıza	Kâğıt katlama Şekil tahtası Küp karşılaştırma testi Guilford-Zimmerman Uzamsal Uyum Kart döndürme Karmaşık resimler Saklı şekiller Özdeş şekiller Silverman-Eals görsel hafıza görevi
Uttal ve diğerleri (2013)	İçsel statik Dışsal statik İçsel dinamik Dışsal dinamik	Gömülü şekiller Labirent görevi Kâğıt katlama Şekil tahtası Blok deseni Zihinsel kesme Küp karşılaştırma Purdue uzamsal görselleştirme testi Kart döndürme testi Su seviyesi görevi Su saati Çekül ipi Çapraz çubuk Çubuk ve çerçeve testi Piaget üç dağ görevi Guilford-Zimmerman Uzamsal Uyum

Tablo 5'te sunulan uzamsal yeteneğe ilişkin faktörlerden bazıları bağımsız bilişsel bir yapı olarak ele alınırken bazıları ise bireylerin zekâ düzeylerinin belirleyicisi olarak ele alınmıştır. Uzamsal yeteneğe ilişkin gerçekleştirilen faktör analizi çalışmalarında ise uzamsal yetenek testlerinden elde edilen puanın, genel zekânın en iyi ölçümü olduğu ifade edilmiştir (Lohman, 1996). Örneğin CHC zekâ kuramının kurucularından Carroll (1993) uzamsal yeteneği, üç boyutlu objelerin şekil ve pozisyonunun kavranarak zihinsel imgeler üretilmesi ve bu imgelerin manipüle edilerek akıl yürütülmesi şeklinde tanımlayarak genel zekâyâ bağımlı bir şekilde altı faktör içerdiğini öne sürmüştür. Ekstrom, French, Harmon ve Derman

(1976) ve McGee(1979)'e göre ise uzamsal yetenek, diğer çalışmalarda da ortak bir şekilde yer alan uzamsal uyum sağlama ve uzamsal görselleştirme şeklinde iki kısımdan oluşmaktadır. Uzamsal uyum sağlama üç boyutlu nesnelere algılanması ve zihinsel olarak uzay ortamına taşınabilmesi yeteneğidir. Uzamsal görselleştirme ise üç boyutlu nesnelere dönüştürülmesi ve manipüle edilmesini gerektiren bir üst düzey beceridir.

Uttal ve diğerleri (2013) tarafından gerçekleştirilen güncel meta-analiz çalışmasında, diğer psikometrik yaklaşımların sergilendiği çalışmalardan farklı olarak uzamsal yetenek kavramı dilbilimsel, bilişsel ve nörobilimsel açıdan ele alınmıştır. Bu bağlamda uzamsal yetenek, öncelikle içsel ve dışsal bilgiler olarak iki temel boyutta ele alınmıştır. İçsel bilgiler, belirli bir nesnenin parçaları arasındaki uzamsal ilişkilerden yararlanarak nesneyi tanımlama sürecidir. Dışsal bilgiler ise, farklı nesnelere arasındaki uzamsal ilişkilerin birbirine göre ya da genel bir çerçevede ele alınmasıdır. Bu iki tür bilgi daha sonra nesnelere statik ve dinamik durumlarına göre dört faktöre ayrılarak uzamsal yetenek başlığı altında toplanmıştır. Buna göre uzamsal yeteneğe ilişkin gerçekleştirilen önceki faktör analizi çalışmaları çerçevesinde içsel ve dışsal statik uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme; dışsal statik ise, uzamsal algı faktörüne karşılık gelmektedir (Uttal vd, 2013). Okamoto, Kotsopoulos, McGarvey ve Hallowell (2015), ise bu sınıflandırmayı Uttal ve arkadaşlarından farklı olarak uzamsal akıl yürütme başlığında yeniden ele almıştır. Uzamsal akıl yürütme harita, diyagram, model gibi uzamsal sunum araçlarından yararlanarak üç boyutlu nesnelere zihinsel konumlandırma, döndürme ve perspektif durumlarıyla ilişkili verilere dayalı muhakeme etme becerisi olarak tanımlanabilir (Heyer, 2012; Padalkar, 2010). Padalkar (2010) uzamsal akıl yürütme becerilerinin bilgiye ulaşma, bilgiyi analiz etme ve kullanma şeklinde üç aşamalı süreci içeren alt becerilerden oluştuğunu öne sürmüştür. Buna göre bilgiye ulaşma sürecine ilişkin basit düzeyde uzamsal akıl yürütme becerisi, “*tanımlama, listeleme, farkına varma, geri çağırma, gözlemlenme, betimleme, seçme, tamamlama, sayma ve eşleştirme*” gibi alt becerilerden oluşmaktadır. Bilgiyi analiz etme sürecine ilişkin orta düzeyde uzamsal akıl yürütme becerisi, “*açıklama, analiz etme, nedensellik kurma, karşılaştırma, sınıflandırma, organize etme, özetleme, sentezleme, çıkarımda bulunma, örneklendirme, analogi kurma, deney yapma ve sonuçları sıralama*” gibi bilişsel becerileri kapsamaktadır. Son olarak, analiz edilen bilgiyi kullanma sürecine ilişkin ileri düzeyde akıl yürütme becerisinde ise,

“değerlendirme, yargıda bulunma, tahmin etme, öngörme, hipotez kurma, planlama, yaratma, tasarlama, icat etme, hayal kurma, genelleme ve model oluşturma” gibi alt beceriler yer almaktadır. Öte yandan Okamoto ve diğerleri (2015) ise uzamsal akıl yürütme becerisini statik ve dinamik olarak iki temel başlık şeklinde sunmuşlardır. Buna göre Okamoto ve diğerleri (2015) tarafından statik ve dinamik temel faktörlerine bağlı olarak ortaya konulan alt faktörlerin tanımları ve kullanılan ölçme araçları Tablo 6’da yer almaktadır.

Tablo 6

Uzamsal Akıl Yürütme Becerisinin Boyutları ve Kullanılan Ölçme Araçları

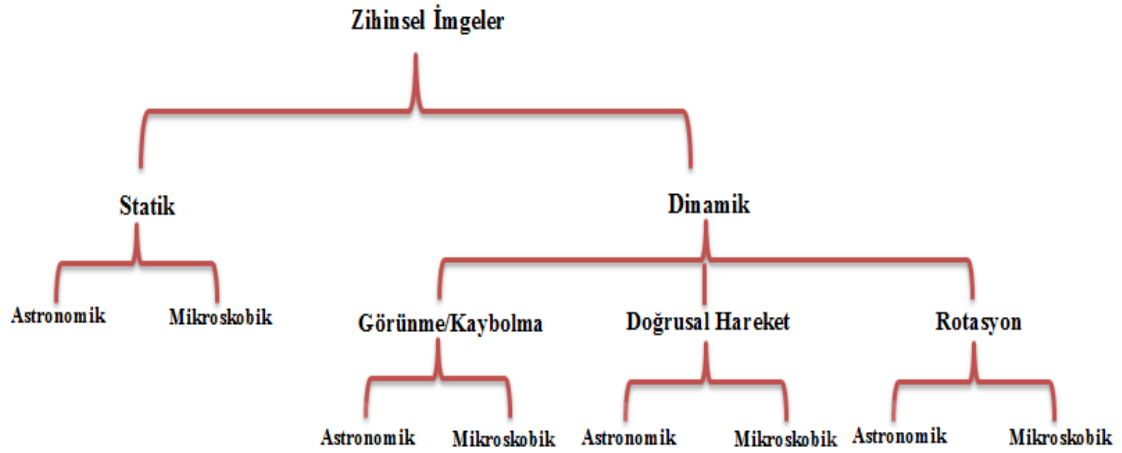
Temel Faktör	Alt Faktör ve Tanımı	Ölçme aracı
<i>Statik</i>	<i>İçsel statik:</i> Nesnelerin göreceli veya bağımsız olarak şekil, büyüklük, uzaklık, kapalı ve açık halleri gibi durağan uzamsal özelliklerine ilişkin karar verme becerisidir	Gömülü şekil testi Saklı şekiller testi Raven’in İlerleme Matrisleri
	<i>Dışsal statik:</i> Hareketli üç boyutlu nesnenin, başlangıç konumunu referans alarak sonraki durumu tanımlamasıdır.	Su seviyesi testi Çekül ipi Çubuk ve çerçeve testi
<i>Dinamik</i>	<i>İçsel dinamik:</i> İki ya da üç boyutlu nesnelere, zihinsel döndürme ya da manipüle etme becerisi.	Benzer zihinsel rotasyon görevi Üç boyutlu zihinsel döndürme bloğu görevi İki boyutlu zihinsel dönüşümler görevi İki boyutlu zihinsel kâğıt katlama testi Zihinsel kesme testi
	<i>Dışsal dinamik:</i> Hareketli üç boyutlu nesnelere arasındaki ilişkiyi ya da farklı bakış açılarından birbirilerine göre konumlarını zihinsel görselleştirme becerisi	Çocuklar için bakış açısı testi Yer öğrenimi: nesne uyumu

Tablo 6 incelendiğinde dışsal dinamik boyutu haricinde diğer tüm boyutlara ilişkin uzamsal akıl yürütme becerisi düzeylerinin klasik bir şekilde psikometrik testler ile belirlendiği görülmektedir. Uygulanan bu testlerin içeriği incelendiğinde ise sunulan şekil ve

diyagramların sadece ilgili göreve odaklı olup herhangi bir bağlama sahip olmadığı ve mantıksal bir diziden oluştuğu görülmektedir. Öte yandan son yıllarda geliştirilen modern ölçme araçlarının ise, çevrenin haritasının oluşturulması, harita okuma ve en yakın komşuyu bulma gibi bağlamsal zihinsel görevlerle sınırlı olduğu görülmektedir (Newcombe, 2010).

Lee ve Berdnarz (2012)'a göre bilimsel disiplinler, uzamsal akıl yürütme süreçlerine ilişkin bağlam oluşturmada önemli bir yere sahiptir. Çünkü özellikle günlük hayatta deneyimlediğimiz fen bilimlerinde yer alan hücre bölünmesi, DNA, X-ışınları, elektromanyetik dalgalar, kimyasal bileşikler, atomun yapısı gibi birçok bilimsel kavram ve olgu uzamsal akıl yürütmeyi gerektirmektedir (Yılmaz, 2009). Nitekim fizik, kimya ve biyoloji gibi temel fen bilimleri alanlarında yer alan üç boyutlu model ve görsel araçlar uzamsal akıl yürütme becerisini geliştirici özelliktedir (Huk, 2006; Wu ve Shah, 2004). Öte yandan fen bilimlerine ilişkin daha karmaşık yapıları üç boyutlu model ve görsellerin zihinsel dönüştürülmesi ve manipüle edilmesi ise üst düzeyde uzamsal akıl yürütme becerisine sahip olmayı gerektirmektedir. Yüksek düzeyde uzamsal akıl yürütebilen bireyler, fen bilimleri konularında yer alan karmaşık bilimsel ilkelere ilişkin görsel sunumlar oluşturabilir ve sonrasında bunları manipüle ederek kavramsal bilgilerini geliştirebilirler (Kozhevnikov, Motes ve Hegarty, 2007; Trickett ve Trafton, 2007). Bu nedenle uzamsal akıl yürütme süreçleri fen bilimleri alanlarına yönelik akademik başarıda üst düzey performans göstermede önemli bir paya sahiptir.

Uzamsal akıl yürütme becerisi yeterli düzeyde olmayan bireyler, bu becerinin kullanımını gerektiren farklı bilim dallarına ait konuları anlamlandırmada sorun yaşayabilmektedirler (Barnea ve Dori, 1999; Padalkar ve Ramadas, 2011). Al-Balushi ve Coll (2013), bu sorunun çözümünde zihinsel imgelerin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Buna göre gerçekleştirdikleri çalışmada, bireylerin mikro ve makro düzeydeki üç boyutlu imgelerin statik ve dinamik durumlarını zihinsel olarak tasarlayabilmeleri ile uzamsal akıl yürütme becerileri arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Bu amaçla bireylerin zihinlerinde üç boyutlu mikro ve makro boyuttaki bilimsel kavram ve olguların canlandırılmasına ilişkin oluşturdukları teorik model Şekil 13'te sunulmaktadır.



Şekil 13. Zihinsel imgeler (Al-Balushi ve Coll, 2013)

Şekil 13'teki model incelendiğinde, mikro ve makro boyuttaki zihinsel imgelerin oluşturulması sürecinde fizik, kimya ve biyoloji gibi bilimsel disiplinlerin yanı sıra astronominin içerdiği kavram ve olgulara da yer verildiği gözlemlenmektedir. Nitekim interdisipliner bir bilim olarak astronomi, çoğunlukla gök cisimlerinin göreceli konumlarına ve üç boyutlu hareketlerine odaklı açıklama süreçlerini içermesi nedeniyle uzamsal akıl yürütme becerisinin gelişiminde önemli bir role sahiptir (Bretones ve Neto, 2011; Heyer, 2012). Örneğin bilim tarihinin kırılma noktalarını oluşturan Galileo, Kepler ve Kopernik gibi bilim insanları, gelişmiş uzamsal yetenekleri aracılığı ile astronomiye ilişkin birçok bilimsel olguyu açıklamaya çalışmış ve üç boyutlu gök cisimlerine ilişkin sistematik gözlemlerine dayanan iki boyutlu diyagramlar çizmişlerdir. Bunların dışında, Dünya'nın şekli ve büyüklüğünün, evrenin uzamsal yapısının, uzay ortamında üç boyutlu objelerin hareketi ve etkileşimi sonucunda gerçekleşen bilimsel olguların, iki, üç ve dört boyutlu sistemlerin zihinde canlandırılması da astronomi eğitimi alanında bireylere öncelikli olarak uzamsal akıl yürütme becerisinin kazandırılması gerektiğini göstermektedir (Jones ve Broadwell, 2008). Sonuç olarak astronomi, bireylerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin ölçümüne ilişkin bağlamın oluşturulmasında önemli bir bilimsel alandır.

Tüm bu durumlardan hareketle, bireylerin sahip olduğu uzamsal akıl yürütme becerisinin sabit olmayıp, astronomi gibi zengin uzamsal kavramları içeren spesifik disiplinlere odaklı öğretim ortamları ile geliştirilebileceği görülmektedir (Orion ve Ault,

2007.). Ayrıca Shea, Lubinski ve Benbow (2001)'un uzamsal beceriler ile fen bilimlerine yönelik akademik başarıyı incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri boylamsal çalışma sonucunda uzamsal akıl yürütme becerisi güçlü olan üstün yetenekli öğrencilerin kariyer seçimlerinde fen bilimleri alanlarına yöneldiği ve bu alanda başarılı ürünler ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu üst düzey becerinin, özellikle üstün yetenekliliği yansıtıcı bir özelliğe sahip olması nedeniyle bir bağlam çerçevesinde zekâ testlerinin mantıksal yapısından bağımsız bir şekilde erken yaşlardan itibaren belirlenmesi ve gelişim sürecinin destekleyici öğretim uygulamaları ile takip edilmesi ayrı bir önem taşımaktadır (Andersen, 2014; Wai, Lubinski ve Benbow, 2009).

2.5. İlgili Araştırmalar

Bu kısımda sırasıyla temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlar ve uzamsal akıl yürütme becerisi değişkenlerine yönelik literatürde yer alan araştırmalara yer verilmiştir. Uzamsal akıl yürütme becerisine ilişkin araştırmalar ise, fen bilimlerine yönelik akademik başarı ve astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlar çerçevesinde ele alınmıştır.

2.5.1. Temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarla ilgili araştırmalar

Astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlara yönelik araştırmalar incelendiğinde çalışmaların özellikle farklı yaş gruplarındaki mevsimler, gece-gündüz oluşumu, Ay'ın evreleri, Güneş ve Ay tutulması gibi temel astronomi konularına ilişkin kavram yanlışlarına odaklandığı görülmektedir. Bu nedenle bu kısımda, gerek kavramsal anlayışların gelişiminde kritik bir dönem içerisinde olan ortaokul öğrencilerinin gerekse bu yanlışların kaynağı olma potansiyeline sahip fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi konuları çerçevesinde sahip oldukları kavramsal anlayışlara ilişkin yanlışlar sunulmuştur.

Kalkan ve diğerleri (2014) çalışmalarında, ilkökul öğretmeni ve 8. sınıf öğrencilerinin temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarını incelemiştir. Bu amaçla mevsimler, tutulmalar, evrendeki konumumuz ve gök cisimlerinin görünür hareketlerine ilişkin etkinlik öncesinde ve sonrasında her iki katılımcı gruba astronomi bilgi testi

uygulanmıştır. Her iki testten elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin, öğrencilere kıyasla özellikle gök cisimlerinin Dünya'ya göre hareketleri, Dünya'nın dönme ve dolanma hareketi, Ay'ın Dünya'nın etrafındaki yörüngesi gibi üç boyutlu düşünme gerektiren konuları kavramsallaştırmada zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Kanlı (2014), fen bilgisi ve fizik öğretmen adayları ile fizik öğretmenlerinin temel astronomi konularına ilişkin kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla üç aşamalı test kullanmıştır. Testin birinci aşaması, mevsimlerin oluşumu, Güneş'in görünür hareketi, Ay'ın evreleri, Ay'ın dönme ve dolanma hareketi ve evrenin merkezine ilişkin sorulardan; ikinci aşaması bu soruların nedenini açıklamaya ilişkin sorulardan; üçüncü aşama ise soruların cevabından emin olma durumuna ilişkin sorulardan oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, katılımcıların ortak bir şekilde mevsimlerin oluşum nedeni, Dünya'nın Güneş etrafındaki eliptik yörüngesi, Güneş tutulması, Ay'ın kendi etrafındaki dönüş hareketi gibi konulara ilişkin kavramsal anlayışlarında yanılgılara sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Kurnaz, Gültekin ve İyibil (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 118 fen bilgisi öğretmen adayının Dünya, Güneş, Ay, gezegen, uydu ve yıldız gibi temel astronomi kavramlarına ilişkin ön bilgileri incelenmiştir. Araştırmada katılımcılardan bu astronomi kavramlarını, sunulan birtakım özellikler ile karşılaştırmaları istenmiş ve sonrasında ise katılımcıların çoğunluğunun, eşleştirmeleri yanlış bir şekilde gerçekleştirdiklerini gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, bir kavramın doğru bir şekilde tanımlanmasının eksiksiz bir şekilde öğrenildiği anlamına gelmediğini ve bunun ötesinde bireylerin kavramlar arasındaki ilişkilere yönelik fikirlerinin de incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Nitekim bu çalışmanın sonucunun, Kurnaz ve Değirmenci (2011)'nin 7-11 yaş arasındaki öğrencilerin temel astronomi kavramlarına ilişkin algılarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmaya ilişkin bulguları desteklediği görülmüştür.

Calderón-Canales, Flores-Camacho ve Gallegos-Cázares (2013), tarafından gerçekleştirilen çalışmada 3. ve 6. sınıf öğrencilerinin Güneş sistemi modeline ilişkin çizimleri incelenmiştir. Çizilen modeller basitten karmaşığa altı farklı sınıfa ayrılmış ve modellerin üst sınıf seviyesine doğru ilerledikçe daha karmaşık bir şekilde sunulduğu gözlemlenmiştir. Buna göre birinci modelde, sadece Dünya, Ay ve Güneş yer alırken hareket ve yörünge kavramlarına yer verilmemiştir. İkinci modelde, Dünya statiktir, Güneş ve Ay ise

aşağı yukarı hareket etmekte ve gece gündüz oluşumu da bu hareketlerle ilişkilendirilmektedir. Üçüncü modelde, diğerlerinde olduğu gibi yine gök cisimlerinden sadece Güneş, Dünya ve Ay'a yer verilmiştir. Bu modelde diğerlerinden farklı olarak Ay, Dünya ve Güneş aşağı yukarı hareket ederken aynı zamanda Dünya'nın kendi eksenini etrafında döndüğünün belirtilmesidir. Dördüncü modelde, aşağı ve yukarı hareket eden bir gezegen eklenmiş olup, Dünya, Güneş ve Ay ise aşağı-yukarı hareketlerinin dışında kendi eksenleri etrafında da dönmektedirler. Fakat gök cisimlerinin arasındaki mesafe tam net verilmemiştir. Beşinci modelde, daha önceki modellerde sunulan gök cisimlerine ilave olarak yıldız ve asteroidler yer almaktadır. Ayrıca Dünya, Güneş'in etrafında bir yörüngede dolanırken Güneş, Ay ve diğer gök cisimleri ise sadece yukarı aşağı hareket etmektedirler. Diğer beş modele göre en kompleks olan altıncı modelde ise Dünya, Ay, ve gezegenler Güneş'in etrafında sıralı bir yörüngede dolmakta ve Güneş ise aşağı yukarı hareket etmektedir. Sonuç olarak sınıf seviyesi ilerledikçe çizimlerin daha kompleks bir şekilde oluşturulduğu, fakat her iki sınıf seviyesindeki öğrencilerin özellikle gök cisimlerinin görünür ve zihinlerinde oluşan hareketlerine ilişkin düşüncelerinin bilimsel bir şekilde ilişkilendirilememesinden dolayı kavramsal yanılgılara sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Göncü (2013) ise çalışmasında, 5. ve 7. sınıf öğrencilerinin kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla iki sınıf düzeyine uygun bir şekilde geliştirdikleri üç aşamalı test uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, beşinci sınıf öğrencilerinin Ay'ın evrelerinin Ay'ın görünen büyüklüğüne göre değişeceği, yıldızların Güneş'ten aldığı ışığı yansıttıkları, Dünya dönmeseydi Güneş ışınlarının Dünya'ya dik bir açı ile gelerek her zaman yaz mevsiminin yaşanacağı, Ay Dünya'nın gölgesine girdiği için Ay'ın evrelerinin oluştuğu ve Güneş'in Dünya etrafında döndüğü şeklinde kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Yedinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin ise beşinci sınıflardan farklı olarak, yıldızların aksine gezegenlerin gökyüzünde gözlemlenemeyeceğine, Güneş'in en büyük gök cisimi olduğuna ve evrenin merkezinin ise Samanyolu galaksisi olduğuna ilişkin kavram yanılgılarına sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Bir başka çalışmada Arıkurt, Durukan ve Şahin (2015), 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin astronomi kavramı ile ilgili görüşlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Gerçekleştirilen enlemsel araştırmada öğrencilere, "Astronomi denince aklınıza ne geliyor? Astronomiyi

nasıl betimlersiniz?” şeklinde açık uçlu soru yönlendirilmiş ve cevapları içerik analizi ile incelenmiştir. Öğrencilerin cevaplarında müfredatla paralel bir şekilde Dünya, Ay, Ay’ın evreleri ve yıldızların özelliklerine değinildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca Ay, Dünya, Güneş, gezegen, yıldız gibi kavramların çoğunu bilimsel olarak ifade edemedikleri ve özellikle Ay’ın evreleri ve yıldızların büyüklüğü konusunda kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Barnett ve Morran (2002), 5. sınıf öğrencilerinin Ay’ın evreleri ve Güneş tutulmalarına ilişkin kavramsal anlayışlarını belirleyerek geliştirdikleri etkinliklerin varsa kavram yanlışlarını gidermede etkililiğini incelemişlerdir. Bu amaçla öğrencilere üç boyutlu bilgisayar modeline dayalı etkinlik öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde, “farklı evrelerde Ay hangi pozisyonudadır?”, “Güneş tutulması sırasında Güneş Dünya ve Ay hangi pozisyonadılar?” ve “Ay’ın evreleri ile ay tutulması arasındaki fark nedir?” şeklinde sorular yönlendirilmiştir. Etkinlik öncesinde öğrencilerin özellikle Ay’ın evrelerini tanımlayabilmelerine karşın Ay, Dünya ve Güneş’in göreceli konum ve hareketlerini bilimsel olarak açıklamada zorlandıkları belirlenmiştir.

Dunlop (2000) çalışmasında, planetaryum etkinlikleri kapsamında 7 ile 14 yaş arasındaki öğrencilerin Dünya, Güneş ve Ay sistemine ilişkin görüşlerini incelemiştir. Buna göre planetaryuma ziyarete gelen araştırmanın katılımcılarına, üç boyutlu bir model yardımı ile gece-gündüz oluşumu, mevsimler ve Ay’ın evreleri gibi konuların öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğretim sürecinde öğrencilerin, Güneş’in Dünya’nın etrafında dönmesi, Ay’ın geceleri Güneş ışığını engellemesi ya da Dünya’nın Güneş’in gölgesine girmesi sonucu gece gündüz oluştuğuna ilişkin kavram yanlışlarına sahip olduklarını gözlemlenmiştir. Ayrıca, Ay’ın Güneş’in etrafında dönmesi, Ay’ın evrelerinin Dünya’nın gölgesinden kaynaklanması ve mevsim farklılıklarının Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığın değişmesi sonucu oluştuğu öğrencilerin sahip oldukları diğer kavram yanlışları olarak belirlenmiştir. Araştırmada, özellikle Ay’ın evreleri ve mevsimler konusunda özellikle bireylerin zihinsel bir şekilde bu modeli oluşturamadıklarından dolayı zorlandıkları belirlenmiştir.

Benzer şekilde Plummer (2006) ise çalışmasında, 1. ve 8. sınıf öğrencilerinin, Güneş, Ay ve yıldızların görünür hareketlerine ilişkin kavramsal anlayışlarını incelemiştir. Bu

amaçla öğrencilere, planetaryum ortamı ile etkileşim halindeyken Güneş, Ay, Yıldız gibi gök cisimlerinin görünür hareketlerine ilişkin açık uçlu sorular yönlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda her iki yaş gurubundaki öğrencilerin, özellikle Ay'ın farklı evrelerindeki görünümünün değişmesinin nedenini uzamsal akıl yürütme süreçlerine başvurarak bilimsel olarak açıklamakta zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Cin (2007) çalışmasında, 8. sınıf öğrencileri ile yarı yapılandırılmış görüşme yaparak onların Dünya'nın şekli, göreceli büyüklüğü, Güneş'e ve Ay'a olan uzaklıkları ile ilgili alternatif kavramsal anlayışlarını incelemiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin çoğunluğu dünyanın küresel bir şekle sahip olduğunu belirtirken, Güneş ve Dünya'nın boyutlarının aynı ya da Dünya'nın Güneş ve Ay'dan daha büyük olduğu, Ay ve Güneş'in ise görünürde aynı büyüklükte olduğu için Dünya'ya olan uzaklıklarının da aynı olduğuna ilişkin yanılgılara sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca bu yanılgıların temelinde, üç boyutlu düşünme süreçlerinde karşılaşılan zorlukların yer aldığı öne sürülmüştür.

Öztürk ve Doğanay (2013) ise çalışmalarında, 5. ve 8. sınıf öğrencilerinin Dünya'nın şekli ve yerçekimine ilişkin kavramsal anlayışlarını ve geliştirdikleri zihinsel modelleri incelemiştir. Bu amaçla öğrencilerin çizimlerini içeren görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada beşinci sınıflara ilişkin çizimlerin çoğunluğunda, insanları Dünya'nın içinde göstermişler ve yer çekimi kuvveti hakkında herhangi bir bilgi vermemişlerdir. Öte yandan sekizinci sınıf öğrencilerinin çoğunluğu beşinci sınıflar ile benzer şekilde Dünya'nın, düzleştirilmiş bir top olduğunu ve insanların bu düzlükte yaşadığını ya da insanların Dünya'nın içinde yaşadıklarını ve yerçekiminin kuzeyden güneye doğru olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak her iki sınıf seviyesinde yer alan öğrencilerin bu iki konuya ilişkin kavramsal yanılgılara sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Plummer ve Maynard (2014) çalışmalarında, 8. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu bir modelden yararlanarak mevsimlerin oluşum nedenine ilişkin açıklamalarını incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin kavramsal anlayışlarına ilişkin beş farklı seviye belirlemişlerdir. Uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğunun mevsimlerin oluşum nedenini Güneş ve Dünya arasındaki uzaklığa bağlı olarak açıkladıkları ve bu nedenle birinci seviyede oldukları belirlenmiştir. İkinci düzeydeki öğrencilerin, Dünya, Güneş ve Ay sisteminde yörünge kavramını anlayabildikleri ve açıklamalarında eksen eğikliği kavramını

kullanabildikleri fakat uzamsal bir şekilde zihinlerinde anlamlandıramadıkları gözlemlenmiştir. Üçüncü seviyede, temel kavramsal bilgileri ile gözlemsel bilgilerini sentezledikleri fakat bilimsel açıklama yapamadıkları, dördüncü seviyede ise açıklama yapabilmelerine rağmen Dünya temelli ve uzay temelli düşünceler arasında bağlantı kuramadıkları tespit edilmiştir. Son seviyede ise bu iki farklı referans çerçevesi arasında geçiş yaparak bilimsel bir şekilde mevsimlerin oluşum nedenini açıklayabildikleri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, mevsimlerin oluşumu gibi temel astronomi konularına ilişkin bilimsel anlayışların geliştirilebilmesi için gerek Dünya merkezli gerek uzay merkezli referans çerçeveleri arasında geçiş yapılmasının gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca geçiş sürecinde özellikle uzamsal düşünme süreçlerine başvurulması ve bu geçişlerin nitelikli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayan değişkenlere odaklanılması önerilmiştir.

Plummer, Kocareli ve Slagle (2014) ise çalışmalarında, 8-9 yaş grubundaki öğrencilerin gök cisimlerinin günlük görünür hareketlerini bilimsel olarak kavramsallaştırmada Dünya merkezli ve uzay merkezli referans çerçevelerinde geçişin nasıl sağlanabileceğini araştırmışlardır. Bu amaçla öğrencilerle gerçekleştirdikleri görüşmeler sonucunda, kinestetik ve üç boyutlu zihinsel düşünceleri içeren öğrenme ortamlarının bu geçişte önemli olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca araştırma sonucunda, erken yaşlarda uzamsal becerileri geliştirmeye yönelik etkinliklerin ilerde fen bilimleri alanındaki akademik başarıyı artırmada etkili olabileceğini öne sürülmüştür.

Diğer çalışmalardan farklı bir şekilde Plummer, Wasko ve Slagle (2011) ise, 8-9 yaş arasındaki normal öğrencilerin yanı sıra aynı yaş grubundaki üstün yetenekli olarak tanılanmış öğrencilerin, gök cisimlerinin günlük hareketlerine ilişkin anlayışlarını incelemişlerdir. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları her iki öğrenme grubuna ilişkin anlayışlar şeklinde dört farklı kategoride sunulmuştur. Buna göre ilk seviyedeki öğrenciler, gezegenlerin hareketine ilişkin herhangi bir bilgiye sahip olmazken, ikinci seviyedekiler Güneş'in hareketsiz olduğuna ilişkin yanılığa sahiplerdir. Üçüncü düzeydeki öğrencilerin, Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki hareketinin sadece Güneş'in görünür hareketindeki değişimlere neden olduğunu öne sürerek bilgilerini tam olarak yapılandıramadıkları gözlemlenmiştir. Son seviyede ise öğrenciler, Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi ile gökyüzünde gözlemledikleri bütün gök cisimlerinin hareketini

ilişkilendirerek bilimsel bir şekilde ifade etmişlerdir. Üstün yetenekli öğrencilerin çoğunluğunun kavramsal anlayışlarının son seviyede yer almasına rağmen ikinci seviyedeki kavram yanlışlarına sahip olanlar da belirlenmiştir. Ayrıca normal öğrencilerin ise, çoğunluğunun birinci düzeydeki kavramsal anlayışları sergiledikleri gözlemlenmiştir. Her iki öğrenci grubu ortak bir şekilde Güneş ve Ay'ın gökyüzünde hareket ettiğini fakat yıldızların hareketsiz olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada gözlemlenen sorunların, öğrencilerin referans çerçeveleri arasındaki geçişinden kaynaklandığı dile getirilmiştir.

Kim, Yu ve Choe (2011) tarafından yedinci sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrenciler ile yürütülen çalışmada, öğrencilerin ay gözlemlerine ilişkin geliştirdikleri kavramsal anlayışlar incelenmiştir. Bu amaçla belirli bir sürede gerçekleştirilen gözlem süreçlerinde öğrencilerden, Güneş'in, Ay'ın ve Dünya'daki gözlemcinin pozisyonunu çizmeleri istenmiştir. Araştırmada öğrencilerin, Ay'ın evrelerine ilişkin çizimlerinde özellikle Ay'ın pozisyonuna yer vererek tek bir referans çerçevesine odaklandıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerden bazılarının Ay'ın dönüş yönünün saat yönünde olduğuna ve Ay'ın evrelerinin Dünya'nın gölgesi ile oluştuğuna ilişkin kavramsal yanlışlara sahip oldukları belirlenmiştir.

Subaşı, Aydın ve Koçak (2015) ise çalışmalarında, üstün yetenekli 7. sınıf öğrencilerinin temel astronomi konularına ilişkin kavramsal algılarını belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, evren, Güneş sistemi, yıldızlar ve yörünge kavramlarına odaklanılmıştır. Görüşme formundan elde edilen sonuçlar bilimsel anlayışa sahip, sınırlı anlayışa sahip, sadece ezber bilgiye sahip, yanlış anlayışlara sahip ve hiçbir bilgiye sahip olmayan şeklinde beş farklı kategoride değerlendirilmiştir. Katılımcıların, özellikle yörünge kavramına ilişkin anlayışlarının bilimsellikten uzak yanlışlar içerdiği belirlenmiştir.

Tüm bu incelenen çalışmalardan hareketle, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışları belirlemek amacıyla gerçekleştirilen araştırmalarda farklı özellikteki gruplara odaklanıldığı fakat bu gruplarda yer alan bireylerin benzer kavramsal yanlışlara sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalarda ise sınıf düzeyi ilerledikçe öğrencilerin temel astronomi konularına ilişkin kavramsal yanlışlarının gözlemlenme sıklığında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Temel astronomi konularından Ay'ın evrelerine ilişkin çalışmalarda, öğrencilerin özellikle göreceli

hareket, boyut ve uzaklığı kavramsallaştırmada zorluk yaşadıkları gözlemlenmektedir. Benzer şekilde bireyler, Güneş sistemi konusunda özellikle gök cisimlerinin göreceli hareketlerine ilişkin kavramsal yanlış anlayışlara sahiptirler. Diğer bir temel konu olan mevsimlerin oluşumuna ilişkin gerçekleştirilen araştırmalarda ise farklı çalışma gruplarında gözlemlenen ortak yanılğı, bireylerin bu olgunun nedenini Güneş ve Dünya arasındaki mesafe ile ilişkilendirerek açıklamalarıdır. Sonuç olarak, üstün yetenekli bireylerinde yer aldığı çalışmalarda belirlenen bu yanılığların temelinde ise, bireylerin özellikle uzamsal akıl yürütme süreçlerinde karşılaştıkları zorlukların yer alması öne çıkan bir durumdur (Sneider, Bar ve Kavanagh, 2011).

2.5.2. Uzamsal akıl yürütme becerisi ile ilgili araştırmalar

Uzamsal akıl yürütme becerisi, özellikle psikometrik alanda kapsamlı çalışmaların yürütüldüğü bilişsel bir özelliktir. Öte yandan uzamsal akıl yürütme becerisi üzerine gerçekleştirilen uzun süreli boylamsal çalışmalar, bu becerinin fen bilimleri alanında yer alan biyoloji, fizik, kimya, jeoloji ve astronomi gibi disiplinlere ilişkin akademik başarının önemli bir yordayıcısı olduğunu göstermiştir (Wai, Lubinski ve Benbow, 2009). Bu doğrultuda bu kısımda, araştırmada incelenen diğer değişkenler olan bireylerin fen bilimleri başarısı ve astronomiye ilişkin kavramsal anlayışları çerçevesinde uzamsal akıl yürütme becerisi ve ilişkili olduğu uzamsal yetenek ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Mayer, Sodian, Koerber ve Schwippert (2014)'in çalışmalarında, 10 yaş dönemindeki öğrencilerin bilimsel akıl yürütme ile uzamsal yetenek, zekâ düzeyleri ve problem çözme becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada öğrencilere, bilimin doğası, teorileri anlama, deney tasarlama ve sonuçları sunma gibi zihinsel süreçleri içeren “bilimsel akıl yürütme testi”, akılcı zekâ ölçümünü hedefleyen “Kültür Uyumlu Zekâ Testi (CFT 20-R)”, uzamsal yetenek düzeyinin belirlenmesi için “zihinsel döndürme testi” ve planlama, problem çözme ve stratejik karar verme odaklı “Londra Kulesi Testi” uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre öğrencilerin her üç teste ilişkin puan ortalamaları ile bilimsel akıl yürütmeye ilişkin ortalama puanları arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Benzer

şekilde, öğrencilerin zekâ düzeyi ile uzamsal yetenekleri ve problem çözme becerileri ile uzamsal yetenekleri arasında da anlamlı bir şekilde ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Yang, Andre, Greenbowe ve Tibell (2003) üniversite öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, dinamik görsel animasyonların öğrencilerin elektrokimya konusundaki anlayışlarına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla yürütülen deneysel çalışmada, kimyasal reaksiyonlar konusunun öğretim sürecinde, deneysel grupta uzamsal dinamik animasyonlardan, kontrol grubunda ise statik diyagramlardan yararlanılmıştır. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerini belirlemek için uygulamalar sonrasında “Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi” ve kavramsal anlayışlarını belirlemek amacıyla “Kaliforniya Kimya Bilgi Testi” uygulanmıştır. Araştırma sonucunda dinamik animasyonlarla yürütülen öğretim sürecinde yer alan öğrencilerin diğer gruba göre, kimyasal reaksiyonları zihinlerinde daha kolay bir şekilde görselleştirdikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca, özellikle yüksek düzeyde uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin elektrokimya konularını öğrenmelerinde, dinamik animasyonların etkili bir öğretim aracı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak uzamsal yeteneğin, kimya alanındaki akademik başarı ile ilişkili bir değişken olduğu belirlenmiştir.

Weakly (2010) gerçekleştirdiği deneysel çalışmasında, sorgulamaya dayalı yer bilimi etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Araştırmanın deney grubunda, topografik haritalama, Güneş açıları, gündüz uzunluğu, rüzgârlar, göl etkisi gibi konular sorgulamaya dayalı etkinlikler ile yürütülmüştür. Kontrol grubundaki öğretim sürecinde ise, harita kitabı, planlar ve ders kitabından yararlanılmıştır. Her iki gruba uygulama öncesi ve sonrasında uzamsal yetenek testi uygulanmıştır. Ayrıca konu bilgisine ilişkin gelişimlerinin incelenmesi amacıyla katılımcıların harita ve diyagram çizimlerine başvurulmuştur. Araştırma sonucunda, her iki gruba ilişkin öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Bu durum geliştirilen etkinliklerin uzamsal yetenekleri geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak araştırmacı tarafından, fen bilimlerinin bireylerin uzamsal yeteneklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi sürecinde bir bağlam oluşturmak için önemli bir araç olduğu belirtilmiştir.

Benzer şekilde Taylor ve Hutton (2013), bilim, teknoloji, mühendislik ve fen bilimleri (STEM) alanında gerçekleştirilen origami ve üç boyutlu kâğıt mühendisliği gibi yenilikçi

etkinliklerin 4. sınıf öğrencilerinin uzamsal görsel yeteneklerini geliştirmeleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimini incelemek amacıyla, zihinsel kâğıt katlama, küp oluşturma ve zihinsel döndürme şeklinde üç farklı uzamsal yetenek testi kullanılmıştır. Bu testlerin uygulanması ise sırasıyla etkinlik öncesinde, sürecinde ve sonrasında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin etkinliklere ilişkin görüşlerine başvurulduğu bir anket uygulanmıştır. Uygulama sürecinde, simetri, yansıma ve döngü kavramlarına odaklanıldığı “origami”, kâğıdın uzunluk, açısı ve şekil gibi özelliklerine değinildiği “üç boyutlu kâğıt mühendisliği” ve son olarak iki süreç sonucunda oluşturulan üç boyutlu kâğıt modellerin analiz edildiği “parçaları bir araya getirme” etkinlikleri üç aşamalı şekilde yürütülmüştür. Araştırma sonucunda uzamsal içerikli uygulamaların, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanındaki akademik başarıyı artırıcı bir etkisi olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle bu türdeki uygulamaların, uzamsal becerilerin farklı bilimsel disiplinlere transferinde gerekli olan bağlam çerçevesinin oluşturulmasını sağlayabildiği vurgulanmıştır.

Uzamsal yeteneğin, fizik, kimya biyoloji, jeoloji gibi temel fen bilimleri alanlarının dışında özellikle bireylerin astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlarında gözlemlenen farklılıkları açıklayan bir faktör olarak ele alındığı birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Black, 2005; Heyer, 2012; Wilhem, 2009; Plummer, Kocareli ve Slagle, 2014).

Bunlardan ilkinde, Black (2005) üniversite öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında, öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin kavramsal anlayışları ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin kavramsal anlayış düzeylerini, astronomi, kimya, jeoloji, meteoroloji ve okyanusbilim gibi fen bilimleri disiplinleri çerçevesinde geliştirdiği ölçme aracı ile belirlemiştir. Uzamsal yetenekler ise Lin ve Petersen (1985) tarafından geliştirilen zihinsel döndürme, uzamsal görselleştirme ve uzamsal uyum olarak üç faktörde ele alınmış ve ölçme aracı olarak “Purdue Zihinsel Görselleştirme Testi” kullanılmıştır. Geliştirilen fen bilimleri testinin içeriğinde, astronomi alanında mevsimler, bir aylık hareket, Ay’ın evreleri ve Güneş’in görünür hareketi; kimya alanında moleküller, gazlar ve maddenin halleri; jeoloji alanında magmatik hareketler, kaya tabakaları ve su kaynakları; meteoroloji alanında, gelgitler, hava tahminleri, hava durumu haritaları ve hava fotoğrafları; okyanusbilim alanında ise gelgitler gibi her üç uzamsal

yeteneği gerektiren kavramsal anlayışlara odaklanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin uzamsal yeteneklerinden zihinsel rotasyon beceri düzeylerinin, fen bilimlerine ilişkin kavramsal anlayışların en iyi yordayıcısı olduğu belirlenmiştir. Öte yandan öğrencilerin özellikle iki boyutlu diyagramlar ile üç boyutlu olgulara ilişkin bilimsel ve kavramsal bir anlayış geliştirmekte zorlandıkları ve bu nedenle kavramsal anlayışlarında yanılığın oluşabileceğini öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak, öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesinin, fen bilimlerine ve özellikle astronomiye ilişkin kavramsal anlayışların bilimsel bir şekilde yapılandırılmasında önemli bir değişken olduğu vurgulanmıştır.

Benzer şekilde Brokaw (2012) çalışmasında dördüncü sınıf düzeyindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmeye odaklı uygulamaların astronomiye ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre sekiz hafta süren uygulamalar sonucunda öğrencilerin astronomiye yönelik dolayısıyla da fen bilimlerine yönelik başarılarının arttığını gözlemiştir. Araştırma sonucu, öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin hem astronomi hem de fen bilimlerine yönelik başarıları ile ilişkili zihinsel bir değişken olduğunu belirtmiştir.

Türk (2016) çalışmasında, dört farklı sınıf düzeyindeki 280 fen bilgisi öğretmen adayının astronomiye yönelik akademik başarıları, astronomiye ilişkin tutumları ve uzamsal yetenek düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Buna göre katılımcılara eş zamanlı bir şekilde astronomi başarı testi, astronomi tutum ölçeği ve “Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi” uygulanmıştır. Araştırma sonucunda dördüncü sınıftaki öğretmen adaylarının ikinci ve üçüncü sınıftakilere kıyasla daha yüksek düzeyde uzamsal becerilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcıların uzamsal yetenek düzeylerinin, astronomiye yönelik akademik başarıları ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bireylerin uzamsal yeteneklerinin gelişiminin astronomi konularının öğrenilmesinde önemli bir zihinsel değişken olduğu belirlenmiştir.

Heyer, Slater ve Slater (2012) çalışmalarında, üniversite öğrencilerinin astronomiye ilişkin kavramsal bilgileri ve uzamsal akıl yürütme becerileri arasındaki ilişki durumunu deneysel bir çalışma ile incelemiştir. Bu amaçla katılımcılara temel astronomi konularını içeren on dört haftalık bir uygulama yapılmıştır. Çalışmada öğretim öncesi ve sonrasında

“Astronomi Standartları Testi (TOAST)”, “Ne biliyorsun?” astronomi bilgi testi, “Vanderberg Zihinsel Döndürme Testi”, kâğıt katlama testi ve “Santa Barbara Yön Duygusu Ölçeği” uygulanmıştır. Öğretim sürecinde ise Dünya’nın dönme hareketi, yörüngesi ve eğimi ile ilişkili olguları içeren temel astronomi konularına yer verilmiştir. Araştırma sonucunda, uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilerin astronomiye ilişkin bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan her iki testten elde edilen ortalama puanlar ile uzamsal beceri testlerinden özellikle zihinsel döndürme testinden elde edilen ortalama puanlar arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri ile astronomiye yönelik kavramsal anlayışları arasında güçlü bir ilişkinin olduğu ve bu becerinin kavramsal anlayışlara ilişkin varyansın yaklaşık yüzde 25’ini açıkladığı ifade edilmiştir.

Kikas (2006), birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinin sahip olduğu uzamsal becerilerinin astronomiye ilişkin bilgilerinin gelişimleri üzerine etkisi incelemiştir. Çalışmada ileri istatistik tekniklerinden yapısal eşitlik modellemesi kullanılarak incelenen değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkiler belirlenmiş ve hipotetik bir model ortaya konulmuştur. Bu amaçla öncelikle öğrencilerden ders öncesi ve sonrasında görüşme yapılarak gezegen sistemi, Dünya’nın şekli ve gece-gündüz oluşumuna ilişkin açıklama ve çizimler yoluyla veri toplanmıştır. Elde edilen verilere göre öğrencilerin sahip oldukları bilgi düzeyleri, olgusal bilgi, sentetik bilgi ve bilimsel bilgi şeklinde üç aşamalı olarak değerlendirilmiştir. Uzamsal yetenek düzeyleri ise, zihinsel rotasyon, şekli çıkarma ve nesne hafızası gibi ölçümler yoluyla belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin sınıf düzeyleri ilerledikçe uzamsal yeteneklerinin geliştiği ve bu gelişimin astronomiye ilişkin kavram ve olguların bilimsel olarak yapılandırılması sürecinde kolaylaştırıcı bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Cole, Wilhem ve Yang (2015), altıncı sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmalarında Dünya ve Uzay ünitesi kapsamında gerçekleştirilen öğretim sürecinde oluşturulan Ay günlüklerine ilişkin performansları ile uzamsal akıl yürütme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu amaçla çalışmada öğrencilerin akıl yürütme beceri düzeyleri, uzamsal odaklı “Ay’ın Evreleri Kavram Envanteri” ile belirlenmiştir. Öğretim sürecinde oluşturulan ay günlükleri ise araştırma sonunda kayıt sayısı, taslak çizimler, cümleler, azimuth ve yükseklik açılarının kaydı, çizimlerde Ay’ın karanlık ve aydınlık kısımlarındaki sınırlar ve

cümle kalitesine göre değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda, katılımcıların ay günlüklerine gözlemlerini kaydetme sıklığı ve yüksek puan ortalamaları ile uzamsal odaklı envanterden alınan ortalama puanları arasında pozitif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ay günlüklerinden yüksek puanlara sahip bireylerin, envanterin özellikle periyodik desenler ve geometrik uzamsal görselleştirme boyutlarında üst düzeyde performans sergiledikleri belirlenmiştir.

Padalkar (2010) ilköğretim dördüncü ve yedinci sınıflarla gerçekleştirdiği çalışmasında ise öğrencilerin astronomi bilgilerinin yapılandırılması sürecinde uzamsal becerilerin geliştirilmesine odaklı öğretim ortamlarının etkisini tahmin etmeye çalışmıştır. Bu amaçla öğrencilerin astronomi bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında kitaplarda yer alan konu ile ilişkili soruları öğrencilere yönlendirmiştir. Ayrıca öğrencilere belirli aralıklarla gündelik yaşamla ilişkili uzamsal düşünmeye zorlayıcı sorular ödev şeklinde uygulanmıştır. Uygulama sürecinde ise astronomide yer alan kavramların öğretiminde modeller ve diyagramlar gibi uzamsal görselleştirme araçlarına başvurulmuştur. Çalışma sonucunda ise uzamsal düşünme becerisinin gelişmiş olmasının, astronomi kavramlarının öğreniminde karşılaşılan zorlukların giderilmesinde etkili olduğu vurgulanmıştır.

Wilhelm, Jackson, Sullivan ve Wilhelm (2013) ise çalışmalarında, temel astronomi konularını içeren iki farklı öğretim sürecinin uzamsal akıl yürütme becerisi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu amaçla altıncı sınıf öğrencileri ile yürüttükleri yarı deneysel çalışmada deney ve kontrol gruplarına ayrı bir şekilde altı haftalık bir astronomi öğretimi gerçekleştirilmiştir. Buna göre deney grubunda evrene bakış, neden Ay'ın şekli değişir?, görünen gök cisimleri arasındaki mesafe ölçümü, ay gözlemi, dünya-ay-mars ölçeklendirme, mevsimler, azimut açısı, konum, enlem, boylam, dolanım ve dönme gibi bilim teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına odaklı kavram ve olguların öğretimi üç boyutlu modeller, poster sunumları, ay günlükleri, powerpoint sunumları, steallarium programı ve fotoğraflar yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise, gezegenlerin göreceli boyutu, Güneş ve yıldızlar, rotasyon, dolanım ve diğer hareketler, Ay'ın evreleri, tutulma, mevsimler, gelgit ve gezegenlerin görünümü gibi konuların öğretiminde videolar, powerpoint sunumları, çalışma yaprakları ve animasyonlardan yararlanılmıştır. Ayrıca her

iki gruba “Geometrik Uzamsal Değerlendirme” testi, “Purdue Uzamsal Görselleştirme” testi ve “Ay’ın Evreleri Kavram Envanteri” ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubunun bilimsel ve uzamsal becerilerin bir arada ölçümünü içeren “Ay’ın Evreleri Kavram Envanteri”ne ilişkin ölçümlerde, kontrol grubunun ise sadece uzamsal becerilerin odaklanıldığı “Geometrik Uzamsal Değerlendirme” ye ilişkin ölçümlerde daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar tarafından, bireylerin astronomik olgulara ilişkin bilimsel kavramsal anlayış geliştirebilmeleri için gelişmiş uzamsal becerilere sahip olması gerektiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Cid (2011), üniversite öğrencileri ile gerçekleştirdiği kapsamlı çalışmasında uzamsal yeteneğin özellikle bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına yönelik akademik başarı ile ilişkili bir değişken olduğunu belirlemiştir. Ayrıca çalışma sonucunda astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayış geliştirmede uzamsal yeteneğin önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır.

Yen, Tsai ve Wu (2013) üniversite öğrencileri ile yürüttükleri çalışmalarında, iki boyutlu animasyonların, üç boyutlu simülasyonların ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının, öğrencilerin astronomiye yönelik akademik başarıları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Buna göre gerçekleştirilen deneysel çalışmada, araştırmacı tarafından geliştirilen ve Ay’ın evrelerinin oluşum nedeni, evrelerin sırası, Dünya, Güneş ve Ay’ın göreceli hareket ve konumlarına ilişkin soruların yer aldığı kavram testi, katılımcılara öntest ve sontest şeklinde uygulanmıştır. Uygulama sonucunda ise her üç etkinlik sürecinde katılımcıların motivasyon ve konsantrelerinin artarak öğrenmeye daha istekli hale geldikleri ve sonuç olarak astronomi konularına yönelik akademik başarılarının da arttığı gözlemlenmiştir.

Benzer şekilde Aktamış ve Arıcı (2013) ise üç boyutlu görsel sunumları içeren sanal gerçeklik programlarının 7. sınıf öğrencilerinin temel astronomi konularına yönelik akademik başarılarına ve kalıcılıklarına etkisini incelemiştir. Bu amaçla çalışmada gece-gündüz oluşumu, mevsimler, tutulmalar ve Ay’ın evreleri gibi temel astronomi konularının öğretim süreci, deney grubunda astronomi içerikli sanal gerçeklik programları yardımıyla, kontrol grubunda ise düz anlatım yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal anlayış düzeylerindeki gelişim ise astronomi başarı testinin öntest, sontest ve kalıcılık testi şeklinde uygulanması ile belirlenmiştir. Araştırma

sonucunda, hem deney hem de kontrol grubunun sontest ve kalıcılık testleri incelendiğinde astronomi başarı testi ortalama puanlarında artış gözlemlenmiştir. Fakat bu artışın deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla ve anlamlı bir şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak her iki çalışmada elde edilen bulgular uzamsal düşünme vurgusu olan etkinliklerin astronomi kavramlarını anlamaya etkisi olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla uzamsal düşünme becerisini geliştirmenin astronomi kavramlarını anlamayı artırma potansiyeli vardır.

Keating, Barnett, Barab ve Hay (2002) gerçekleştirdikleri nitel çalışmalarında, üç boyutlu bilgisayar modellerinin kullanılmasının astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışa etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla araştırmanın uygulama sürecinde üniversite öğrencileri tarafından kullanılan üç boyutlu Güneş sistemi modelinde, Ay'ın evreleri, Ay ve Güneş tutulmaları, mevsimlerin oluşumu gibi astronomiye ilişkin dinamik olgular etkileşimli bir şekilde gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulama öncesi ve sonrasında katılımcılara yarı yapılandırılmış görüşme formunda bu üç astronomi konusuna ilişkin sorular yönlendirilmiştir. Görüşme formunda yer alan katılımcıların çizim ve anlatımları, araştırmacı tarafından oluşturulan “bilgisi yok”, “bilgi karmaşası”, “yanlış anlayış”, “kısmi anlayış” ve “bilimsel anlayış” şeklinde beş aşamalı bir rubrik ile değerlendirilmiştir. Buna göre uygulama öncesinde ilgili soruların cevaplandırılması sürecinde, sözel ifade ve iki boyutlu diyagramlar tercih edilirken uygulama sonrasında bunların dışında bilgisayar ortamında oluşturulan üç boyutlu modellerin kullanımına ağırlık verildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulama öncesinde Ay'ın evreleri, tutulmalar ve mevsimler konusuna ilişkin öğrencilerin kavramsal anlayışlarının “bilgi karmaşası”, “kısmi anlayış” ya da “yanlış anlayış” seviyesindeyken, uygulama sonrasında çoğunluğunun bu konularda bilimsel anlayışlara sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişiminin temel astronomi konularına ilişkin bilimsel bir şekilde kavramsal anlayış yapılandırmaları ile ilişkili bir durum olduğu gözlemlenmiştir.

Nitekim Gazit, Yair ve Chen (2005)'in 15-16 yaş grubundaki öğrencilerle gerçekleştirdikleri benzer çalışmada, araştırmacılar öğrencilerin temel astronomi konularına ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarının temelinde gök cisimlerinin doğasında yer alan üç boyutlu hareketlerin gözden kaçırılması ve referans geçişlerinde zorlanması olduğunu

ileri sürmüşlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerinin gelişiminin bu konuya ilişkin kavramsal anlayışlarında gözlemlenen problemlerin çözümünde etkili olduğunu belirlemiştir.

Işık-Ercan, İnan, Nowak ve Kim (2014) çalışmalarında, üç boyutlu görselleştirmelerin ikinci sınıf öğrencilerinin Ay-Dünya-Güneş sistemine ilişkin öğrenmelerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla öğrencilere, Ay'ın evreleri, mevsimler ve gece-gündüz oluşumu gibi temel astronomi konularının öğretimi sürecinde interaktif üç boyutlu bilgisayar yazılımlarından yararlanılmıştır. Uygulamanın etkisini belirlemek amacıyla öğrenciler ile uygulama öncesi ve sonrasında görüşme yapılmıştır. Buna göre etkinlik sonrası görüşmelerde öğrencilerin, ilgili astronomi konularına ilişkin bilgi düzeylerinin uygulama öncesine göre artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrenciler etkinlikleri eğlenceli bulurken öğretmenler ise bu türdeki etkinliklerin düz anlatım, video gösterme, fotoğraf sunumu, simülasyon gibi diğer yöntem ve tekniklerle birleştirildiğinde öğrenme çıktılarını zenginleştirip nitelikli hale getireceğini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar tarafından, uzamsal düşünme gerektiren üç boyutlu görselleştirmelerin astronomi konularının öğretiminde önemli bir role sahip olduğu vurgulanmıştır.

Araştırmada yer alan gerek astronomiye ilişkin kavramsal anlayış gerek uzamsal akıl yürütme becerileri değişkenlerine ilişkin incelenen tüm bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, özetle temel astronomi kavramlarına ilişkin kavram yanılgılarına, bu kavram yanılgılarının ise uzamsal yetenek ve uzamsal akıl yürütme becerileri ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan uzamsal akıl yürütme becerilerinin üstün yetenekli öğrencilerin hem tanılama hem öğretim süreçlerinde önemli bir role sahip olmasına ve normal öğrencilerde olduğu gibi üstün yetenekli öğrencilerinde temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarında yanılgıların yer alması potansiyeline rağmen incelenen araştırmalarda çalışma gruplarının odağında üstün yeteneklilere yeterince yer verilmediği görülmüştür. Ayrıca bireylerin gelişim sürecinde farklılık gösterebilen uzamsal akıl yürütme becerilerinin, astronomiye ilişkin kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları ile ilişkisi farklı sınıf düzeyleri açısından da ele alınarak incelenmemiştir. Son olarak öne çıkan diğer bir durum ise, araştırmalarda bireylerin gerek astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlarına gerek fen bilimleri başarılarına ilişkin işevuruk performansları

günlük deneyimlerden ve bağlamdan kopuk bir doğaya sahip uzamsal yetenek testleri ile belirlenmeye çalışılmasıdır.

Bazı çalışmalarda (Cole vd., 2015; Wilhelm vd., 2013) uzamsal beceri ve astronomiye ilişkin kavramsal anlayış değişkenlerinin bütünsel bir şekilde ölçülmesi hedeflenmiş fakat bu amaçla geliştirilen ölçme araçlarında da zihinsel bir beceriden çok kavramsal anlayış düzeyinin belirlenmesine odaklanıldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak gerçekleştirilen bu araştırma, üstün yeteneklilerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin bağlam temelli bir şekilde belirlenmesine çalışılarak ve durumun doğasına inilerek bu becerinin, astronomiye ilişkin kavramsal anlayış ve fen bilimlerine yönelik akademik başarı ile arasındaki açıklayıcı ilişkilerin birlikte ele alınması ve bu amaçla hipotetik bir model oluşturulması açısından literatürde önemli bir yere sahiptir.

BÖLÜM III

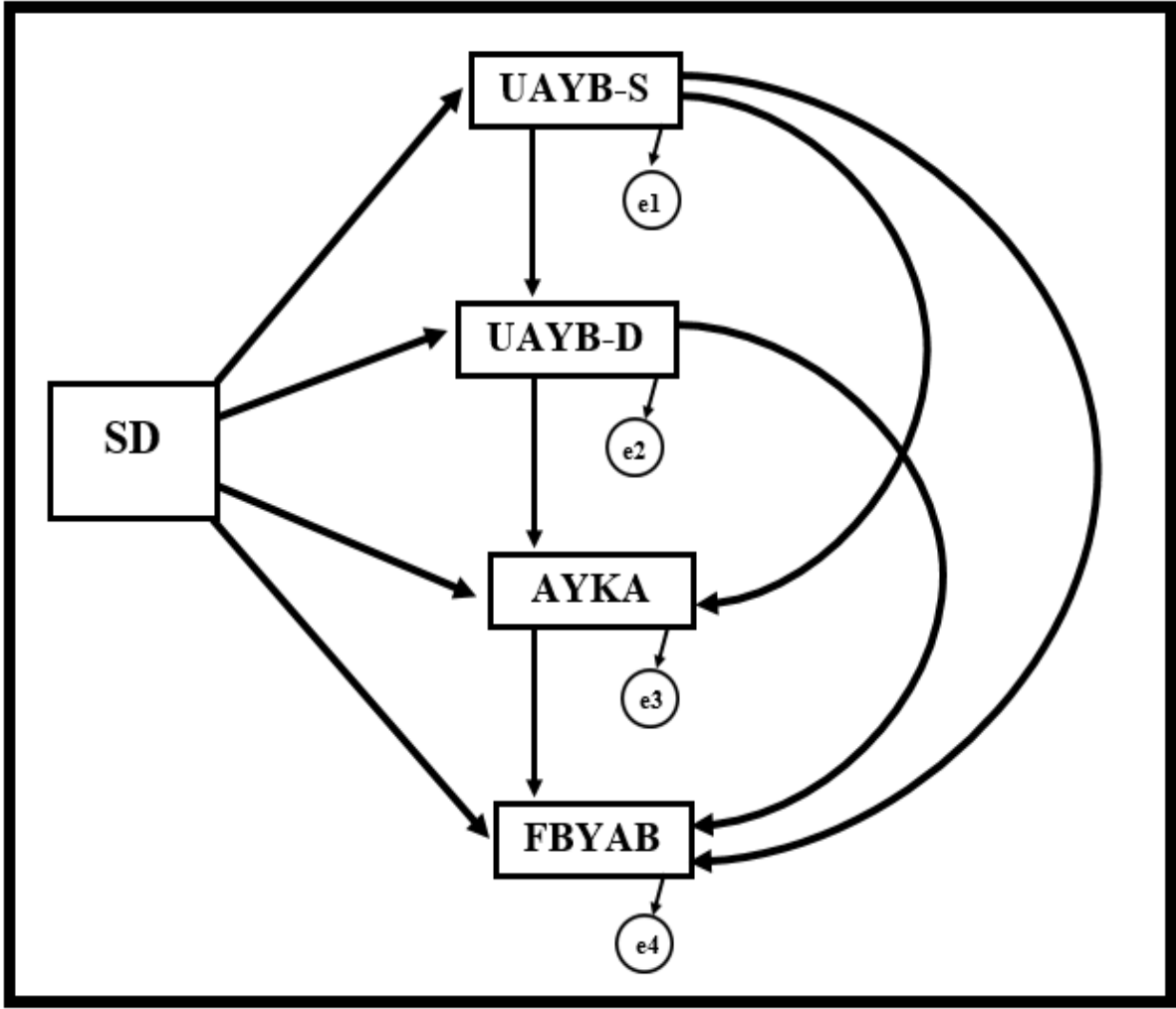
YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde sırasıyla, araştırmanın modeline, evren ve örnekleme, geliştirilen ve revize edilen ölçme araçlarına, uygulama sürecine, elde edilen verilerin analizine ilişkin açıklamalar yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada, nicel araştırma paradigması içerisinde yer alan ilişkisel araştırma yöntemi kullanılmıştır. İlişkisel araştırmalar, çalışmanın amacına göre keşfedici ve yordayıcı ilişkisel araştırmalar olmak üzere iki kısımda incelenebilir (Frankel, Wallen ve Hyun, 2012). Buna göre araştırmanın deseni, iki ya da daha fazla yordayıcı değişken arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkilerin test edilmesinin amaçlandığı *çok faktörlü yordayıcı ilişkisel desene göre* tasarlanmıştır.

Çok faktörlü yordayıcı ilişkisel desenlerde doğrulayıcı bir yaklaşım temele alınarak değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkilerin incelenmesinde yapısal eşitlik modellemesine başvurulmaktadır (Bayram, 2013; Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Yapısal eşitlik modellemesindeki ilk adım ise test edilecek olan hipotez modelin oluşturulmasıdır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu çalışmada, araştırmacı tarafından oluşturulan hipotez modelde incelenen değişkenlerin tamamı doğrudan olarak ölçülebilen ya da diğer bir deyişle gözlenen değişkenlerden oluşmasından dolayı yapısal eşitlik modellemeleri arasında yer alan yol analizi tekniği kullanılmıştır (Çelik ve Yılmaz, 2013; Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu amaçla gerçekleştirilen araştırmada, gözlenen değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkilerin görsel bir şekilde sunulduğu bir yol diyagramı oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından öngörülen hipotez modele ilişkin yol diyagramı Şekil 14’te sunulmuştur.



Şekil 14. Hipotez modele ilişkin yol diyagramı

SD: Sınıf düzeyi; UAYB-S: Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi-statik; UAYB-D: Zihinsel imgeleme odaklı uzamsal akıl yürütme becerisi-dinamik; AYKA: Temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlar; FBYAB: Fen bilimlerine yönelik akademik başarı; e_n : standardize edilmiş ölçüm hatası

Şekil 14'e göre araştırmacı tarafından sınıf düzeyi değişkeni, tüm değişkenlerin yordayıcısı olarak belirlenmiştir. Ayrıca sırasıyla UAYB-S değişkeni UAYB-D değişkeninin, UAYB-S ve UAYB-D değişkenlerinin AYKA değişkeninin, UAYB-S, UAYB-D ve AYKA değişkenlerinin doğrudan ve dolaylı bir şekilde FBYAB değişkeninin yordayıcısı olduğu görülmektedir. Öte yandan incelenen değişkenler arasındaki dolaylı ve doğrudan açıklayıcı ve yordayıcı ilişkilerin karmaşık doğası gereği bu değişkenleri bağımlı

ve bağımsız değişken olarak sınıflandırmak mümkün değildir. Bu yüzden araştırmadaki değişkenler, yol analizi modellemesi çerçevesinde içsel ve dışsal değişkenler şeklinde sınıflandırılmış ve Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7

Modele İlişkin İçsel ve Dışsal Değişkenler

Grup	Dışsal Değişkenler	İçsel Değişkenler
Üstün Yetenekli Öğrenciler	Sınıf Düzeyi	UAYB-S UAYB-D AYKA FBYAB

Tablo 7’de yer alan dışsal değişken, içsel değişkenlere (UAYB-S, UAYB-D, AYKA ve FBYAB) bağımlı bir şekilde modellenmektedir. İçsel değişkenler ise, diğer içsel ve dışsal değişkenler tarafından doğrudan ya da dolaylı bir şekilde açıklanan değişkenlerdir (Bayram, 2013).

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın hedef evreni, Türkiye’de Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) öğrenim görmekte olan ortaokul düzeyindeki üstün yetenekli olarak tanılanmış öğrencilerden oluşurken, *ulaşılabilir evreni* Türkiye’nin yedi coğrafi bölgesinde yer alan büyük ve küçük ölçekli iki farklı şehirdeki BİLSEM ’de öğrenim görmekte olan ortaokul düzeyindeki üstün yetenekli olarak tanılanmış öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın örnekleminde ise 12 farklı şehirde (Elazığ, Erzincan, Malatya, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Adana, Antalya, Denizli, İzmir, Ordu ve Rize) 2015-2016 eğitim-öğretim yılında BİLSEM ’de 6, 7 ve 8. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan ve uygun örnekleme yöntemiyle seçilen toplam 642 üstün yetenekli öğrenci yer almaktadır. Uygun örnekleme yönteminin tercih edilmesinde, gerçekleştirilen çalışmanın farklı bölgelerdeki birçok ili içermesinden dolayı araştırma sürecinde seçkisiz veya sistematik örneklem seçiminin zor olması, zaman planlaması ve ekonomik açıdan kolaylık sağlaması gibi durumlar etkili olmuştur (Frankel, Wallen ve Hyun,

2012). Araştırmanın örnekleminin, bölge ve şehirlere göre dağılımına ilişkin betimsel bilgiler Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8

Örneklemin Bölge ve Şehirlere Göre Dağılımı

Bölge	Şehir	f	%
Doğu Anadolu	Elazığ	46	7.2
	Erzincan	21	3.3
	Malatya	141	22
Güney Doğu Anadolu	Gaziantep	111	17.3
	Şanlıurfa	37	5.8
İç Anadolu	Ankara	50	7.8
Akdeniz	Adana	24	3.7
	Antalya	7	1.1
Ege	Denizli	81	12.6
	İzmir	32	5
Karadeniz	Ordu	41	6.3
	Rize	51	7.9
Toplam		642	100

Tablo 8’e göre araştırmanın İç Anadolu Bölgesi haricinde diğer beş bölgenin her birinde en az iki şehirde gerçekleştirildiği görülmektedir. Örnekleme yer alan katılımcıların sınıf düzeyi ve cinsiyetlerine ilişkin betimsel istatistikleri ise Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9.

Örnekleme İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Sınıf Düzeyi	f	%
6. sınıf	287	44.7
7. sınıf	264	41.1
8. sınıf	91	14.2
Cinsiyet		
Kız	249	38.8
Erkek	393	61.2
Toplam	642	100

Tablo 9’a göre araştırmada yer alan üstün yetenekli öğrencilerin çoğunluğunun 6. ve 7. sınıfta oldukları ve erkeklerin sayısının kızlardan fazla olduğu görülmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen *bireysel bilgi formu*, “*Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)*” ve “*Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)*” kullanılmıştır. Ayrıca üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin akademik başarı düzeylerini belirlemek amacıyla Aşut (2013) tarafından geliştirilen “*Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)*” kullanılmıştır. Bireysel bilgi formu, öğrencilerin cinsiyet, yaş, sınıf düzeyi ve öğrenim görmekte oldukları BİLSEM gibi demografik özelliklerine ilişkin bilgilerin elde edilmesi amacıyla her üç test öncesinde öğrenciler tarafından doldurulmuştur.

Araştırmada kullanılacak testlerin geçerlilik ve güvenilirliklerini test etmek amacıyla asıl uygulama öncesinde pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama, ana çalışma öncesinde uygulama sürecinde ortaya çıkabilecek problemlerin belirlenmesi ve ölçme araçlarının araştırmanın amacına uygunluğunun pratik bir şekilde test edebilme fırsatı sağlaması açısından önem taşıyan ön çalışmalardır (van Teijlingen ve Hundley, 2002). Araştırmada pilot uygulama, Malatya Bilim ve Sanat Merkezinde 2015-2016 eğitim öğretim yılında öğrenim görmekte olan 6, 7 ve 8. sınıf düzeyindeki (N=143) üstün yetenekli öğrencilerle yürütülmüştür. Pilot uygulamaya katılan öğrencilere ilişkin betimsel istatistikler Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10.

Pilot Uygulama Katılımcılarının Betimsel İstatistikleri

Sınıf Seviyesi	f	%
6. sınıf	73	51
7. sınıf	41	29
8. sınıf	29	20
Cinsiyet		
Bayan	53	37
Erkek	90	63
Toplam	143	100

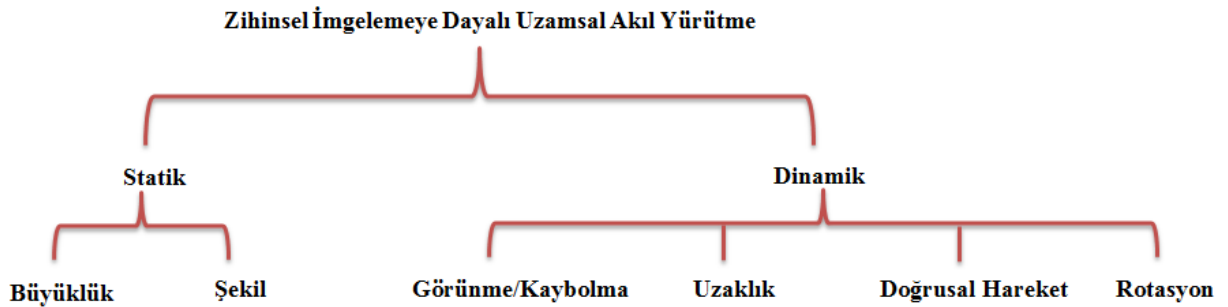
Araştırmada pilot çalışmadan elde edilen veriler, asıl uygulamadan elde edilen veriler ile birleştirilerek içsel pilot uygulaması yapılmıştır. İçsel pilot uygulama araştırmacıya,

örneklem hacmini artırarak analiz edilecek verilerin nicelik ve niteliğini zenginleştirici fırsat sunabilmektedir (Van Teijlingen ve Hundley, 2002).

3.3.1. Zihinsel imgelere dayalı uzamsal akıl yürütme becerisi testinin geliştirilme süreci

Altı, yedi ve sekizinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından çoktan seçmeli sorulardan oluşan “Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)” geliştirilmiştir (EK 1).

Testin konu kapsamının belirlenmesi sürecinde ilk olarak literatürde uzamsal düşünme, zihinsel imgeleme, uzamsal akıl yürütme, zihinsel rotasyon vb. konuları içeren çalışmalar incelenmiştir (Al-Balushi ve Coll, 2013; Bektaşlı, 2006; Heyer, 2012; Shipley ve Gentner, 2013; Weakly, 2010). Bu bağlamda ölçme aracının teorik çerçevesi, Al-Balushi ve Coll (2013)’ın çalışmasında mikroskobik ve astronomik düzeyde çıplak gözle algılanamayan olayları bireylerin zihinlerinde imgelemelerine ilişkin geliştirdikleri modele göre oluşturulmuştur. Testin kapsamı ise orijinal modelden farklı olarak çalışmanın amacına da uygun bir şekilde makro dünyadaki ve astronomi alanındaki statik ve dinamik zihinsel imgelemelerin, uzamsal akıl yürütme becerisi odağında üst düzey beceriler ile sentezini içermektedir. Buna göre Şekil 15’te geliştirilen testin konu kapsamına yönelik oluşturulan model sunulmuştur.



Şekil 15. UAYBT teorik modeli

Şekil 15'teki zihinsel imgelemeye dayalı uzamsal akıl yürütme modeli statik (durgun) ve dinamik (hareketli) olarak iki temel boyuttan oluşmaktadır. Bu temel boyutlarda ise sırasıyla büyüklük ve şekil ile görünme/kaybolma, uzaklık, doğrusal hareket ve rotasyon alt boyutları yer almaktadır. Dinamik boyutunda yer alan sorular hareket halindeki zihinsel imgelerin odağında geliştirilmiştir. Statik boyutuna ilişkin sorular ise zihinsel imgelerin durağan durumdayken şekil ve büyüklükleri gibi fiziksel niteliklerine ilişkin soruları içermektedir. Testin kapsam ve görünüş geçerliliğini sağlanması amacıyla fen bilimleri alanında iki uzmanın görüşüne başvurulmuş ve testte her bir alt boyuta ilişkin oluşturulan soruların kazanım türleri ve ilişkili soru numaralarının yer aldığı belirtke tablosu hazırlanmıştır.

Tablo 11.

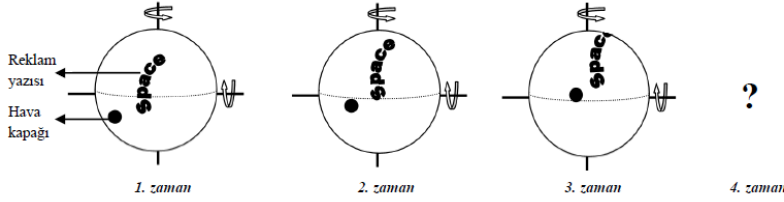
UAYBT Belirtke Tablosu

Temel Boyut	Alt Boyut	Kazanım Türü	Soru Numarası
Statik	Büyüklik	Sıralama	9, 13, 27
		Tahmin	19, 22, 33
		Karşılaştırma	2, 24, 35
	Şekil	Tahmin	20, 32, 34
		Karşılaştırma	4, 11, 25
		Tamamlama	16, 29, 31
Dinamik	Görünme/Kaybolma	Tahmin	6, 14, 18
	Uzaklık	Sıralama	8, 17, 15
		Tahmin	5, 21, 30
		Karşılaştırma	1, 3, 36
	Doğrusal Hareket	Tahmin	10, 12, 26
	Rotasyon	Tahmin	7, 23, 28

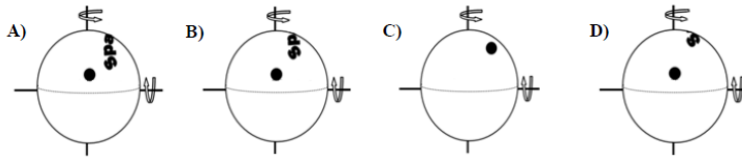
Tablo 11'e göre testte yer alan soruların sunulan imgelerin bireylerin zihinlerinde yapılandırmasına ilişkin üst düzeyde farklı kazanım türlerini içerdiği görülmektedir. Her bir kazanım türüne yönelik sorular ise makro boyutta yakından uzağa ilkesi odağında bağlam temelli ve üç aşamalı şekilde oluşturulmuştur. Bu aşamalardan ilk basamakta günlük hayatta bireyin en yakınında bulunan objeler (elma, böcek, fayans parçası vb.) kullanılmıştır. İkinci aşamada bireyin içerisinde bulunduğu çevrede bulunan geniş ölçekli obje ve yapılar (göl, ada, deniz kıyısı, saha vb.), üçüncü aşamada ise bireyin en uzağında yer alan gökyüzü ve uzay objeleri (gezegen, takımyıldızı, uydu, göktaşı vb.) ele alınmıştır. Ardından her bir kazanım türüne ait üç farklı soru tipi geliştirilmiş ve toplamda 36 maddelik bir soru havuzu

oluşturulmuştur. Son olarak alan uzmanlarının görüşü ile teste son şekli verilmiş ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Örnek soru maddesi:



Yukarıdaki şekillerde belirli bir sürede ve düzende döndürülen bir topun üzerinde yer alan hava kapağı ve reklam yazısının (space) hareketi verilmiştir. Buna göre bu hava kapağı ve reklam yazısının 4.zaman diliminde topun üzerindeki konumu aşağıdakilerden hangisi gibidir?



Geliştirilen UAYBT'nin pilot uygulaması sonrasında testin yapı geçerliliği ve güvenilirlik çalışması amacıyla *madde analizi* yöntemi kullanılmıştır. Testte yer alan soruların ayırt edicilik indeksleri ve güçlük düzeyleri ITEMAN madde analiz programı yardımıyla hesaplanmıştır. Madde güçlük düzeyi, testteki maddeyi doğru cevaplayan bireylerin yüzdesini ifade etmektedir (Shorey, 1991; Lord, 1952; Murphy ve Davidshofer, 2005). Ayırt edicilik indeksi ise, başarı testlerinde olduğu gibi değişkenlerden birinin “doğru-yanlış” gibi iki kategorili olduğu durumlarda, uygulamada yer alan %27 lik üst ve alt gruptaki bireylerin her bir maddeye ilişkin puanları ile toplam puanları arasındaki ilişkinin incelendiği çift serili korelasyon (r_{pb}) katsayısıdır ve sosyal bilimlerdeki çalışmalar için bu katsayı değerinin .20 ve üzerinde olması tercih edilir (Wells ve Wollack, 2003; Haladayna, 2004). Madde ayırt edicilik indeksi değerleri Tablo 12'deki kriterlere göre değerlendirilebilmektedir (Ebel ve Frisbie, 1991; Shorey, 1991).

Tablo 12

Ayırt Edicilik İndeksleri ve Değerlendirilmesi

Ayırt Edicilik İndeksi	Madde Değerlendirme
.40 ve üzeri	Çok iyi madde
.30 -.39	İyi madde
.20 - .29	Kabul edilebilir ya da küçük değişiklikler ile geliştirilebilir madde
.19 ve aşağısı	Testten çıkarılması gereken madde

Tablo 12'ye göre ayırt edicilik indeks değerleri 0.20 altında olan 14, 31, 12, 35, 2 ve 14 numaralı maddeler (toplam 6 soru) testten sırasıyla çıkarılmıştır. Buna göre Ek 1 de yer alan nihai testte geriye kalan toplam 30 sorunun madde ayırt edicilik indeksleri ve güçlük düzeyleri Tablo 13'te yer almaktadır.

Tablo 13

Nihai Teste İlişkin Madde Analizi Sonuçları

Soru No	Ayırt Edicilik İndeksi	Güçlük Düzeyi	Soru No	Ayırt Edicilik İndeksi	Güçlük Düzeyi
1	.27	.57	16	.31	.76
2	.26	.25	17	.33	.80
3	.20	.88	18	.32	.80
4	.35	.66	19	.35	.83
5	.30	.73	20	.47	.87
6	.26	.97	21	.35	.90
7	.34	.80	22	.49	.27
8	.33	.59	23	.28	.78
9	.25	.76	24	.25	.50
10	.30	.69	25	.30	.71
11	.39	.77	26	.38	.69
12	.31	.69	27	.35	.78
13	.48	.87	28	.42	.67
14	.44	.82	29	.28	.62
15	.35	.41	30	.45	.59

Tablo 13 incelendiğinde soru numaraları yeniden düzenlenmiş nihai testte yer alan soruların madde güçlük düzeylerinin .25 ile .97 arasında, ayırt edicilik indekslerinin ise .20 ile .49 arasında değiştiği görülmektedir. Teorik modele göre testin statik (14 soru) ve dinamik (16 soru) alt boyutlarında yer alan soruların madde analizi toplamdan farklı olarak her bir boyut altında yeniden yapılmış ve Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14

Nihai Testin Boyutlarına Göre Madde Analizi Sonuçları

Boyut	Soru No	Ayırt edicilik indeksi	Güçlük düzeyi	Boyut	Soru No	Ayırt edicilik indeksi	Güçlük düzeyi
Dinamik	1	.32	.57	Statik	3	.31	.88
	2	.32	.25		8	.40	.59
	4	.49	.66		10	.31	.69
	5	.32	.73		11	.40	.77
	6	.24	.97		13	.55	.87
	7	.36	.80		16	.37	.76
	9	.23	.76		17	.41	.80
	12	.35	.92		19	.36	.83
	14	.45	.82		21	.44	.90
	15	.41	.41		23	.33	.78
	18	.36	.80		25	.38	.71
	20	.40	.87		27	.40	.78
	22	.53	.27		28	.47	.67
	24	.31	.50		29	.34	.62
	26	.42	.69				
30	.53	.59					

Her iki alt boyutta birbirinden bağımsız bir şekilde gerçekleştirilen madde analizi sonuçları incelendiğinde, statik alt boyutuna ilişkin ayırt edicilik indeksi değerinin .31 ile .55 arasında, dinamik alt boyutunda ise bu değer .23 ile .53 arasında değiştiği görülmektedir. Maddelerin güçlük düzeyleri ise madde sayısından bağımsız olarak toplam madde ile gerçekleştirilen analiz ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca testte yer alan alt boyutlar hem testin toplamı hem de birbiri ile anlamlı, yüksek düzeyde ve pozitif yönde ilişki göstermektedir ($r_{\text{statik-dinamik}} = .42, p < .00$; $r_{\text{statik-toplam}} = .80, p < .00$; $r_{\text{dinamik-toplam}} = .88, p < .00$). Tüm bu bilgilerden hareketle, geliştirilen testin farklı düzeylerde gerek statik ve dinamik alanlarda gerekse bütünsel bir şekilde uzamsal akıl yürütme becerisine sahip üstün yetenekli öğrencileri ayırt edebilme gücüne ve yapı geçerliliğine sahip olduğu söylenebilir. Testin toplamına (UAYBT) ve her iki alt boyutuna (UAYBT-S: Statik Boyutu ve UAYBT-D: Dinamik Boyutu) ilişkin betimsel istatistikler, ortalama güçlük düzeyleri, ortalama ayırt edicilik indeksleri ve KR-20 güvenirlik değerleri Tablo 15'te sunulmaktadır.

Tablo 15

Betimsel İstatistik ve Madde Analizi Sonuçları

Değer	UAYBT	UAYBT-S	UAYBT-D
N	143	143	143
Toplam Madde	30	14	16
Ortalama	21.52	10.81	10.70
Standart Sapma	3.62	1.90	2.39
Minimum	11	5	6
Maksimum	29	13	16
Çarpıklık	.39	.54	.13
Çarpıklığın Standart Hatası	.20	.20	.20
Basıklık	.16	.13	.57
Basıklığın Standart Hatası	.41	.41	.41
Ortalama Güçlük	.71	.76	.66
Ortalama Ayırt Edicilik İndeksi	.34	.39	.38
KR-20	.72	.55	.60

Geliştirilen testten elde edilen toplam puanın ve her bir boyuta ilişkin puanların güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla Kuder ve Richardson (1937) tarafından formüle edilen KR-20 iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. KR-20 katsayısı, doğru-yanlış şeklinde iki değerle ölçümlenmiş maddelere ilişkin elde edilen puanlardan yola çıkarak testlerin iç tutarlılığını incelemek amacıyla kullanılan ve 0.0-1.0 arasında değer alan bir güvenilirlik katsayısıdır (Cohen ve Swerdlik, 2009; Kubiszyn ve Borich, 2013; Mehrens ve Lehmann, 1991; Rivera, 2007). Tablo 15 incelendiğinde toplam testin (UAYBT) KR-20 güvenilirlik katsayısının .72 olduğu görülmektedir. Ayrıca testin statik ve dinamik alt boyutlarına ilişkin güvenilirlik katsayıları ise sırasıyla .55 (UAYBT-S) ve .60 (UAYBT-D) olarak bulunmuştur. Elde edilen bu güvenilirlik değerlerinin testin güvenilir olduğu sonucuna varılabilmesi açısından yeterli düzeyde olduğu söylenebilir (Flateby, 1996; Özdamar, 2016; Wells ve Wollack, 2003). Zihinsel ölçümlerin yapıldığı çoktan seçmeli testlerin kalitesinin sorgulanmasında güvenilirlik değerinin yanı sıra geçerlilik kanıtı olarak sunulan maddelerin ayırt edicilik indeksi ve güçlük düzeyi değerlerinin de birlikte incelenmesi gerekmektedir (Downing ve Haladayna, 2006; Özgüven, 2014). Buna göre toplam teste ilişkin ortalama güçlük değerinin .71 ve ortalama ayırt edicilik indeksi değerinin .34 olduğu görülmektedir. Çoktan seçmeli testlerde, incelenen bu iki değerden maddelerin ortalama ayırt edicilik indeksinin .30'un üzerinde, ortalama güçlük değerinin ise en az .50 olması testin geçerli olduğunun bir göstergesidir (Wells ve Wollack; 2003; Nunnaly, 1981; Osadebe, 2015). Buna

göre elde edilen değerler dikkate alındığında üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel imge odaklı uzamsal akıl yürütme becerilerini belirlemek amacıyla geliştirilen testten elde edilen puanların 6, 7 ve 8. Sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrenciler açısından kolay düzeyde, ayırt edici ve güvenilir olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, gerçekleştirilen pilot uygulama ile 4 seçenekli 30 çoktan seçmeli sorudan oluşan “Zihinsel İmgelere Dayalı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)” geliştirilmiştir (EK 1). Testten alınabilecek en yüksek puan 30 en düşük puan ise 0’dır. Geliştirilen test, statik ve dinamik olmak üzere iki alt boyuttan oluşmaktadır.

3.3.2. Temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayış testinin geliştirilme süreci

Altı, yedi ve sekizinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından çoktan seçmeli sorulardan oluşan “Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)” geliştirilmiştir (EK 2).

Ölçme aracının konu kapsamının belirlenmesi sürecinde literatürde yer alan temel astronomi kitapları (Arny,1994; Aslan, Aydın, Demircan, Derman ve Kırbıyık; 1996; Fucili, 2009; Moche, 2009) ve farklı yıllar arasındaki astronomi eğitimine yönelik araştırmaları kapsayan derleme çalışmalar incelenmiştir (Bailey ve Slater, 2003; Bretones ve Neto, 2011; Lelliott ve Rollnick, 2010). Buna göre incelenen kaynaklar doğrultusunda testin içeriği “Dünya-Güneş-Ay Sistemi”, “Gece-Gündüz Oluşumu”, “Mevsimler” ve “Güneş Sistemi ve Yıldızlar” olmak üzere dört temel astronomi konusu çerçevesinde oluşturulmuştur. Ayrıca bahsedilen astronomi konuları ile ilişkili bireylerin sahip olduğu kavram yanılgılarının ve mevcut bilgilerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen tanılama testlerine odaklanılan çalışmalar incelenerek 20 maddelik soru havuzu oluşturulmuştur (Agan, 2004; Atwood ve Atwood, 1997; Baxter, 1989; Bekiroğlu, 2007; Dove, 2002; Güneş, 2010; Küçüközer, 2007; Jeffery, 2001; Okulu, 2012; Sharp, 1996; Trumper, 2000; Trumper, 2001a; Trumper, 2006; Trundle, Atwood ve Cristhopher, 2002; Trundle, Atwood ve Cristhopher, 2007; Young ve Shawl, 2013; Zeilik, 1998; Zeilik, Schau ve Mattern, 1999). Tablo 16’da testin içeriğini

oluşturan dört temel konu ve bu konularla ilişkili geliştirilen soruların numaraları yer almaktadır.

Tablo 16

Temel Astronomi Konularını İçeren Soru Numaraları

Konu	Soru Numarası
Dünya- Güneş-Ay Sistemi	1, 5, 7, 9, 12
Gece-Gündüz Oluşumu	2, 6, 10, 16, 19
Mevsimler	3, 8, 13, 15, 18
Güneş Sistemi ve Yıldızlar	4, 11, 14, 17, 20

Tablo 16 incelendiğinde soru havuzunda belirlenen her bir temel astronomi konusuna ilişkin beş sorunun yer aldığı görülmektedir. Testin *kapsam geçerliliği* ilgili literatürün incelenmesi dışında iki alan uzmanının görüşü alınarak ve belirtke tablosu hazırlanarak sağlanmıştır. Uzman grup, bir fen bilimleri eğitimcisi ile fen bilimleri eğitimi alanında doktora öğrenimi görmekte olan ve astronomi eğitimi üzerine çalışmalar gerçekleştiren iki kişiden oluşmaktadır. Kapsam geçerliliğinin sağlanmasında ikinci bir yöntem olarak başvuru belirtke tablosu ise, testte yer alan her bir sorunun cevaplanabilmesi için bireylerin sahip olması gereken bilişsel kazanımların sunulduğu iki boyutlu bir çizelgedir (Downing ve Haladayna, 2006). Buna göre Tablo 17’de konu başlığına göre hazırlanan belirtke tablosu sunulmuştur.

Tablo 17

AYKAT Belirtke Tablosu

Konu Başlığı	Soru Numarası	Odaklanılan Kazanım
<i>Dünya- Güneş-Ay Sistemi</i>	1	Ay’ın Dünya etrafında dolanması sonucu Ay’ın evrelerinin oluştuğunu açıklar.
	5	Ay’ın Dünya’nın etrafında bir tam dolanımını tamamladığı sürenin bir ay olduğunu tanımlar.
	7	Ay-Dünya-Güneş belirli bir konumdayken Ay’daki bir noktadan Dünya’nın görünümü hakkında çıkarımda bulunur.
	9	Dünya’dan bakıldığında Ay’ın daima aynı yüzünün gözlemlenmesinin sebebini açıklar.
	12	Ay’ın Güneş’in etrafındaki bir tam dolanımının bir yıl olduğunu tanımlar.
<i>Gece-Gündüz Oluşumu</i>	2	Gece-Gündüz oluşumunu Dünya’nın kendi eksenini etrafındaki dönme hareketiyle açıklar.
	6	Dünya’da kutup noktalarındaki gece-gündüz oluşumlarını açıklar.
	10	Dünya’nın farklı iki noktasında aynı anda birinde gece, diğerinde ise gündüz olmasının sebebini açıklar.

	16	Dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüş yönünün farklı olması durumundaki olası sonuçları hakkında tahminde bulunur.
	19	Dünya ve Güneş belirli bir konumdayken Dünya üzerinde farklı noktalardaki gece ve gündüz oluşumları hakkında çıkarımda bulunur.
<i>Mevsimler</i>	3	Dünya'nın eksen eğikliği ve Güneş etrafında dolanması sonucu mevsimlerin oluşacağını açıklar.
	8	Dünya'nın Güneş etrafında dolandığı farklı yörünge şekillerinin mevsimlerin oluşumuna yönelik olası sonuçlarını tahmin eder.
	13	Yaz mevsimi ile kış mevsimi arasındaki sıcaklık farkının temel nedenini açıklar.
	15	Dünya'nın sahip olduğu eksen eğikliğinin olmaması durumundaki olası sonuçları tahmin eder.
	18	Dünya'nın yıllık hareketinin mevsimlerin oluşumunda etkili olduğunu açıklar.
<i>Güneş Sistemi ve Yıldızlar</i>	4	Güneş'in özelliklerini ifade eder.
	11	Güneş sistemindeki gezegenlerin yörüngelerini tanımlar.
	14	Güneş ve Ay tutulmalarının her ay gerçekleşmemesinin sebebini açıklar.
	17	Güneş sistemindeki diğer gezegenlerden gözlem yapıldığında Dünya'nın konumu ve görünümü hakkında çıkarımda bulunur.
	20	Takımyıldızlarının özelliklerini sıralar.

Tablo 17'de, bireylerin zihinlerindeki temel astronomi kavramları, ilkeleri ve bu kavramlar arası ilişkilere yönelik kavramsal anlayışlarının farklı konu başlıkları altında yer alan her bir soruya ilişkin kazanımlar ile ölçülmesinin hedeflendiği görülmektedir. Bu kazanımların odağında oluşturulan soruların çeldirici seçenekleri ise, bireylerin farklı kaynaklar yoluyla edindikleri temel astronomi kavram, olgu ve ilkeleriyle ilgili yanılgılarından oluşmaktadır (Agan, 2004; Baxter, 1989; Bekiroğlu, 2007; Dove, 2002; Dunlop, 2000; Jeffery, 2001; Küçüközer, 2007; Sadler, 1992; Okulu, 2012; Trundle, Atwood ve Cristhopher, 2007; Trumper, 2001a; Trumper, 2006; Vosniadou ve Brewer, 1990; Zeilik, 1998).

Örnek soru maddesi:

Gece ve gündüz oluşumunun sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Güneş'in günde bir kez Dünya'nın etrafında dönmesi sonucu gece ve gündüz oluşur.
- B) Dünya'nın günde bir kez Güneş'in etrafında dönmesi sonucu gece ve gündüz oluşur.
- C) Dünya'nın Güneş'in gölgesine girmesi sonucu gece ve çıkması sonucu gündüz oluşur.
- D) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu gece ve gündüz oluşur.

“Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)”nin *yapı geçerliliğini ve güvenilirliğini* test etmek amacıyla pilot uygulama ile elde edilen veriler ile *madde analizi* yapılmıştır. Bu amaçla ITEMAN madde analiz programı ile testte yer alan her bir soruya ilişkin ayırt edicilik indeksi değeri ve güçlük düzeyi hesaplanmıştır. Analiz sonucunda öncelikli olarak, ayırt edicilik indeksi değeri 0.20'nin altında olan 8, 14 ve 20 numaralı olmak üzere toplam üç adet soru testten çıkarılmıştır. Tablo 18'de testte geriye kalan toplam 17 sorunun madde ayırt edicilik indeksleri, güçlük düzeyleri sunulmuştur.

Tablo 18

Nihai Teste İlişkin Madde Analizi Sonuçları

Soru No	Ayırt Edicilik İndeksi	Güçlük Düzeyi
1	.28	.28
2	.43	.83
3	.30	.69
4	.20	.31
5	.53	.62
6	.49	.67
7	.25	.41
8	.33	.43
9	.58	.72
10	.47	.65
11	.42	.77
12	.20	.12
13	.30	.55
14	.42	.67
15	.29	.46
16	.52	.83
17	.38	.92

Tablo 18 incelendiğinde nihai testte yer alan soruların ayırt edicilik indekslerinin ise .20 ile .58 arasında, madde güçlük düzeylerinin ise .12 ile .92 arasında değer aldığı görülmektedir. Testte yer alan her bir soru maddesine yönelik elde edilen bu değerler birlikte incelendiğinde, testin yeterli düzeyde yapı geçerliliğine sahip olduğu söylenebilir (Downing ve Haladayna, 2006; Gronlund ve Linn, 1990; Osadebe, 2015). Geliştirilen teste ilişkin betimsel istatistikler, ortalama güçlük düzeyleri, ortalama ayırt edicilik indeksleri ve KR-20 güvenilirlik değerleri Tablo 19'da sunulmaktadır.

Tablo 19

Betimsel İstatistik ve Madde Analizi Sonuçları

Değer	AKAT
N	143
Toplam Madde	17
Ortalama	9.85
Standart Sapma	2.51
Minimum	4
Maksimum	15
Çarpıklık	.50
Çarpıklığın Standart Hatası	.20
Basıklık	.22
Basıklığın Standart Hatası	.41
Ortalama Güçlük	.58
Ortalama Ayırt Edicilik İndeksi	.37
KR-20	.61

Tablo 19'a göre testin ortalama ayırt edicilik değerinin .37 ve ortalama güçlük değerinin .58 olduğu görülmektedir. Ayrıca testin KR-20 güvenirlik katsayısı .61 olarak bulunmuştur. Zihinsel süreçlerin ölçümü için geliştirilen çoktan seçmeli testlerin güvenirlik ve geçerlilik kanıtı olarak sunulan bu değerlerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Downing ve Haladayna, 2006; Kubiszyn ve Borich, 2013). Buna göre tüm bu değerler birlikte incelendiğinde geliştirilen testten elde edilen puanların temel astronomi konularına yönelik farklı kavramsal anlama düzeyine sahip 6, 7 ve 8. Sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencileri ayırt edebilen, orta güçlükte ve iç tutarlılık gösteren bir test olduğu sonucuna varılabilir. Bu bağlamda gerçekleştirilen pilot uygulama sonucunda 4 seçenekli 17 çoktan seçmeli sorudan oluşan "Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)" geliştirilmiştir (EK 2). Testten alınabilecek en yüksek puan 17 en düşük puan ise 0'dır. Geliştirilen test; "Dünya- Güneş-Ay Sistemi", "Gece-Gündüz Oluşumu", "Mevsimler" ve "Güneş Sistemi ve Yıldızlar" şeklinde dört temel astronomi konusunu kapsamaktadır. "Dünya- Güneş-Ay Sistemi" konu başlığı 1, 5, 7, 8 ve 11. soruyu, ", "Gece-Gündüz Oluşumu", konu başlığı 2, 6, 9, 14 ve 17. soruyu,, "Mevsimler" konu başlığı 3, 12, 13 ve 16. soruyu ve son olarak "Güneş Sistemi ve Yıldızlar" konu başlığı ise 4, 10 ve 15. soruyu içermektedir.

3.3.3. Fen bilimlerine yönelik başarı testinin geliştirilme süreci

Altı, yedi ve sekizinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin akademik başarı düzeylerini belirlemek amacıyla Aşut (2013) tarafından geliştirilen 45 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan “Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)” kullanılmıştır (EK 3).

FBYBT'nin geçerliliğinin ve güvenilirliğinin test edilmesi amacıyla diğer geliştirilen iki test ile eş zamanlı olarak pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonrasında elde edilen verilerin yapı geçerliliği ve iç tutarlılık katsayısının hesaplanmasında madde analizi yöntemine başvurulmuştur. Bu amaçla testte yer alan soruların ayırt edicilik indeksleri ITEMAN madde analiz programı yardımıyla hesaplanarak 0.20'nin altında olan maddeler tekrardan incelenmiş ve 1, 9, 11, 13 ve 18 numaralı sorular (toplam 5 soru) orijinal testten çıkarılmıştır. Tablo 20'de testte geriye kalan toplam 40 sorunun madde ayırt edicilik indeksleri ve güçlük düzeyleri sunulmuştur.

Tablo 20

Nihai Teste İlişkin Madde Analizi Sonuçları

Soru No	Ayırt Edicilik İndeksi	Güçlük Düzeyi	Soru No	Ayırt Edicilik İndeksi	Güçlük Düzeyi
1	.21	.60	21	.32	.69
2	.46	.55	22	.24	.71
3	.26	.95	23	.48	.54
4	.51	.45	24	.47	.31
5	.25	.72	25	.43	.16
6	.39	.81	26	.31	.22
7	.20	.93	27	.25	.31
8	.38	.62	28	.37	.17
9	.45	.34	29	.31	.80
10	.33	.60	30	.27	.33
11	.34	.67	31	.30	.84
12	.39	.43	32	.37	.69
13	.39	.49	33	.38	.82
14	.48	.21	34	.45	.66
15	.40	.34	35	.47	.40
16	.46	.47	36	.46	.36
17	.49	.54	37	.23	.30
18	.23	.32	38	.45	.55
19	.33	.58	39	.41	.69
20	.50	.28	40	.21	.93

Tablo 20’de testte yer alan maddelerin ayırt edicilik indeksinin .20 ile .51, güçlük düzeyinin ise .16 ile .95 arasında değer aldığı görülmektedir. Analiz sonucunda testte geriye kalan her bir soru maddesine yönelik elde edilen bu değerler birlikte incelendiğinde, bir başarı testinin yapı geçerliliğinin sağlanması açısından yeterli düzeyde oldukları şeklinde değerlendirilebilir (Downing ve Haladayna, 2006; Osadebe, 2015). Madde analizi sonrasında yeniden düzenlenen ve EK 3’de yer alan nihai testin sınıf düzeyine göre soru dağılımı Tablo 21’de yer almaktadır.

Tablo 21

Sınıf Düzeyine Göre Soru Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Soru Numarası	Madde Sayısı
6	1, 6, 7, 13, 14, 17, 18, 19, 29, 31, 32, 33, 37, 40	14
7	4, 5, 15, 16, 22, 23, 25, 30, 34, 35, 38, 39	12
8	2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 24, 26, 27, 28, 36	14

Sınıf düzeyine göre soru dağılımı incelendiğinde her bir sınıf düzeyindeki soru sayılarının birbirine yakın ve yeterli sayıda olduğu görülmektedir. Benzer şekilde testteki sorular, fen bilimlerinin üç temel alanını oluşturan fizik (10 soru), kimya (13 soru) ve biyoloji (17 soru) disiplinleri içerisinde de birbirine yakın değerlerde dağılım göstermektedir.

Yapı geçerliliği çalışması sonrasında yeniden düzenlenen testin kapsam ve görünüş geçerliliğinin sorgulanması amacıyla fen bilimleri eğitimi alanında uzman iki kişiden görüş alınmıştır. Uzman görüşünde öncelikli olarak testin içerdiği soru sayılarının gerek üç temel disipline gerekse farklı sınıf seviyelerine göre dağılımı konusunda fikirlerine başvurulmuştur. Ayrıca kapsam geçerliliğinin daha ayrıntılı kontrol edilmesi amacıyla her bir soru maddesi ile ilişkili ünite, konu alanı ve ölçülen bilişsel kazanım basamağını içeren belirtke tablosu araştırmacı tarafından hazırlanmıştır (Tablo 22).

Tablo 22

FBYBT Belirtke Tablosu

Soru Numarası	Konu Alanı	Ünite	Bilişsel Kazanım Düzeyi
1	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Analiz Etmek
2	Canlılar ve Hayat	İnsanda Üreme, Büyüme ve Gelişme	Anlamak
3	Canlılar ve Hayat	İnsanda Üreme, Büyüme ve Gelişme	Analiz Etmek
4	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Anlamak
5	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Analiz Etmek
6	Fiziksel Olaylar	Elektriğin İletimi	Değerlendirmek
7	Fiziksel Olaylar	Yaşamımızdaki Elektrikli Araçlar	Anlamak
8	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Analiz Etmek
9	Canlılar ve Hayat	Canlılar ve Enerji İlişkileri	Anlamak
10	Fiziksel Olaylar	Yaşamımızdaki Elektrik	Değerlendirmek
11	Fiziksel Olaylar	Yaşamımızdaki Elektrik	Anlamak
12	Dünya ve Evren	Deprem ve Hava Olayları	Analiz etmek
13	Canlılar ve Hayat	Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme	Analiz etmek
14	Fiziksel Olaylar	Kuvvetin Büyüklüğünün Ölçülmesi	Uygulamak
15	Fiziksel Olaylar	Kuvvet ve Enerji	Analiz etmek
16	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Analiz etmek
17	Fiziksel Olaylar	Elektriğin İletimi	Değerlendirmek
18	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak
19	Madde ve Değişim	Maddenin Değişimi	Değerlendirmek
20	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Uygulamak
21	Fiziksel Olaylar	Işık ve Ses	Analiz etmek
22	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Uygulamak
23	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak
24	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Uygulamak
25	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Analiz Etmek
26	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Anlamak
27	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Uygulamak
28	Madde ve Değişim	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Uygulamak
29	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzun Bilmeccesini Çözelim	Analiz Etmek
30	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Analiz Etmek
31	Madde ve Değişim	Maddenin Tanecikli Yapısı	Anlamak
32	Madde ve Değişim	Maddenin Değişimi	Anlamak
33	Madde ve Değişim	Maddenin Değişimi	Analiz etmek
34	Fiziksel Olaylar	Kuvvet ve Enerji	Analiz Etmek
35	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak
36	Fiziksel Olaylar	Basit Makineler	Analiz Etmek
37	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak
38	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak
39	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak
40	Canlılar ve Hayat	Vücudumuzdaki Sistemler	Anlamak

Testte yer alan her bir soru ile ölçülmesinin hedeflendiği bilişsel kazanım düzeyi belirlenirken Krathwohl (2002) tarafından Bloom Taksonomisinin (Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl, 1956) revize edilmiş versiyonuna odaklanılmıştır. Krathwol (2002),

Bloom Taksonomisinin orijinalinden farklı olarak kazanım düzeylerini “hatırlamak”, “anlamak”, “uygulamak”, “analiz etmek”, “değerlendirmek” ve “yaratmak” şeklinde sınıflandırmıştır. Tablo 22 incelendiğinde geçerliliği test edilen ölçme aracının, “anlamak” gibi temel düzeydeki kazanımların yanı sıra “uygulamak” , “analiz etmek” ve “değerlendirmek” gibi farklı üst düzey zihinsel beceri gerektiren soruları içerdiği görülmektedir. Buna göre geliştirilen testin üst düzey bilişsel kazanım gerektirmesi açısından üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin akademik başarılarını belirleyici özelliğe sahip olduğu da söylenebilir.

Yapı, kapsam ve görünüş geçerliliği sağlanan testin, güvenilirlik düzeyinin belirlenmesi amacıyla KR-20 iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. Tablo 23’te FBYBT’ye ilişkin betimsel istatistikler, madde analizine ilişkin ortalama değerler ve KR-20 güvenilirlik katsayısı sunulmuştur.

Tablo 23

Betimsel İstatistik ve Madde Analizi Sonuçları

Değer	FBYBT
N	143
Toplam Madde	40
Ortalama	21.2
Standart Sapma	5.96
Minimum	8
Maksimum	36
Çarpıklık	.31
Çarpıklığın Standart Hatası	.20
Basıklık	.22
Basıklığın Standart Hatası	.41
Ortalama Güçlük	.54
Ortalama Ayırt Edicilik İndeksi	.37
KR-20	.84

Tablo 23’e göre testin KR-20 güvenilirlik katsayısı .84 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu güvenilirlik değerinin, Aşut (2013) tarafından rapor edilen değere (.92) yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca testin ortalama madde güçlük indeksi (.54) ve ortalama ayırt edicilik indeksi (.37) değerleri incelendiğinde, bilişsel bir özellik olan akademik başarıya ilişkin ölçümlerin geçerliliği için de uygun düzeyde olduğu söylenebilir (Murphy ve Davidshofer, 2005; Tuckman ve Harper, 2012). FBYBT’ye ilişkin Tablo 23’te yer alan geçerlilik ve güvenilirlik analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde ise 6, 7 ve 8. sınıf düzeyindeki üstün

yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine yönelik akademik başarı düzeylerini belirlemede testten elde edilen puanların ayırt edici, orta güçlükte ve güvenilir özelliğe sahip olduğu sonucuna varılabilir. Bu bağlamda gerçekleştirilen pilot uygulama sonucunda 4 seçenekli 40 çoktan seçmeli sorudan oluşan “Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)” geçerlilik ve güvenilirliği yeniden test edilerek revize edilmiştir (EK 3). Testten alınabilecek en yüksek puan 40 en düşük puan ise 0’dır.

3.4. Uygulama Süreci

Gerçekleştirilen bu çalışmada üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin *Uzamsal Akıl Yürütme Becerileri*, *Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları* ve *Fen Bilimlerine Yönelik Başarıları* arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla öğrencilere üç adet dört seçenekli çoktan seçmeli test uygulanmıştır. Pilot uygulama sürecinde edilen veriler ile gerçekleştirilen madde analizi çalışması sonrasında son şekli verilen testler, bu süreçte karşılaşılan problemler de göz önünde bulundurularak araştırmacı tarafından asıl uygulama için hazır hale getirilmiştir. Asıl uygulamada, testlerin uygulanma sırası değişmeksizin pilot uygulamadan farklı olarak testlerde yer alan soru sayısına bağlı olarak uygulama süreleri değiştirilmiştir. Geliştirilen ve revize edilen üç testin içerdiği soru sayısı, uygulama süresi ve uygulama sırası Tablo 24’te sunulmuştur.

Tablo 24

Testlerin Asıl Uygulama Süreci

Uygulama Sırası	Test Adı	Soru Sayısı	Maksimum Uygulama Süresi
1	Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi	30	40 dakika
2	Temel Astronomi Kavramsal Anlayış Testi	17	20 dakika
3	Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi	40	40 dakika

Tablo 24 göz önüne alındığında, veri toplama sürecinde testlerin uygulama sırası öğrencilerin bilişsel yüklerine göre düzenlenmiştir. Her bir testin içerdiği soru sayısı ve içeriği farklı olmasından dolayı uygulama süresi de farklılık göstermektedir. Ayrıca her öğrenci, testleri birbirinden bağımsız bir şekilde cevaplandırmış ve bilişsel altyapılarının farklılığından dolayı farklı sürelerde bitirmişlerdir. Öğrenciler, testleri Tablo 24’te sunulan

sırasıyla yaklaşık beş dakika ara vererek cevaplandırmışlardır. Bunların dışında, ölçme araçlarının farklı uygulayıcılar tarafından nitelikli ve benzer bir şekilde uygulanmalarını sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından “Uygulama Yönergesi” (EK 4) ve “Uygulama Süreci Kontrol Listesi” (EK 5) hazırlanmıştır. “Uygulama Yönergesi” formu testlerin uygulama adımlarına ve uygulama sürelerine ilişkin bilgileri içermektedir. “Uygulama Süreci Kontrol Listesi” ise her üç testin sırasıyla uygulama adımlarındaki işlemin uygulayıcı tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinin basit ve pratik bir yolla kontrolünü sağlayıcı ve araştırmacıya uygulama süreci hakkında bilgi verici özelliktedir. Son olarak gerek pilot gerek asıl uygulama öncesinde Milli Eğitim Bakanlığı’ndan alınan gerekli resmi izinler EK 6’da sunulmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada, üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla geliştirilen ölçme araçlarından hem pilot hem de asıl uygulama sürecinde elde veriler, nicel veri çözümlene teknikleriyle analiz edilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen her iki testte (UAYBT ve AKAT) ve revize edilen üçüncü testte (FBYBT) yer alan soruların geçerlilik ve güvenilirlik analizi için ITEMAN madde analiz programı, çıkarımsal istatistik analizleri için ise SPSS21 paket programından faydalanılmıştır. SPSS paket programında “Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)”, “Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AKAT)” ve “Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)”nde yer alan sorulara, katılımcıların verdikleri her bir doğru cevap “1”, yanlış cevap ise “0” olarak kodlanmıştır.

Her üç teste ilişkin ortalama puanların çarpıklık-basıklık katsayıları ve histogram eğrileri incelendiğinde puanların normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Ayrıca araştırmada incelenen değişkenlere ilişkin %5’lik alt ve üst gruptaki katılımcıların budanmış ortalama (trimmed mean) değerleri hesaplanmış ve gerçek ortalama değerleri ile karşılaştırılmıştır. İncelenen her bir değişken için elde edilen iki farklı ortalama değerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre değişkenlere ilişkin elde edilen aykırı değerlerin

(outliers) ortalama değeri gcl bir Şekilde etkilemediği belirlenmiş ve puanların normal dağıldığı sonucu desteklenmiŐtir (Pallant, 2016; Yerdelen-Damar ve Aydın, 2015). Sonuç olarak çıkarımsal istatistik analizlerinde parametrik testlere başvurulmuştur.

Araştırmada, içsel ve dışsal değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkilerin incelenerek teorik bir modelin ortaya konulması amacıyla yol analizi gerçekleştirilmiştir. Yol analizi öncesinde, modelde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve derecesi hakkında bilgi edinmek amacıyla *Pearson Momentler arpımı Korelasyon Katsayısı* hesaplanmıştır. Ayrıca yol analizine ilişkin çok değişkenli normallik varsayımını test etmek amacıyla Mardia (1970)'nin çok değişkenli basıklık katsayısı hesaplanmıştır. Bentler (2005), pratikte bu değerin 5'ten küçük olması durumunda çok değişkenli verilerin normal dağıldığını belirtmiştir. Sonuç olarak çalışmada hesaplanan çok değişkenli basıklık katsayısı değerine (1.337) göre verilerin yol analizi için uygun olduğuna karar verilmiştir. Yol analizi sürecinde gerekli olan ileri istatistiksel analizler için ise AMOS 21 paket programı ve LISREL 8.7 programı kullanılmıştır. İncelenen değişkenlerin birbirine bağımlı değişim miktarlarının açıklayıcı bir Şekilde yorumlanabilmesi için yol katsayıları hesaplanmıştır. Yol katsayıları, standardize edilmiş regresyon katsayılarıdır (okluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012; Loehlin, 2004). Hesaplanan yol katsayıları yardımı ile modelde yer alan içsel ve dışsal değişkenler arasındaki doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler analiz edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen çıkarımsal istatistik analizlerinde alfa değeri 0.05 olarak belirlenmiştir.

Araştırmacı tarafından elde edilen veriler ile test edilen modelin uyumunu değerlendirmek amacıyla farklı model uyum indeksleri hesaplanmıştır. Tablo 25'te yol analizi modelleri için incelenmesi gereken model uyum indekslerinin kesim noktaları sunulmuştur (Bryne, 2010).

Tablo 25

Uyum İyiliği Değerleri ve Kesim Noktaları

Uyum İyiliği Değerleri	Mükemmel Uyum (M)	Kabul Edilebilir Uyum (K)
p	> .05	≤ .05
χ^2 /sd	≤ 2.0	2.0-5.0
RMSEA	≤ .05	≤ .08
SRMR	≤ .05	≤ .08
GFI	≥ .95	≥ .90
AGFI	≥ .95	≥ .90
CFI	≥ .97	≥ .95
NFI	≥ .95	≥ .90

p: anlamlılık düzeyi; χ^2 /sd: Ki-kare iyilik uyumu; RMSEA: Yaklaşık hataların ortalama karekökü; SRMR: Standardize edilmiş artık ortalamaların karekökü; GFI: İyilik uyum indeksi; AGFI: Düzenlenmiş iyilik uyum indeksi; CFI: Karşılaştırmalı uyum indeksi; NFI: Normlaştırılmış uyum indeksi

Tablo 25’te yer alan uyum indekslerinin analizinin temelinde, beklenen ve gözlemlenen veri matrisleri arasındaki farklar incelenerek matrisler arasındaki uyuşma durumlarının ortaya konulması yer alır (Bryne, 2010; Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012; Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu amaçla gerçekleştirilen araştırmada, geliştirilen modele ilişkin uyum değerleri hesaplanmış, bu değerler Tablo 25’te yer alan kesim noktaları ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre model modifiye edilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, üstün yetenekli 6, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin zihinsel imgelere dayalı uzamsal akıl yürütme becerisi, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayış ve fen bilimlerine yönelik akademik başarı düzeylerinin belirlenmesi ve bu değişkenler arasındaki dolaylı ve doğrudan açıklayıcı ilişkinin incelenmesine yönelik betimsel ve çıkarımsal analiz bulguları yer almaktadır.

4.1. Betimsel Analiz Bulguları

Üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin (N=642), UAYBT, UAYBT-S, UAYBT-D, AYKAT ve FBYBT'ye ilişkin ortalama puanlarının betimsel analizi ve güvenilirlik katsayısı değerleri Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26

Betimsel Analiz Sonuçları

Değer	Test				
	UAYBT	UAYBT-S	UAYBT-D	AYKAT	FBYBT
N	642	642	642	642	642
\bar{x}	20.33	10.42	9.90	9.90	23.06
Standart Sapma	3.96	2.17	2.43	2.76	6.95
Minimum	5	1	1	1	4
Maksimum	29	14	16	17	39
Çarpıklık	.17	.18	.13	.14	.01
Çarpıklığın Standart Hatası	.09	.09	.09	.09	.09
Basıklık	.20	.21	.17	.05	.17
Basıklığın Standart Hatası	.19	.19	.19	.19	.19
KR-21	.72	.55	.60	.61	.84

Tablo 26 incelendiğinde, katılımcıların her bir ölçme aracından elde edilen puanlarının ortalamasına ilişkin çarpıklık değerlerinin .01 ile .18, basıklık değerlerinin ise .05 ile .21 arasında olduğu görülmektedir. Bu durumda çarpıklık ve basıklık değerlerine göre her bir teste ilişkin puan ortalamalarının normal dağıldığı sonucuna varılabilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Ayrıca katılımcıların UAYBT'nin statik ve dinamik alt boyutlarına ilişkin puanlarının ortalamaları ise sırasıyla 14 puan üzerinden 10.42 ve 16 puan üzerinden 9.90

olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde AYKAT'a ilişkin puan ortalamasının 17 puan üzerinden 10.50, FBYBT'ye ilişkin puan ortalamasının ise 40 puan üzerinden 23.06 olduğu bulunmuştur.

Çalışmada yer alan üstün yetenekli öğrencilerin sınıf düzeyine göre UAYBT, UAYBT-S, UAYBT-D, AYKAT ve FBYBT ortalama puanlarının betimsel analizi ise Tablo 27'de sunulmuştur.

Tablo 27

Sınıf Düzeyine Göre Betimsel Analiz Sonuçları

Sınıf Düzeyi	Değer	Test				
		UAYBT	UAYBT-S	UAYBT-D	AYKAT	FBYBT
6	N	287	287	287	287	287
	\bar{x}	19.58	10.17	9.41	9.69	18.78
	Standart Sapma	3.94	2.26	2.37	2.61	5.18
	Minimum	6	1	2	2	4
	Maksimum	28	14	16	16	36
7	N	264	264	264	264	264
	\bar{x}	20.59	10.51	10.09	10.67	24.87
	Standart Sapma	3.78	2.07	2.32	2.70	5.81
	Minimum	6	4	2	1	9
	Maksimum	29	14	15	16	37
8	N	91	91	91	91	91
	\bar{x}	21.90	10.98	10.92	12.56	31.29
	Standart Sapma	4.00	2.06	2.57	2.20	4.88
	Minimum	5	3	1	5	12
	Maksimum	28	14	15	17	39

Tablo 27'de UAYBT, UAYBT-S ve UAYBT-D ortalama puanlarının sınıf düzeyi arttıkça birbirine yakın bir değerde artış gösterdiği görülmektedir. Ayrıca farklı sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin AYKAT ve FBYBT'ye ilişkin maksimum puanlarının birbirine yakın değerlerde olduğu ve ortalama puanlarının da diğer testlere benzer şekilde üst sınıf düzeyine doğru gittikçe artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

4.2. Çıkarımsal Analiz Bulguları

Araştırmada üstün yetenekli 6, 7 ve 8. sınıf üstün yetenekli öğrencilerin sınıf düzeylerine göre statik ve dinamik uzamsal akıl yürüte becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasındaki doğrudan ve dolaylı açıklayıcı ve yordayıcı ilişkinin yordanması amacıyla yol analizi yapılmıştır. Yol

analizinde teorik olarak araştırmacı tarafından oluşturulan hipotez model, elde edilen veriler yardımı ile test edilmektedir (Bayram, 2013; Tabachnick ve Fidell, 2013). Hipotez model test edilmeden önce değişkenler arasındaki ilişkilerin çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity), teklilik (singularity) ve doğrusallık (linearity) durumu incelenmiştir. Buna göre değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik korelasyon matrisi Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28

Korelasyon Matrisi

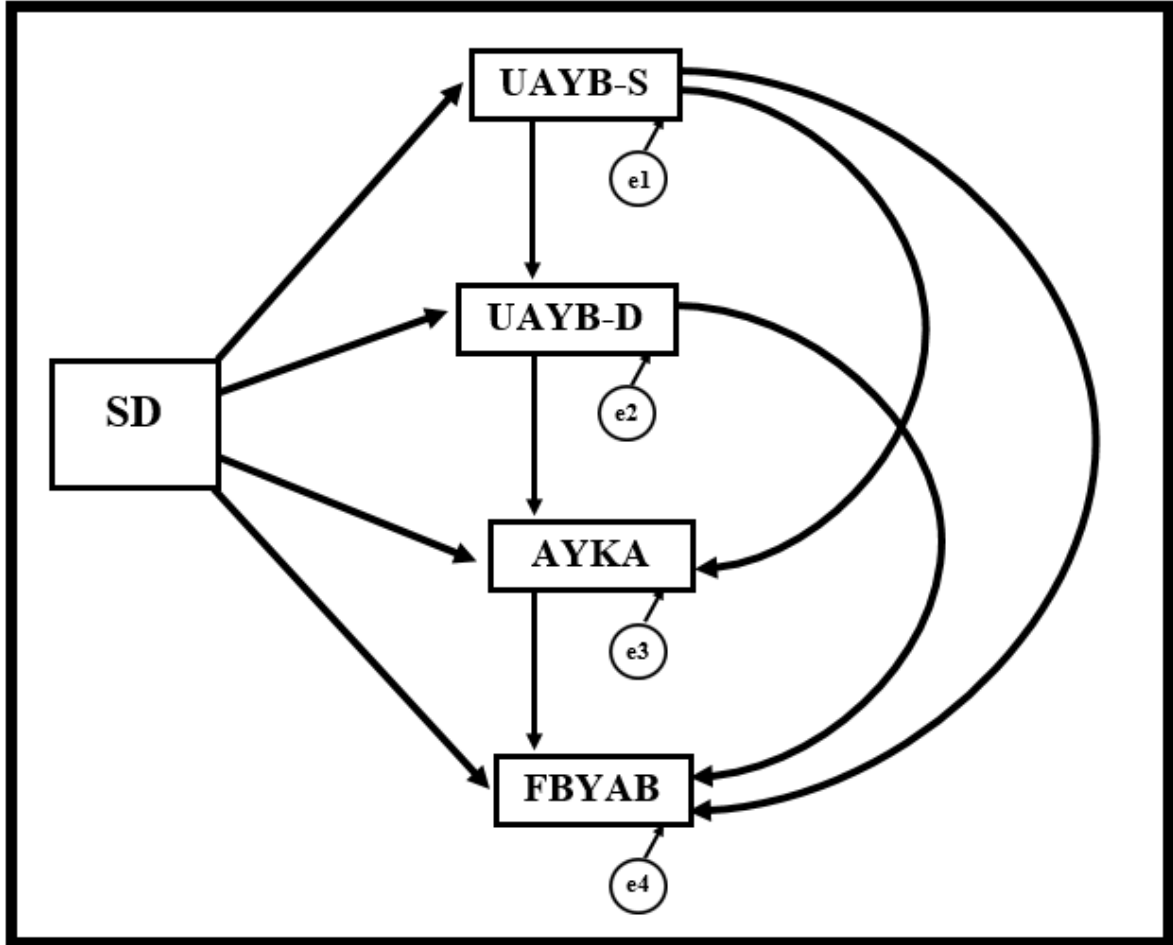
Değişken	UAYB	UAYB-S	UAYB-D	AKAT	FBYAB
UAYB	-				
UAYB-S	.85*	-			
UAYB-D	.88*	.48*	-		
AYKA	.34*	.26*	.32*	-	
FBYAB	.28*	.22*	.27*	.47*	-

* $p < .05$

Tablo 28 incelendiğinde değişkenler arasındaki korelasyon değerlerinin .22 ile .88 arasında değiştiği görülmektedir. Buna göre UAYB-S, UAYB-D, AYKA ve FBYAB değişkenleri arasında anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki vardır. öte yandan UAYB değişkeni ile alt boyutlarını oluşturan UAYB-S ve UAYB-D değişkenleri arasında da anlamlı ve pozitif yönde ilişki olmasına rağmen korelasyon katsayı değerlerinin yüksek olması nedeniyle bu değişkenler arasında teklilik durumunun olduğu belirlenmiştir (Pallant, 2016; Tabachnick ve Fidell, 2013). Sonuç olarak hipotez olarak geliştirilen modelde yer alan değişkenlerin, yol analizi varsayımlarının sağlanması ve modele katkı sağlanması amacıyla UAYB değişkeni yerine yüksek düzeyde ilişki gösterdiği UAYB-S ve UAYB-D değişkenlerine yer verilmiştir. Dolayısıyla modelde yer alan değişkenlere ilişkin elde edilen verilerin yol analizi için uygun olduğuna karar verilmiştir.

Değişkenler arasındaki ilişkiyi daha detaylı incelemek amacıyla gerçekleştirilen yol analizinde ilk adım, hipotezlerin görsel bir şekilde sunulduğu yol diyagramı oluşturmaktır (Bryne, 2010). Yol diyagramında değişkenler arasındaki yordayıcı ilişkiler, açıklayıcı

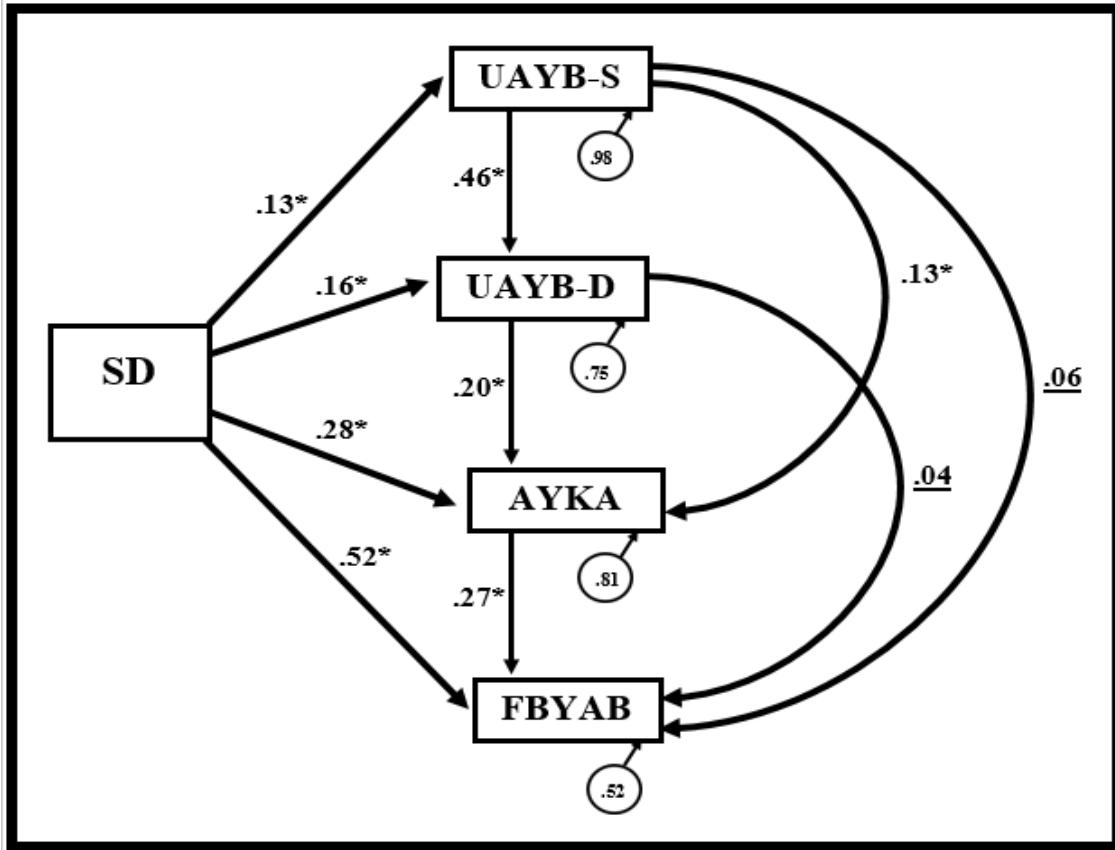
değişkenden açıklanan değişkene doğru tek yönlü oklarla gösterilmektedir (Kline, 2011). Araştırmada incelenen değişkenler arasındaki dolaylı ve doğrudan ilişkilerin yer aldığı hipotez modele ilişkin yol diyagramı Şekil 16’da sunulmuştur.



Şekil 16. Hipotez modele ilişkin yol diyagramı

Şekil 16’deki yol diyagramında görüldüğü gibi farklı sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilere ilişkin incelenen değişkenler, gözlenen değişkenler oldukları için dikdörtgen şeklinde gösterilmiştir. Her bir gözlenen değişkenin varsayılan varyansına ilişkin standardize edilmiş hata terimleri (e1, e2, e3 ve e4) ise dışsal gözlenmeyen değişken şeklinde tek yönlü ok ile belirtilmiştir. Hipotez modelde sınıf düzeyi değişkeni, UAYB-S, UAYB-D, AYKA ve FBYAB değişkenlerinin açıklayıcısı olarak ele alınmıştır. Ayrıca modele göre sınıf düzeyinin yanı sıra UAYB-D değişkenini açıklayan diğer değişkenin UAYB-S, AYKA değişkenini açıklayan diğer değişkenlerin ise UAYB-D ve UAYB-S değişkenleri olduğu

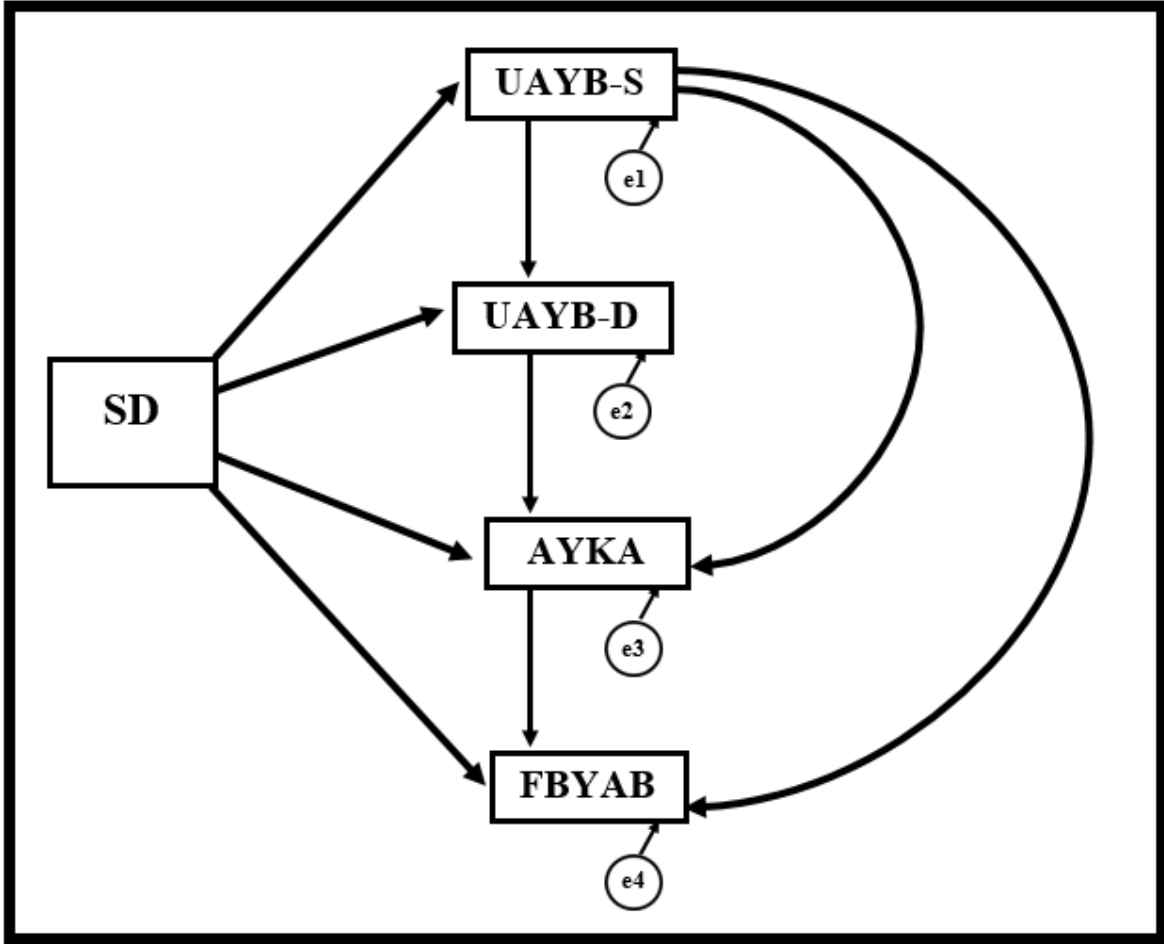
görülmektedir. Son olarak FBYAB değişkeninin ise diğer tüm değişkenler tarafından dolaylı ve doğrudan bir şekilde açıklandığı hipotez modele ilişkin oluşturulan yol diyagramında sunulmuştur. Şekil 17’de oluşturulan hipotez modelin test edilmesi amacıyla yol analizi gerçekleştirilerek yol katsayılarına ilişkin bilgiler sunulmuştur.



* $p < .05$

Şekil 17. Hipotez modele ilişkin yol analizi sonucu

Şekil 17’de yer alan hipotez modelin uyum değerleri incelendiğinde elde edilen veriler hipotez modeli doğrulamamaktadır ($\chi^2 /sd = 74.95$; $p < .05$; $RMSEA = .34$). Ayrıca hipotez modele ilişkin yol katsayıları incelendiğinde UAYB-S ve UAYB-D değişkenlerinin FBYAB değişkenini anlamlı bir şekilde yordamadığı da görülmektedir ($\beta_{UAYB-S} = .06$, $t = 1.81$; $p > .05$; $\beta_{UAYB-D} = .04$, $t = 1.24$, $p > .05$). Bu durumun sonucu olarak öncelikle modelde yer alan değişkenlerden UAYB-D ile FBYAB değişkenleri arasındaki doğrudan ilişki durumunu belirten yol çizgisi kaldırılarak model modifiye edilmiştir. Modifiye edilen model Şekil 18’de yer almaktadır.



Şekil 18. Modifiye model

Şekil 18 incelendiğinde modifiye edilen modelde, hipotez modelden farklı olarak UAYB-D ile FBYAB değişkenleri arasında açıklayıcı ilişkinin sadece dolaylı bir şekilde kurulduğu görülmektedir. Modifiye modele ve elde edilen verilere ilişkin kovaryans matrislerinin uyumunu değerlendirmek ve modifiye modelin kabul ya da reddedilmesine karar verilmesi amacıyla model uyum indeksleri incelenmiştir. Uyum indekslerinin, örneklem büyüklüğüne duyarlı olmaları ve her birinin farklı kriterleri içermesi nedeniyle beraber değerlendirilmeleri gerekmektedir (Bryne, 2010; Kline, 2011). Buna göre araştırmada modifiye modele ilişkin elde edilen uyum indeksi değerleri Tablo 29’da sunulmuştur.

Tablo 29

Modifiye Modele İlişkin Uyum İndeksi Değerleri

Uyum İndeksleri	p	χ^2 /sd	RMSEA	SRMR	GFI	AGFI	CFI	NFI
Modifiye Model	.22*	1.53	.03 ** (.000-.114)	.01	.99	.98	.99	.99

* $p > .05$; ** % 90 olasılıklı güven aralığı değerleri

Tablo 29’da yer alan ve diğer uyum indekslerinin elde edilmesinde temel alınan ki-kare iyilik indeksi, ki-kare (χ^2) değerinin serbestlik derecesine (sd) oranı ile elde edilmektedir. Ki-kare testi, yokluk (H_0) hipotezinin gözlenen ve beklenen kovaryans matrisleri arasında farkın olmadığı şeklinde kurulan bir hipotez testidir. Buna göre model ile verilere ilişkin matrislerin uyumlu olduğu diğer bir deyişle aralarında farkın olmadığı durumda, testin anlamlılık düzeyinin (p) .05 den büyük olması beklenmektedir (Kline, 2011). Öte yandan ki-kare istatistiği, örneklem büyüklüğüne duyarlı olması sebebiyle modelin uyumunu değerlendirmede tek başına yeterli değildir. Bu nedenle serbestlik derecesi ki-kare testinde önemli bir yere sahiptir (Schumaker ve Lomax, 2010). Ki-kare iyilik indeksi değerinin (χ^2 /sd), 2-5 arasında olması model ile veriler arasındaki uyumun kabul edilebilir, 2’den küçük olması ise uyumun mükemmel olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Bryne, 2010). Tablo 29 incelendiğinde araştırmada elde edilen ki-kare iyilik indeksi ve anlamlılık düzeyi değerine göre, oluşturulan modelin elde edilen verilere mükemmel uyum gösterdiği belirlenmiştir (χ^2 /sd= 1.53; $p > .05$).

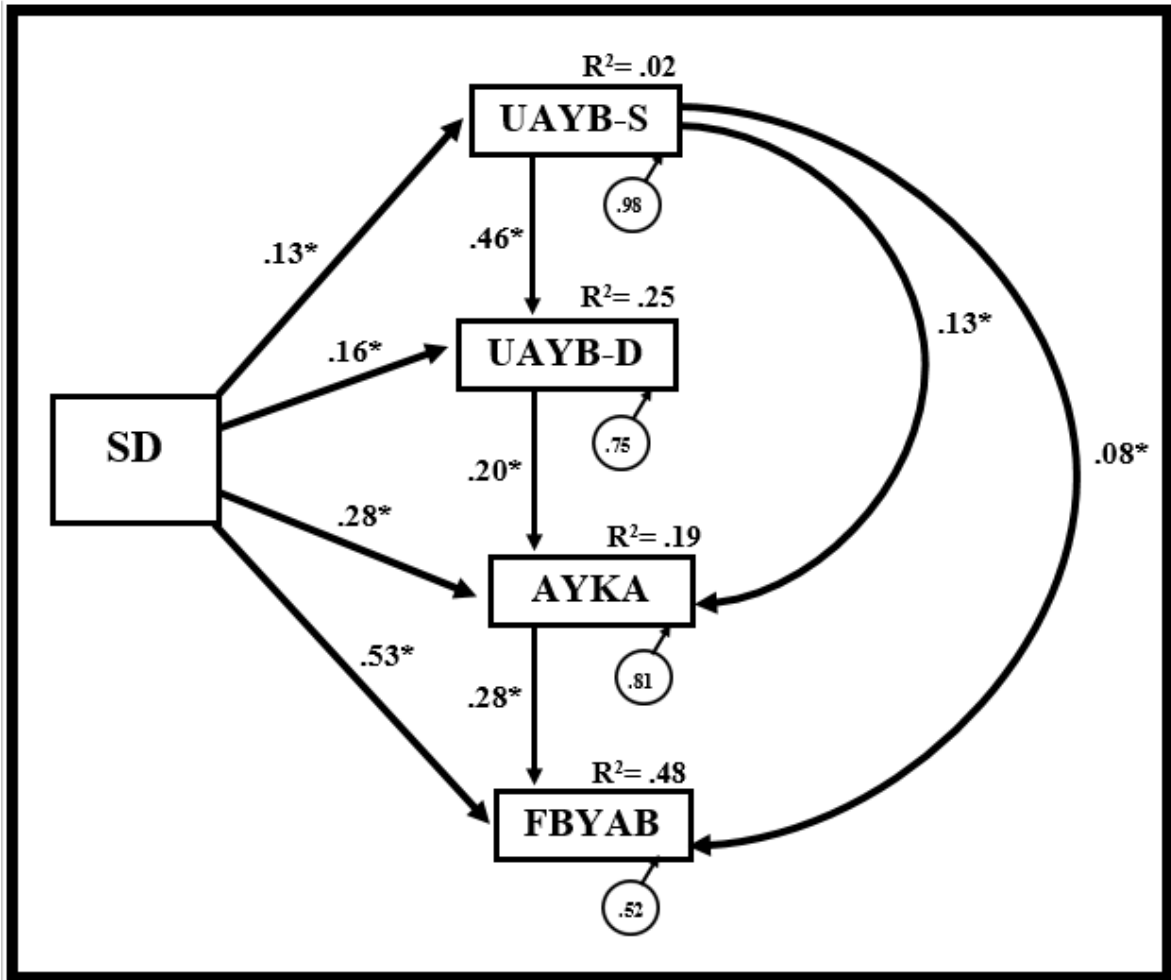
GFI (iyilik uyum indeksi) değeri, teorik model ile verilere ilişkin kovaryans matrisleri arasındaki kareler toplamı farkının oranıdır ve çoklu regresyondaki R^2 değerine benzetilmektedir (Schumaker ve Lomax, 2010; Tabanick ve Fidell, 2007). AGFI değeri ise GFI değerinin serbestlik derecesi aracılığı ile yeniden düzenlenerek örneklem büyüklüğünün sonuçlara etkisi azaltılmış bir uyum indeksidir. GFI ve AGFI değerleri 0 ile 1 arasında değişmekte ve bu değerlerin .95 üzeri olması mükemmel uyum olduğu anlamına gelmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). Buna göre araştırmada elde edilen GFI (.99) ve AGFI (.98) değerleri, verilerin model ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

RMSEA indeksi, yaklaşık hataların ortalama kareköküne ilişkin güven aralığının hesaplandığı ve 0-1 arasında değer alan uyum indeksidir. Elde edilen veriler ile model arasında minimum düzeyde hata olması gerektiğinden dolayı GFI ve AGFI indekslerinin tersine bu indeks değerinin 0'a yakın olması ve %90 olasılıklı güven aralığında yer alması beklenmektedir (Bayram, 2013; Schumaker ve Lomax, 2010;). Çalışmada RMSEA indeksi değeri .03 olarak belirlenmiştir. Buna göre elde edilen bu değer .05'den küçük olması, model ile verilerin mükemmel uyum içerisinde olduğunu göstermektedir.

SRMR (Standardize edilmiş artık ortalamaların karekökü), gözlenen verilere ve teorik modele ilişkin kovaryans matrisleri arasındaki farkın standardize edildiği uyum indeksidir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). SRMR uyum indeksi değerinin, RMSEA değerine benzer şekilde .08 den küçük olması kabul edilebilir, .05'den küçük olması ise mükemmel uyumu göstermektedir (Bryne, 2010). Çalışmada elde edilen SRMR değerine (.007) göre modelin veriler ile mükemmel uyum gösterdiği belirlenmiştir.

CFI (karşılaştırmalı uyum indeksi) ve NFI (normlaştırılmış uyum indeksi) indekslerinde model uyumu, teorik model ile değişkenler arasında hiçbir ilişkinin bulunmadığı varsayılan bağımsız bir model karşılaştırılarak değerlendirilmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). Mükemmel uyum için CFI indeksi değerinin .97'den, NFI indeksi değerinin ise .95'den büyük olması gerekmektedir (Bryne, 2010). Buna göre Tablo 29'da yer alan CFI (.99) ve NFI (.99) değerlerine göre elde edilen veriler ile modifiye model uyumunun mükemmel düzeyde olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak modifiye modele ilişkin uyum indeksleri birlikte değerlendirildiğinde bu değerler, modelin elde edilen veriler ile mükemmel uyum içerisinde doğrulandığını göstermektedir. Fakat modifiye modelin verilerle istenilen uyumunun sağlanması tek başına yeterli olmayıp incelenen değişkenler arasındaki yordayıcı ilişkilerin derecesinin, yönünün, doğrudan ve dolaylı etkilerinin de açıklanması gerekmektedir. Bu amaçla modifiye modelde yeniden analiz edilen değişkenler arasındaki yol katsayıları ve yordanan değişkenlere ilişkin açıklanan varyans oranları (R^2) Şekil 19'da yer almaktadır.



* $p < .05$

Şekil 19. Modifiye modelde değişkenler arasındaki yol katsayıları ve R^2 değerleri

Şekil 19'daki modifiye modelde yer alan içsel ve dışsal değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu ve yol katsayılarının (β) ise .08 ile .53 arasında değer aldığı görülmektedir ($p < .05$). Modelde yer alan sınıf düzeyi dışsal değişkeni ile içsel değişkenler (UAYB-S, UAYB-D, AYKA ve FBYAB) arasındaki yol katsayıları sırasıyla $\beta_{SD \rightarrow UAYB-S} = .13$ ($t=3.22$, $p < .05$), $\beta_{SD \rightarrow UAYB-D} = .16$ ($t=4.49$, $p < .05$), $\beta_{SD \rightarrow AYKA} = .28$ ($t=7.62$, $p < .05$) ve $\beta_{SD \rightarrow FBYAB} = .53$ ($t=17.37$, $p < .05$) olarak ifade edilmiştir. Ayrıca UAYB-S değişkeninin varyansındaki değişimin %2 lik kısmı sadece sınıf düzeyi değişkeni tarafından ($R^2 = .02$) ve FBYAB değişkeninin varyansındaki değişimin ise %48 lik kısmı diğer tüm değişkenler tarafından açıklanmaktadır ($R^2 = .48$).

UAYB-S değişkeni ile UAYB-D arasındaki yol katsayısı değeri $\beta=.46$ olarak belirlenmiştir ($t=13.29$, $p<.05$). Bu değere göre iki değişken arasında anlamlı ve açıklayıcı bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Buna göre araştırmacı tarafından kurulan “Hipotez- 1” doğrulanmıştır. Öte yandan UAYB-D değişkenine ilişkin varyansın %25’ i hem sınıf düzeyi hem de UAYB-S değişkenleri tarafından açıklanmaktadır ($R^2=.25$).

Modifiye modeldeki hesaplanan yol katsayılarına göre UAYB-S’deki ve UAYB-D’deki birbirinden bağımsız bir birimlik değişimi ile AYKA’da sırasıyla $\beta_{UAYB-S \rightarrow AYKA}=.13$ ($t=3.11$, $p<.05$) ve $\beta_{UAYB-D \rightarrow AYKA}=.20$ ($t=4.87$, $p<.05$) değerinde anlamlı bir değişim olduğu belirlenmiştir. Buna göre araştırmacı tarafından kurulan “Hipotez- 2” ve “Hipotez- 4” doğrulanmıştır. Ayrıca AYKA değişkenine ilişkin varyansın %19’u, hem dışsal (sınıf düzeyi) hem de içsel (UAYB-S ve UAYB-D) değişkenler tarafından açıklanmaktadır ($R^2=.19$).

FBYAB değişkeni ile açıklayıcı UAYB-S ve AYKA değişkenleri arasındaki yol katsayıları sırasıyla $\beta_{UAYB-S \rightarrow FBYAB}=.08$ ($t=2.59$, $p<.05$), ve $\beta_{AYKA \rightarrow FBYAB}=.28$ ($t=8.83$, $p<.05$), olarak hesaplanmıştır. Buna göre FBYAB değişkeni, birbirinden bağımsız bir şekilde hem AYKA hem de UAYB-S tarafından anlamlı bir şekilde doğrudan yordmaktadır. Buna göre araştırmacı tarafından kurulan “Hipotez- 5” ve “Hipotez- 9” doğrulanmıştır. Öte yandan Şekil 19’daki modifiye modelde, UAYB-D değişkeninin FBYAB’yi anlamlı ve doğrudan bir şekilde yordamadığı gözlemlenmiştir. Buna göre araştırmacı tarafından kurulan “Hipotez- 7” doğrulanmamıştır. Ayrıca FBYAB değişkenine ilişkin varyansın yaklaşık yarısının ($R^2=.48$) modeldeki dışsal ve içsel değişkenler tarafından açıklandığı belirlenmiştir.

Modelde yer alan iki değişken arasındaki yordayıcı ilişki doğrudan açıklandığı gibi üçüncü bir değişken üzerinden dolaylı bir şekilde de açıklanabilir. Doğrudan etki değerleri, yol diyagramlarında yer alan yol katsayılarıdır. Dolaylı etki ise dışsal ya da içsel açıklayıcı değişkenin başka bir değişken üzerinden açıklanan değişken üzerindeki etkisidir. Dolaylı etki değerleri, açıklayıcı değişken ile aracı değişken ve aracı değişken ile açıklanan değişken arasındaki yol katsayılarının çarpımı ile hesaplanmaktadır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). Açıklayıcı değişkenin açıklanan değişken üzerindeki toplam etkisi, doğrudan ve dolaylı etkilerin toplamıdır. Buna göre modelde yer alan değişkenler arasındaki doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30

Değişkenler Arasındaki Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etki Değerleri

Açıklanan Değişken	UAYB-S			UAYB-D			AYKA			FBYAB		
	Doğrudan	Dolaylı	Toplam	Doğrudan	Dolaylı	Toplam	Doğrudan	Dolaylı	Toplam	Doğrudan	Dolaylı	Toplam
SD	.13*	-	.13*	.16*	.06*	.22*	.28*	.06*	.34*	.53*	.10*	.63*
Açıklayıcı Değişken												
UAYB-S	-	-	-	.46*	-	.46*	.13*	.09*	.22*	.08*	.06*	.14*
UAYB-D	-	-	-	-	-	-	.20*	-	.20*	-	.06*	.06*
AYKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.28*	-	.28*

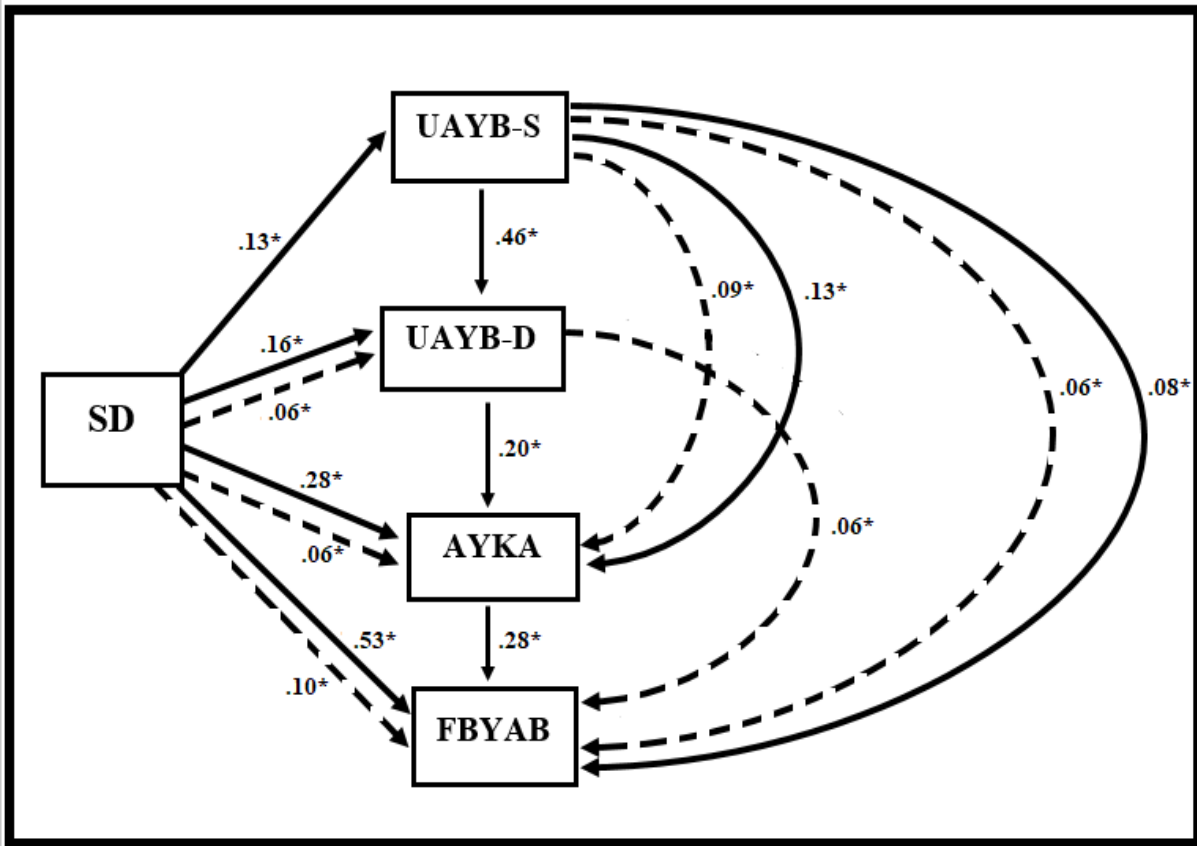
* $p < .05$

Tablo 30 incelendiğinde SD dışsal değişkeninin tüm içsel değişkenler üzerindeki doğrudan etkisinin yanı sıra UAYB-D, AYKA ve FBYAB üzerinde dolaylı etkisinin olduğu gözlemlenmektedir. SD değişkeninin UAYB-D üzerindeki dolaylı etkisinde ($\beta_{SD \rightarrow UAYB-D} = .06$) UAYB-S değişkeninin aracı (mediatör) değişken olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde SD değişkeninin AYKA üzerindeki dolaylı etkisinde ($\beta_{SD \rightarrow AYKA} = .06$) UAYB-D değişkeninin ve son olarak FBYAB üzerindeki dolaylı etkisinde ($\beta_{SD \rightarrow FBYAB} = .10$) ise AYKA değişkeninin aracı değişken olduğu belirlenmiştir.

AYKA değişkeni üzerinde UAYB-S ve UAYB-D değişkenlerinin sırasıyla .22 ve 20 değerinde toplam etkisi bulunmaktadır. Ayrıca AYKA üzerindeki UAYB-S değişkeninin toplam etkisinin .09'u, UAYB-D değişkeni aracılığı ile dolaylı bir şekilde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde UAYB-S, FBYAB değişkenini dolaylı bir şekilde (.06) UAYB-D ve AYKA değişkenleri aracılığı ile açıklamaktadır. Buna göre araştırmacı tarafından kurulan "Hipotez- 3", "Hipotez- 6 "ve " "Hipotez- 9" doğrulanmıştır.

Son olarak Tablo 30’da FBYAB üzerinde modelde yer alan diğer tüm dışsal ve içsel değişkenlerin doğrudan veya dolaylı etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir. UAYB-D değişkeninin FBYAB üzerinde sadece dolaylı etkisinin (.06) olduğu ve bu etkinin ise AYKA değişkeni aracılığıyla gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna göre araştırmacı tarafından kurulan “Hipotez- 8” doğrulanmıştır. Sonuç olarak FBYAB değişkeninin hem UAYB-S hem de UAYB-D ile arasındaki dolaylı yordayıcı ilişkinin açıklanmasında AYKA’nın aracı değişken etkisi gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmacı tarafından elde edilen verilerle uyumu sağlanarak doğrulanan ve değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı açıklayıcı ilişkiler belirlenerek Tablo 30 ‘da yer alan değerlere göre oluşturulan nihai model Şekil 20’de sunulmaktadır.



Şekil 20. Nihai model

Şekil 20'deki nihai modelde, değişkenler arasındaki dolaylı ilişkiler kesikli ok işareti ile gösterilmiştir. Sonuç olarak araştırmacı tarafından oluşturulan modelde, üstün yeteneklilerin sınıf düzeyleri, statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasında anlamlı düzeyde doğrudan ve dolaylı açıklayıcı ilişkilerin olduğu gözlemlenmektedir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde, bulgulardan elde edilen sonuçlara yer verilmiş, bu sonuçlar literatürdeki benzer diğer çalışmalar kapsamında tartışılmış ve bu alanda yapılabilecek diğer araştırmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada üstün yetenekli 6, 7. ve 8. sınıf öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri, temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları ve fen bilimlerine yönelik akademik başarıları arasındaki açıklayıcı ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen path analizi sonucunda incelenen değişkenler arasındaki açıklayıcı ilişkilere yönelik birtakım bulgular elde edilmiştir. Bu bulgulardan hareketle ulaşılan sonuçlardan birisi üstün yetenekli öğrencilerin sınıf seviyesi, hem statik hem de dinamik uzamsal akıl yürütme becerilerindeki değişimin açıklayıcısıdır. Diğer bir deyişle, üstün yetenekli öğrencilerin sınıf seviyeleri ile statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerilerini pozitif yönde anlamlı bir şekilde yordamaktadır. Öte yandan dinamik uzamsal akıl yürütme becerisindeki varyansın %25 i hem sınıf düzeyi hem de statik uzamsal akıl yürütme becerisi tarafından açıklanmaktadır. Benzer şekilde Kikas (2006) ilkökul birinci ve ikinci sınıf, Türk (2016) dört farklı sınıf seviyesindeki fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında sınıf seviyesi ilerledikçe bireylerin uzamsal becerilerinin de geliştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca ulaşılan sonuçlardan bir diğeri ise sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarının artmasıdır. Bu bulgu, Göncü (2013)'nün beşinci ve yedinci sınıf öğrencileri, Padalkar (2010)'ın dördüncü ve yedinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında üst sınıflardaki öğrencilerin astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlarının daha gelişmiş olduğu sonucunu destekler niteliktedir.

Araştırmada, uzamsal akıl yürütme becerisinin alt boyutları olarak tanımlanan statik uzamsal akıl yürütme becerisi, dinamik uzamsal akıl yürütme becerisinin yordayıcısıdır. Buna göre, üç boyutlu nesnelerin şekil ve büyüklük gibi özelliklere ilişkin düşünme

süreçlerini içeren statik uzamsal akıl yürütme becerisindeki değişimin, üç boyutlu nesnelere uzaklık, görünüp/kaybolma, doğrusal hareket, rotasyon gibi hareketli durumlarına ilişkin düşünme süreçlerini içeren dinamik uzamsal akıl yürütme becerisindeki değişimi açıkladığı sonucuna varılmaktadır. D'Oliveira (2004), 104 üniversite öğrencisi ile yürüttüğü çalışmada öğrencilere dokuz farklı uzamsal test uygulamış ve elde ettiği verilere açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi teknikleri uygulamıştır. Benzer şekilde elde edilen bulgulardan hareketle uzamsal becerilerin birbiri ile ilişki gösteren statik ve dinamik olmak üzere iki temel yapıdan oluştuğunu öne sürmüştür.

Araştırmada öne çıkan bir diğer bulgu ise, üstün yetenekli öğrencilerin statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerilerinin, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarını pozitif yönde ve anlamlı bir şekilde yordamasıdır. Aynı zamanda statik akıl yürütme becerisi, astronomiye ilişkin kavramsal anlayışları dinamik akıl yürütme becerisi yoluyla dolaylı bir şekilde de etkilemektedir. Benzer şekilde Heyer, Slater ve Slater (2012) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme becerileri ile astronomiye yönelik kavramsal anlayışları arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu ve bu becerinin kavramsal anlayışlara ilişkin varyansın yaklaşık yüzde 25'ini açıkladığını ifade etmiştir. Kikas (2006) ise ortaokul öğrencilerinin uzamsal becerilerinin astronomiye ilişkin kavram ve olguları bilimsel bir şekilde yapılandırmasında etkili olduğunu öne sürmüştür. Benzer şekilde, Plummer, Bower ve Liben (2016), yüksek düzeyde uzamsal düşünme becerilerine sahip 7-9 arası yaş dönemindeki öğrencilerin referans çerçeveleri arasında kolay geçiş yaparak Güneş'in görünür hareketi, mevsimler gibi kompleks içerikli astronomi konularını açıklayabildiklerini gözlemlemişlerdir. Wilhelm (2009) ise 123 ortaokul öğrencisi ile yürüttüğü çalışmada Ay'ın evreleri ve farklı evrelerde Güneş, Dünya ve Ay'ın pozisyonlarına ilişkin anlayışlarının uzamsal becerileri ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Öte yandan Rudmann (2002), öğrencilerin astronomi konularına ilişkin akademik performanslarının uzamsal yetenekleri ile pozitif ve anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu belirtmiştir. Araştırmada elde edilen bu bulgu, Türk (2016)'ün fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmada uzamsal yetenek düzeyleri ile astronomiye yönelik akademik başarıları arasındaki yüksek düzeyde ilişki olduğu ve Wilhelm, Jackson, Sullivan ve Wilhelm (2013)'in çalışmalarında altıncı sınıf öğrencilerinin astronomik olgulara ilişkin bilimsel

kavramsal anlayış geliştirebilmeleri için gelişmiş uzamsal becerilere sahip olması gerektiği bulgusunu desteklemektedir. Bunların dışında Yen, Tsai ve Wu (2013) tarafından üniversite öğrencileri ile gerçekleştirilen uzamsal içerikli uygulamaların, Ay'ın evreleri konusuna ilişkin öğrenmeleri kolaylaştırmada etkili olduğunun belirtilmesi çalışmamızın önemliliğini destekler niteliktedir. Bu duruma benzer şekilde güncel bir çalışma olan Wilhem, Toland ve Cole (2017) ise, altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilere odaklı öğretim süreçlerinin temel astronomi konularına ilişkin bilimsel anlayış geliştirmede etkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak bireylerin uzamsal akıl yürütme becerisinin, temel astronomi konularına ilişkin anlayış geliştirmede etkili ve önemli bir değişken olduğu görülmektedir.

Üstün yetenekli öğrencilerin statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerilerinin açıklayıcısı olduğu bir diğer değişken ise fen bilimlerine yönelik akademik başarılarıdır. Buna göre statik uzamsal akıl yürütme becerisinin fen bilimlerine yönelik akademik başarı üzerinde doğrudan etkisinin yanı sıra astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlar aracılığı ile dolaylı bir etkisi de vardır. Öte yandan dinamik uzamsal akıl yürütme becerisinin ise fen bilimlerine yönelik akademik başarı üzerinde astronomiye ilişkin kavramsal anlayış değişkeni yoluyla sadece dolaylı bir şekilde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda özellikle dinamik süreçleri içeren astronomi konularının güçlü bir şekilde yapılandırılmasının fen bilimlerine yönelik akademik başarının artmasında bir katkısı olabileceği görülmektedir. Buna göre elde edilen bu bulgular, Black (2005)'in çalışmasında üniversite öğrencilerinin uzamsal becerilerinin, özellikle astronomiye ilişkin kavramsal anlayışlarını bilimsel bir şekilde geliştirmesini sağlayarak fen bilimleri başarısının artmasında önemli bir değişken olduğu sonucunu desteklemektedir. Benzer şekilde Wai, Lubinski ve Benbow (2009) ise, 9-12 yaş aralığındaki öğrencilerle gerçekleştirdikleri uzun süreli boylamsal çalışmalarında, uzamsal becerinin özellikle üstün yetenekli bireylerin fen bilimleri başarısında kritik ve önemli bir paya sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Hegarty (2010) ise çalışmasında, üniversite öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerinin kimya, fizik, biyoloji, jeoloji gibi temel fen bilimleri alanlarına ilişkin akademik performansları ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Taylor ve Hutton (2013)'ün dördüncü sınıf öğrencileriyle ve Miller ve Halpern (2013)'ün üniversite öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, uzamsal içerikli uygulamaların fen bilimleri alanındaki akademik başarıyı

artırıcı bir etkisi olduğu öne sürülmüştür. Öte yandan literatürde, çalışmamızda elde edilen bulgular tarafından desteklenebilecek ve fen bilimleri alanındaki başarı ile uzamsal beceriler arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğuna yönelik birçok araştırma mevcuttur (Hegarty, Crookes, Dara-Abrams, 2010; Jones ve Burnett, 2008; Kozhevnikov vd., 2007; Sorby, 2001; Webb, Lubinski ve Benbow, 2007; Wu ve Shah, 2004).

Tüm bu durumlardan hareketle, üstün yetenekli öğrencilerin sınıf düzeylerine bağlı bir şekilde statik ve dinamik uzamsal akıl yürütme becerilerindeki pozitif yöndeki değişim, temel astronomi konularına ilişkin kavramsal anlayışlarındaki pozitif değişime neden olmakta ve nihai olarak üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimlerine yönelik akademik başarılarında yüksek düzeyde performans sağlanabilmektedir. Sonuç olarak çalışmada elde edilen bulguların analizi sonucunda ortaya konulan hipotetik model, literatürde sınırlı bir şekilde yer alan üstün yetenekli öğrencilerin astronomi ve dolayısıyla fen bilimleri alanında uzamsal düşünme becerileri ile ilgili karşılaştıkları sorunlara çözüm üretebilmek için gerekli olan değişkenlerin ve değişkenler arası açıklayıcı ilişkilerin doğasının anlaşılmasında atılan önemli bir adım niteliğindedir.

5.2. Öneriler

Bu başlık altında araştırmadan elde edilen sonuçlar ve araştırmanın sınırlılıkları çerçevesinde geliştirilen öneriler aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Araştırmada path analizi tekniği kullanılarak elde edilen hipotetik modelde yer alan gözlemlenen (observed) ya da gözlemlenemeyen (latent) değişkenlere öğrencilerin bilişsel özelliklerinin yanı sıra motivasyon, tutum vb. duyuşsal faktörler de eklenip yeni ve genişletilmiş bir model oluşturulabilir. Ayrıca sınıf düzeyinden farklı olarak cinsiyet değişkeninin etkisini içeren yeni bir model oluşturulup test edilebilir.

Çalışma 12 farklı ilde bulunan (Elazığ, Erzincan, Malatya, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Adana, Antalya, Denizli, İzmir, Ordu ve Rize) BİLSEM’de öğrenim görmekte olan 6, 7. ve 8. sınıf üstün yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre gerek diğer illerde bulunan BİLSEM’lerle gerekse diğer sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerle çalışmanın kapsamı genişletilebilir. Ayrıca çalışma, üstün yetenekli öğrencilerin dışında

tanılması yapılmamış normal öğrenciler ile tekrarlanarak karşılaştırmalı araştırmalar yürütülebilir.

Araştırmada kullanılan “Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)” nin içeriği astronominin diğer konuları ile genişletilebilir. Ayrıca üstün yetenekli öğrencilerin temel astronomi konularına yönelik kavramsal anlayışları nicel bulguların yanı sıra nitel bulgular ile derinlemesine incelenebilir.

Son olarak uzamsal akıl yürütme becerisi, özellikle üstün yetenekli öğrencilerin tanınması sürecinde kritik bir öneme sahip olmasına rağmen öğretim programlarında sözel ya da sayısal becerilerin geliştirilmesine ağırlık verilerek bu beceriye yeterli bir şekilde odaklanılmadığı görülmektedir. Bu duruma göre araştırmada geliştirilen hipotetik modelde, yer alan açıklayıcı ilişkiler de göz önünde bulundurularak üstün yetenekli öğrenciler için uzamsal akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesine odaklı ve bağlam temelli zengin içerikli öğrenme ortamları tasarlanabilir.

KAYNAKÇA

- Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Education Review*, 3(1), 77-97.
- Aiken, L. R. (2004). *Assessment of intellectual functioning*. New York: Springer Science & Business Media.
- Akkaya, G. (2016). *Rol Model içerikli animasyonların üstün yetenekli 4. Sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde zihinsel risk alam davranışları ve öğrenmelerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Al-Balushi, S. M., & Coll, R. K. (2013). Exploring verbal, visual and schematic learners' static and dynamic mental images of scientific species and processes in relation to their spatial ability. *International Journal of Science Education*, 35 (3), 460-489.
- Andersen, L. (2014). Visual-spatial ability: Important in STEM, ignored in gifted education. *Roeper Review*, 36(2), 114-121.
- Arıkurt, E., Durukan, Ü. G., & Şahin, Ç. (2015). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin astronomi kavramıyla ilgili görüşlerinin gelişimsel olarak incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 66-91.
- Army, T. T. (1994). *Explorations an introduction to astronomy*. Missouri: Mosby-Year Book.
- Aslan, Z., Aydın C., Demircan, O., Derman E., & Kırbıyık, H. (1996). *Liseler için astronomi ve uzay bilimleri ders kitabı*. Ankara: Tekışık Yayıncılık.
- Aşut, N. (2013). *Üstün yetenekli öğrencilerin epistemolojik inançlarının fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeyi ve fen başarısıyla ilişkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Atwood, R. K., & Atwood, V. A. (1997). Effects of instruction on preservice elementary teachers' conceptions of the causes of night and day and the seasons. *Journal of Science Teacher Education*, 8 (1), 1-13.
- Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2003). A review of astronomy education research. *Astronomy Education Review(AER)*, 2(2), 20 – 45.

- Bailey, L. M., Morris, L. G., Thompson, W. D., Feldman, S. B., & Demetrikopoulos M. K. (2016). Historical contribution of creativity to development of gifted science education in formal and informal learning environments. In M. K. Demetrikopoulos & J. L. Pecore (Eds.), *Interplay of creativity and giftedness in science* (pp. 3-15). The Netherlands: Sense Publishers.
- Bain, S. K., & Allin, J. D. (2005). Book review: Stanford–Binet intelligence scales, fifth edition. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 23, 87–95.
- Baker, H. E. (1987). *Astronomy and space science activities for fifth and sixth grade gifted and talented students* (Master thesis). California State University, Sacramento.
- Barnea, N., & Dori, Y. J. (1999). High-school chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257-271.
- Barnett, M., & Morran, J. (2002). Addressing children's alternative frameworks of the moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24(8), 859–879.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Bayram, N. (2013). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: AMOS uygulamaları* (2. Baskı). Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Bektasli, B. (2006). *The relationships between spatial ability, logical thinking, mathematics performance and kinematics graph interpretation skills of 12th grade physics students* (Doctoral dissertation). The Ohio State University, USA.
- Bentler, P. M. (2005). *EQS 6 Structural equations program manual*. Encino, CA: Multivariate Software.
- Betz, F. (2011). *Managing science: Methodology and organization of research*. London: Springer.
- Bildiren, A. (2013). *Üstün yetenekli çocuklar: Aileler ve öğretmenler için bir kılavuz* (2. Baskı). İstanbul: Doğan Egmont Yayıncılık.

- Bilici, S. C., Armağan, F. O., Çakır, N. K., & Yürük, N. (2011). The development of an Astronomy Concept Inventory (ACI). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *15*, 2454-2458.
- Binet, A. (1905). *On double consciousness: Experimental psychological studies* (No. 8). Chicago: Open court publishing Company.
- Binet, A., & Simon, T. (1905). New methods for the diagnosis of the intellectual level of subnormals. *L'annee Psychologique*, *12*, 191-244.
- Binet, A., & Simon, T. (1916). *The development of intelligence in children* (E. S. Kite, Trans.). Baltimore: Williams & Wilkins. (Original work published in 1905)
- Black, A. (2005). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, *53*(4), 402-414.
- Bloom, B.S., Engelhart, M. D., Furst, E.J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, by a committee of college and university examiners-handbook I: Cognitive domain*. B.S. Bloom (Ed.). Longmans: New York, NY.
- Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, *2*(4), 1-17.
- Bostan, A. (2008). *Farklı yaş grubu öğrencilerinin astronominin bazı temel kavramlarına ilişkin düşünceleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Bostan Sarioglan, A., & Küçüközer, H. (2015). From elementary to university students' ideas about causes of the seasons. *Journal of Turkish Science Education*, *12*(2), 3-20.
- Bretones, P. S., & Neto, J. M. (2011). An analysis of papers on astronomy education in proceedings of IAU meetings from 1988 to 2006. *Astronomy Education Review (AER)*, *10*(1), 10-18.
- Brody, L., & Stanley, J. (2005). Youths who reason exceptionally well mathematically and or verbally. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 20-37). Cambridge: Cambridge University Press.
- Brokaw, J. L. (2012). *Picture it: visual-spatial teaching to improve science learning* (Master thesis). Montana State University, Montana.

- Brown, L., Sherbenou, R. J. & Johnsen, S. K. (2010). *Test of nonverbal intelligence* (4th ed.). Austin, TX: PRO-ED.
- Brunsell, E., & Marcks, J. (2004). Identifying a baseline for teachers' astronomy content knowledge. *Astronomy Education Review*, 3(2), 38-46.
- Brunsell, E., & Marcks, J. (2007). Teaching for conceptual change in space science. *Science Scope*, 30(9), 20-23.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2012). The novice-expert continuum in astronomy knowledge. *International Journal of Science Education*, 34(4), 545-587.
- Bryne, B. M. (2010). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (2nd ed.). USA: Routledge.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E, Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F., & Gallegos-Cázares, L. (2013). Elementary students' mental models of the solar system. *Astronomy Education Review*, 12(1), 1-8.
- Callahan, C. M., Hunsaker, S. L., Adams, C. M., Moore, S. D., & Bland, L. C. (1995). *Instruments used in the identification of gifted and talented students (Rep. No. 95130)*, Virginia: National Research Center on the Gifted and Talented.
- Callahan, C.M. (2000). Intelligence and giftedness. In R. J. Sternberg (Eds.), *Handbook of intelligence* (pp. 159-176). Cambridge: Cambridge University Press.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor- analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Carroll, J. B. (2012). The three- stratum theory of cognitive abilities. In D. P. Flanagan, & P. L. Harrison (Eds.). *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 883-890). New York: Guilford Press.
- Carson, D. & Roid, G. (2004). *Acceptable use of the Stanford- Binet Form L-M: Guidelines for the professional use of the Stanford-Binet Intelligence Scale, Third Edition (Form L-M)*. Itasca, IL: Riverside Publishing.

- Cattell, R. B. (1980). The heritability of fluid, gf, and crystallised, gc, intelligence, estimated by a least squares use of the MAVA method. *British Journal of Educational Psychology*, 50(3), 253-265.
- Cid, X. C. C. (2011). *Investigations in the impact of visual cognition and spatial ability of student comprehension of physics and space science* (Doctoral dissertation). The University of Texas, Arlington.
- Cin, M. (2007). Alternative views of the solar system among Turkish students. *International Review of Education*, 53(1), 39-53.
- Clark, B. (2015). *Üstün zekâlı olarak büyümek: Evde ve okulda çocukların potansiyellerini geliştirmek*. (F. Kaya & Ü. Oğurlu, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. (Orijinal çalışma 2013 yılında yayımlanmıştır).
- Coates, D. (2006). Science is not my thing: Primary teachers' concerns about challenging gifted pupils. *Education 3-13*, 34(1), 49-64.
- Coble, K., Camarillo, C. T., Trouille, L. E., Bailey, J. M., Cochran, G. L., Nickerson, M. D., et al. (2013). Investigating student ideas about cosmology I: Distances and structure. *Astronomy Education Review (AER)*, 12(1), 1-54.
- Cohen, C. A., & Hegarty, M. (2012). Inferring cross sections of 3D objects: A new spatial thinking test. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 868-874.
- Cohen, R. J., & Swerdlik, M. E. (2009). *Psychological testing and assessment: An introduction to tests and measurement* (7th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Cole, M., Wilhelm, J., & Yang, H. (2015). Student moon observations and spatial-scientific reasoning. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1815-1833.
- Columbus Group. (1991, July). Unpublished transcript of the meeting of the Columbus Group, Columbus, Ohio.
- Coxon, S. V. (2012). Innovative allies spatial and creative abilities. *Gifted Child Today*, 35(4), 277-284.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). The flow experience and its significance for human psychology. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Eds.), *Optimal experience: Psychological studies of flow in consciousness* (pp. 15-35). Cambridge: Cambridge University Press.

- Çelik, H. E., & Yılmaz, V. (2013). *LISEL 9.1 ile yapısal eşitlik modellemesi: Temel kavramlar-uygulamalar-programlama*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- DenHaan, R. F., & Havighurst, R. J. (1957). *Educating gifted children*. Chicago: Chicago University Press.
- Deroche, E. F. (1967). *A study of the effectiveness of selected creative exercises on creative thinking and the mastery of a unit in elementary science* (Doctoral dissertation). University of Connecticut, Connecticut.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2010). Recollections of exhibits: Stimulated-recall interviews with primary school children about science centre visits. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1365–1388.
- Diakidoy, I. A., Vosniadou, S., & Hawks, J. D. (1997). Conceptual change in astronomy: Models of the earth and of the day/night cycle in American-Indian children. *European Journal of Psychology of Education*, 12(2), 159-184.
- D'Oliveira, T. C. (2004). Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(1), 19-38.
- Dove, J. (2002). Does the man in the moon ever sleep? An analysis of student answers about simple astronomical events: A case study. *International Journal of Science Education*, 24(8), 823-834.
- Downing, S. M., & Haladyna, T. M. (2006). *Handbook of test development*. USA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dunlop, J. (2000). How children observe the universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17(02), 194-206.
- Ebbinghaus, H. (1897). Über eine neue Methode zur Prüfung geistiger Fähigkeiten und ihre Anwendung bei Schulkindern [On a new method for testing mental abilities and its use with school children]. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 13, 401-459.
- Ebel, R.L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement*. London: Prentice-Hall.

- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit of factor referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Eriksson, U. (2014). *Reading the sky: From starspots to spotting stars* (Doctoral dissertation). Acta Universitatis Upsaliensis, Sweden.
- Eriksson, U., Linder, C., Airey, J., & Redfors, A. (2014). Who needs 3D when the universe is flat?. *Science Education*, 98(3), 412-442.
- Favia, A., Comins, N. F., Thorpe, D. L., & Batuski, G. J. (2014). A direct examination of college student misconceptions in astronomy: A new instrument. *Journal and Review of Astronomy Education and Outreach*, 1(1), 21-39.
- Feldhusen, J. F., & Jarwan, F. A. (2000). Identification of gifted and talented youth for educational programs. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. Subotnik, & R. J. Sternberg (Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (pp. 271-282). Oxford: Elsevier.
- Fidler, C. G. (2009). *Preservice elementary teachers learning of astronomy* (Unpublished doctoral dissertation). Syracuse University, New York.
- Flateby, T. L. (1996). *A guide for writing and improving achievement tests*. Tampa: University of South Florida, Office of Evaluation and Testing.
- Flynn, J. R. (1998). IQ gains over time: Toward finding the causes. In U. Neisser (Ed.), *The rising curve: Long-term gains in IQ and related measures* (pp. 25-66). Washington: American Psychological Association.
- Frankel, J., Wallen, N., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Frede, V. (2006). Pre-service elementary teacher's conceptions about astronomy. *Advances in Space Research*, 38, 2237- 2246.
- Fucili, L. (2009). Implementing astronomy education research. In J. M. Pasachoff, & J. R. Percy (Eds.), *Teaching and learning astronomy* (pp. 66-79). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gagné, F. (1993). Constructs and models pertaining to exceptional human abilities. In K. A. Heller, F. J. Mönks & A. H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 63-85). Oxford: Pergamon Press.

- Gagne, F. (2000) A differentiated model of giftedness and talent. Retrieved January 4, 2017 from: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED448544.pdf>
- Gagne, F. (2004). Transforming Gifts into Talents: DMGT as a Developmental Theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119-147.
- Galton, F. (1869). *Hereditary Genius: An Inquiry into Its Laws and Consequences*. London: Thoemmes Press.
- Galton, F. (1883). *Inquiry into human faculty and its development*. London: Macmillan.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books: USA.
- Gardner, M. K., & Sternberg, R. J. (1994). Novelty and intelligence. In R. Sternberg & R. Wagner (Eds.), *Mind in context: Interactionist perspectives on human intelligence* (pp. 38-74). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gazit, E., Yair, Y., & Chen, D. (2005). Emerging conceptual understanding of complex astronomical phenomena by using a virtual solar system. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5/6), 459-470.
- Georgousi, K., Kampourakis, C., & Tsaparlis, G. (2001). Physical-science knowledge and patterns of achievement at the primary-secondary interface part 2. able and top-achieving students. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(3), 253-263.
- Gilbert, J. K., & Newberry, M. (2007). The characteristics of the gifted and exceptionally able in science. In K. S. Taber (Ed.), *Science education for gifted learners* (pp. 15-31). USA: Routledge.
- Golledge, R. G., Marsh, M. J., & Battersby, S. E. (2008a). A conceptual framework for facilitating geospatial thinking. *Annals of the Association of American Geographers* 98(2), 285–308.
- Golledge, R. G., Marsh M. J., & Battersby, S. (2008b). Matching geospatial concepts with geographic educational needs. *Geographical Research*, 46(1), 85–98.

- Goodman, A. A., Udomprasert, P. S., Kent, B., Sathiapal, H., & Smareglia, R. (2011). Astronomy visualization for education and outreach. In I. N. Evans, A. Accomazzi, D. J. Mink & A. H. Rots (Eds.), *Astronomical data analysis software and systems XX* (pp. 659-662). San Francisco: Astronomical Society of the Pacific.
- Gottfried, A. E., & Gottfried, A. W. (1996). A longitudinal study of academic intrinsic motivation in intellectually gifted children: Childhood through early adolescence. *Gifted Child Quarterly*, 40(4), 179-183.
- Göncü, Ö. (2013). *İlköğretim beşinci ve yedinci sınıf öğrencilerinin astronomi konularındaki kavram yanlışlarının tespiti* (Yüksek lisans tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Gronlund, N. E., & Linn, R. L. (1990). *Measurement and evaluation in teaching* (6th ed.). London: Macmillan Publishing.
- Gross, M. U. M. (2000). Issues in the cognitive development of exceptionally and profoundly gifted individuals. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. Subotnik & R. J. Sternberg (Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (pp. 179-193). Oxford: Elsevier.
- Gross, M. U. M. (2004). *Exceptionally gifted children*. London: Routledge.
- Gülseçen, H. (2002). *Astronominin diğer temel bilimlerle ilişkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Konferansı Bildiri Kitabı, ODTÜ, 16-18 Eylül 2002. Retrieved from: http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/netscape/b_kitabi/PDF/Astronomi/panel/t1-3d.pdf
- Gündoğdu, T. (2014). *8. sınıf öğrencilerinin astronomi konusundaki başarı ve kavramsal anlama düzeyleri ile fen dersine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eğitim bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi.
- Güneş, G. (2010). *Öğretmen adaylarının temel astronomi konularında bilgi seviyeleri ile bilimin doğası ve astronomi öz yeterlilikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi.
- Hollow, R. (2005). Engaging gifted science students through astronomy. *Highlights of Astronomy*, 13, 1041-1043.

- Hannust, T. & Kikas, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 22, 89-104.
- Harle, M., & Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88, 312–324.
- Harris, J., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2013). Understanding spatial transformations: similarities and differences between mental rotation and mental folding. *Cognitive processing*, 14(2), 105-115.
- Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). Individual differences in spatial abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 121-169). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hegarty, M. (2010). Components of spatial intelligence. *Psychology of Learning and Motivation*, 52, 265–296.
- Hegarty, M., Crookes, R. D., Dara-Abrams, D., & Shipley, T. F. (2010, August). Do all science disciplines rely on spatial abilities? Preliminary evidence from self-report questionnaires. In *International Conference on Spatial Cognition* (pp. 85-94). Berlin: Springer.
- Heller, K. A., Perleth, C., & Lim, T. K. (2005). The Munich model of giftedness designed to identify and promote gifted students. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 172-197). New York: Cambridge University Press.
- Heyer, I., Slater, S. J., & Slater, T. F. (2012). *Establishing the empirical relationship between non-science majoring undergraduate learners' spatial thinking skills and their conceptual astronomy knowledge*. Laramie, WY: University of Wyoming.
- Hill, L. C. (1990, January). Spatial thinking and learning astronomy: The implicit visual grammar of astronomical paradigms. In *International Astronomical Union Colloquium* (pp. 247-248). New York: Cambridge University Press.
- Hollingsworth, L. S. (1942). *Children above 180 IQ Stanford-Binet: Origin and development*. USA: World Book Company.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 57, 253–270.

- Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3d models? The case of spatial ability. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(6), 392-404.
- Isik-Ercan, Z., Zeynep Inan, H., Nowak, J. A., & Kim, B. (2012). 'We put on the glasses and moon comes closer!' Urban second graders exploring the earth, the sun and moon through 3D technologies in a science and literacy unit. *International Journal of Science Education*, 36(1), 1-28.
- Jaquett, C. M., & Kirkpatrick, B. A. (2017). Weschler nonverbal scale of ability. In R. S. McCallum (Ed.), *Handbook of nonverbal assessment* (pp. 151-166, 2th ed.). New York: Springer International Publishing.
- Jarman, R., & McAleese, L. (1996). Physics for the star-gazer: Pupils' attitudes to astronomy in the Northern Ireland Science Curriculum. *Physics Education*, 31, 223–226.
- Jeffery, D.J. (2001). *Introductory astronomy problems*. Las Vegas: Portpentagram Publishing.
- Johnes, M. G., & Broadwell, B. (2008). Visualization without vision: Students with visual impairment. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 283-294). New York: Springer Science & Business Media.
- Johnsen, S. K. (2017). Test of nonverbal intelligence: A language-free measure of cognitive ability. In R. S. McCallum (Ed.), *Handbook of nonverbal assessment* (pp. 185-203, 2th ed.). New York: Springer International Publishing.
- Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (1986). *Models of teaching*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kalkan, H., Kiroğlu, K., Türk, C., Bolat, M., Kalkan, S., & Aslantürk, A. (2014). Basic astronomy concepts in the footsteps of Eratosthenes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3731-3739.
- Kane, H., & Brand, C. (2003). The importance of Spearman's g as a psychometric, social, and educational construct. *The Occidental Quarterly*, 3(1), 7-30.
- Kanlı, U. (2014). A study on identifying the misconceptions of pre-service and in-service teachers about basic astronomy concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(5), 463-471.

- Kanlı, U. (2015). Using a two-tier test to analyse students' and teachers' alternative concepts in astronomy. *Science Education International*, 26(2), 148-165.
- Kaplan, G. & Tekinarslan Ç. İ. (2013). A comparison of knowledge levels of students with and without intellectual disabilities about astronomy concepts. *Elementary Education Online*, 12(2), 614-627.
- Kaufman, S. B., & Sternberg, R. J. (2008). Conception of giftedness. In S. I. Pfeiffer, *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research and best practices* (pp. 71-93). USA: Springer.
- Keating, T., Barnett, M., Barab, S. A., & Hay, K. E. (2002). The virtual solar system project: developing conceptual understanding of astronomical concepts through building three-dimensional computational models. *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 261-275.
- Kaya, F., Juntune, J., & Stough, L. (2015). Intelligence and its relationship to achievement. *İlköğretim Online*, 14(3), 1060-1078.
- Kikas, E. (2000). The influence of teaching on students' explanations and illustrations of the day/night cycle and seasonal changes. *European journal of psychology of education*, 15(3), 281-295.
- Kikas, E. (2006). The effect of verbal and visuo-spatial abilities on the development of knowledge of the Earth. *Research in Science Education*, 36(3), 269-283.
- Kim, E. S., Yu, H. W., & Choe, S. U. (2011). Investigation of the 7th grade science-gifted students' understanding about the lunar phase through their own observation and interpretation. *Journal of The Korean Earth Science Society*, 32(5), 514-520.
- Kim, M., & Bednarz, R. (2013). Development of critical spatial thinking through GIS learning. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(3), 350-366
- Kline, B. E. & Meckstroth, E. A. (1985). Understanding and encouraging the exceptionally gifted. *Roeper Review*, 8(1), 24-30.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3th ed.). London: The Guilford Press.
- Kolar, C. G., & Ho-Wisniewski, E. (2009, 04 January). *Assessing high school gifted student progress in science through misconceptions and MOSART*. Paper presented at the

- 2009 American Educational Research Association Annual Meeting. Abstract retrieved May 15, 2017, from http://digitalcommons.imsa.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=oir_pr
- Kozhevnikov, M., Motes, M., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, *31*, 549–579.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Rasch, B., & Blajenkova, O. (2006). Perspective-taking vs. mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance. *Applied Cognitive Psychology*, *20*(3), 397-417.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, *41*(4), 212-218.
- Kubiszyn, T., & Borich, G. (2013). *Educational testing and measurement: Classroom application and practice* (10th ed.). USA: Wiley.
- Kuder, G. F., & Richardson, M. W. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika*, *2*(3), 151-160.
- Kurnaz, M. A., & Değermenci, A. (2011). Temel astronomi kavramlarına ilişkin öğrenci algılarının sınıf seviyelerine göre karşılaştırması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *11* (22), 97 - 120.
- Kurnaz, M.A. (2012). Turkish students' understandings about some basic astronomy concepts: A cross-grade study. *World Applied Sciences Journal*, *19*(7), 986-997.
- Kurnaz, M. A., Gültekin, N. G., & İyibil, Ü. G. (2013). On turkish candidate science teachers' pre-existing ideas about some basic astronomy concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *93*, 247-251.
- Küçüközer, H. (2007). Prospective science teachers' conceptions about astronomical subjects. *Science Education International*, *18*(2), 113-130.
- Lang, Q. C., Wong, A. F. L., & Fraser, B. J. (2005). Teacher-student interaction and gifted students' attitudes toward chemistry in laboratory classrooms in Singapore. *Journal of Classroom Interaction*, *40*(1), 18–28.
- Lee, J., & Bednarz, R. (2012). Components of spatial thinking: Evidence from a spatial thinking ability test. *Journal of Geography*, *111*(1), 15-26.

- Lelliott, A., & Rolnick, M. (2010). Big ideas: a review of astronomy education research 1974-2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771–1799.
- Liben, L., Kastens, K., & Christensen, A. (2011). Spatial foundations of science education: The illustrative case of instruction on introductory geological concepts. *Cognition and Instruction*, 29, 45–87.
- Lichtenberger, E. O., & Kaufman, A. S. (2009). *Essentials of WAIS-IV assessment*. John New Jersey: Wiley & Sons.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479 –1498.
- Loehlin, J. C. (2004). *Latent variable models*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97-116). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lovecky, D.V. (1994). Exceptionally different children: Different minds. *Roeper Review*, 17, 116–120.
- Lord, F. M. (1952). The relation of the reliability of multiple-choice tests to the distribution of item difficulties. *Psychometrika*, 17(2), 181-194.
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57(3), 519-530.
- Marland, S., P. (1972). *Education of the gifted and talented. vol 1. report to the congress of the United States commissioner of education*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Marshall, S. P., McGee, G. W., McLaren, E., & Veal, C. C. (2011). Discovering and developing diverse STEM talent: Enabling academically talented urban youth to flourish. *Gifted Child Today*, 34(10), 16-23.
- Mathewson, J. H. (1999). Visual-spatial thinking: An aspect of science overlooked by educators. *Science Education*, 83(1), 33–54.

- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction, 29*, 43-55.
- McCoach, D. B., Kehle, T. J., Bray, M. A., & Siegle, D. (2001). Best practices in the identification of gifted students with learning disabilities. *Psychology in the Schools, 38*(5), 403-411.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin, 86*, 889–918.
- MEB. (2016). *Bilim ve Sanat Merkezi Yönergesi*. http://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_09/18101802_bilimvesanatmerkezleriynergesi.pdf, Erişim tarihi: 03.05.2017
- MEB. (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143>, Erişim tarihi: 13.04.2017
- Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. (1991). *Measurement and evaluation in education and psychology* (4th ed.). USA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2013). Can spatial training improve long-term outcomes for gifted STEM undergraduates?. *Learning and Individual Differences, 26*, 141-152.
- Moche, D. L. (2009). *Astronomy: A self-teaching guide* (7th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Morelock, M. J. (1992). Giftedness: The view from within. *Understanding Our Gifted, 4*(3), 1.
- Mulholland, J., & Ginns, I. (2008). College MOON Project Australia: Preservice teachers learning about the Moon's phases. *Research in Science Education, 38*(3), 385–399.
- Murphy, K. R. & Davidshofer, C. O. (2005). *Psychological testing: Principles and applications* (6th ed.). New Jersey: Pearson Education International.
- Myron Atkin, J. (1961). Teaching concepts of modern astronomy to elementary-school children. *Science Education, 45*(1), 54-58.
- National Research Council (NRC). 2006. *Learning to Think Spatially*. Washington, D.C.: National Academy Press.

- Newcombe, N. S., & Stieff, M. (2012). Six myths about spatial thinking. *International Journal of Science Education*, 34(6), 955-971.
- Newman, T. M. (2008). Assessment of giftedness in school-age children using measures of intelligence or cognitive abilities. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research and best practices* (pp. 161-176). USA: Springer.
- Nori, R., Iachini, T., & Giusberti, F. (2004). Object localisation and frames of reference. *Cognitive Processing*, 5(1), 45-53.
- Nunally, J.C. (1981). *Psychometric theory*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on preservice physics teachers' conceptions of the Moon, Moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.
- Okamoto, Y., Kotsopoulos, D., McGarvey, L., & Hallowell, D. (2015). The development of spatial reasoning in young children. In B. Davis & The Spatial Reasoning Study Group (Eds.), *Spatial reasoning in the early years: Principles, assertions and speculations* (pp. 15-28). NY: Routledge.
- Okulu, H. Z. (2012). *Geliştirilen astronomi etkinliklerinin fen ve teknoloji öğretmen adaylarının astronomi bilgi ve tutum düzeylerine etkisi: Muğla örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Orion, N., & Ault, Jr., C.R. (2007). Learning earth sciences. In S. K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 653-687). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Osadebe, P. U. (2015). Construction of Valid and Reliable Test for Assessment of Students. *Journal of Education and Practice*, 6(1), 51-56.
- Özbay, Y. (2013). *Üstün yetenekli çocuklar ve aileleri*. Ankara: Hangar Marka İletişimi ve Reklam Hizmetleri.

- Özdamar, K. (2016). *Eğitim, sağlık ve davranış bilimlerinde ölçek ve test geliştirme yapısal eşitlik modellemesi: IBM SPSS, IBM SPSS AMOS ve MINITAB uygulamalı*. Eskişehir: Nisan Kitabevi.
- Özgüven, İ. E. (2014). *Psikolojik testler* (12. Basım). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Özkan, G., & Akçay, H. (2016). Preservice science teachers' beliefs about astronomy concepts. *Universal Journal of Educational Research*, 4(9), 2092-2099.
- Öztürk, A., & Doğanay, A. (2013). İlköğretim beşinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin dünyanın şekli ve yerçekimi kavramlarına ilişkin anlamaları ve zihinsel modelleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(4), 2455-2476.
- Padalkar, S. (2010). *Spatial cognition and visualization in elementary astronomy education* (Doctoral dissertation). Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai.
- Padalkar, S., & Ramadas, J. (2011). Designed and spontaneous gestures in elementary astronomy education. *International Journal of Science Education*, 33, 1703–1739.
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows*. Sydney: Allen-Unwin.
- Panagiotaki, G., Nobes, G., & Potton, A. (2009). Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(1), 52-67.
- Park, S. K. (2013). The relationship between students' perception of the scientific models and their alternative conceptions of the lunar phases. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(3), 285-299.
- Park, S., & Steve Oliver, J. (2009). The translation of teachers' understanding of gifted students into instructional strategies for teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 20(4), 333-351.
- Pasachoff, J., & Percy, J. R. (2009). *Teaching and learning astronomy: effective strategies for educators worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Percy, J. R. (2006). Teaching astronomy: Why and how?. *The Journal of the American Association of Variable Star Observers (JAAVSO)*, 35, 248-254.
- Percy, J. R. (2009). Why astronomy is useful and should be included in the school curriculum. In J. M. Pasachoff and J.R. Percy (Eds.), *Teaching and learning*

- astronomy: Effective strategies for education worldwide* (pp. 10-13). New York: Cambridge University Press.
- Piaget, J., (1950). *The Psychology of Intelligence*. (M., Piercy & D. E., Berlyne, Trans.) Britain: Routledge & Kegan Paul.
- Prather, E. E., Rudolph, A. L., & Brissenden, G. (2009). Teaching and learning astronomy in the 21st century. *Physics Today*, 62, 41-47.
- Plummer, J. D. (2006). *Students' development of astronomy concepts across time* (Unpublished doctoral dissertation). University of Michigan, Michigan.
- Plummer, J. (2008). Students' development of astronomy concepts across time, *Astronomy Education Review*, 7(1), 139-148.
- Plummer, J. (2009). A cross-age study of children's knowledge of apparent celestial motion. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1571-1605.
- Plummer, J. D., Zahm, V. M., & Rice, R. (2010). Inquiry and astronomy: Preservice teachers' investigations of celestial motion. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 471-493.
- Plummer, J., Wasko, K., & Slagle, C. (2011). Children learning to explain daily celestial motion. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1963-1992.
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1-45.
- Plummer, J. D., Bower, C. A., & Liben, L. S. (2016). The role of perspective taking in how children connect reference frames when explaining astronomical phenomena. *International Journal of Science Education*, 38(3), 345-365.
- Plummer, J. D., Kocareli, A., & Slagle, C. (2014). Learning to explain astronomy across moving frames of reference: Exploring the role of classroom and planetarium-based instructional contexts. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1083-1106.
- Plummer, J. D., & Maynard, L. (2014). Building a learning progression for celestial motion: An exploration of students' reasoning about the seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 902-929.

- Pyryt, M. C. (2000). Talent development in science and technology. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. J. Sternberg, & R. F. Subotnik, *International handbook of giftedness and talent* (2nd ed., pp. 427-438). Oxford: Elsevier Science.
- Ramos-Ford, V., & Gardner, H. (1997). Giftedness from a multiple intelligences perspective. In N. Colangelo & G. A. David (Eds.), *Handbook of gifted education* (2nd ed., pp. 439–459). Boston: Allyn & Bacon.
- Renzulli, J. S. (1976). The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 20(3), 303-306.
- Renzulli, J.S. (1999). What is thing called giftedness, and how do we develop it?: A twenty-five years perspective. *Journal for the Education of Gifted*, 23(1), 3-54.
- Renzulli, J. S. (2002). Emerging conceptions of giftedness: Building a bridge to the new century. *Exceptionality*, 10(2), 67-75.
- Rivera, J. E. (2007). *Test item construction and validation: Developing a statewide assessment for agricultural science education* (Doctoral dissertation). Cornell University, New York.
- Robinson, A., & Clinkenbeard, P. R. (2008). History of giftedness: Perspectives from the past presage modern scholarship. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research and best practices* (pp. 13-31). USA: Springer.
- Robbins, J. I. (2011). Adapting science curricula for high-ability learners. In J. VanTassel-Baska & C. A. Little (Eds.), *Content-based curriculum for high-ability learners* (2nd ed., pp. 437-465). Waco, TX: Prufrock Press.
- Roeper, A. (1991). Gifted adults: Their characteristics and emotions. *Advanced Development*, 3, 85-98.
- Roid, G. (2003). *Stanford-Binet intelligence scales* (5th ed.). Itasca, IL: Riverside.
- Roid, G. H., & Barram, R. A. (2004). *Essentials of Stanford-Binet intelligence scales (SB5) assessment*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ross, E O. (Ed.) (1993). *National excellence: A case for developing America's talent*. Washington : Government Printing Office.

- Rudmann, D. (2002, 02 April). *Solving astronomy problems can be limited by intuited knowledge, spatial ability, or both*. Paper presented at the annual American Educational Research Association. Abstract retrieved April 15, 2017, <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED468815.pdf>
- Sadler, P.M. (1992). *The initial knowledge state of high school astronomy students* (Unpublished doctoral dissertation). Graduate School of Education of Harvard University, USA.
- Sadler, P. M., & Luzader, W. M. (1990). Science teaching through its astronomical roots. In J. M. Pasachoff & J. R. Percy (Eds.), *The teaching of astronomy* (pp. 257-276). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sak, U. (2012). *Üstün zekâlılar: Özellikleri, tanılanmaları ve eğitimleri*. Ankara: Vize Yayıncılık.
- Sak, U., Bal Sezerel, B., Ayas, B., Tokmak, F., Özdemir, N., Demirel Gürbüz, Ş., & Öpengin, E. (2016). *Anadolu Sak zekâ ölçeği (ASİS) uygulayıcı kitabı*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi ÜYEP Merkezi.
- Sasson, I., & Dori, Y. J. (2012). Transfer Skills and Their Case-Based Assessment. In B., Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 691-710). New York: Springer Science & Business Media.
- Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell–Horn–Carroll Model of Intelligence. In D. P. Flanagan, & P. L. Harrison (Eds.). *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 99-145). New York: Guilford Press.
- Scholz, M. A., Huynh, N. T., Brysch, C. P., & Scholz, R. W. (2014). An evaluation of university world geography textbook questions for components of spatial thinking. *Journal of Geography*, 113(5), 208-219.
- Schönborn, K. J., & Bögeholz, S. (2009). Knowledge transfer in biology and translation across external representations: experts' views and challenges for learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 931-955.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation modeling*. New York: Routledge.

- Sharp, J. G. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685-712.
- Shea, D. L., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 604–614.
- Singh, P. (2015). Academic Achievement in Mathematics in Relation to Study-Habits. *International Journal of Innovative Research and Development*, 4(5), 302-306.
- Shipley, T.F., & Gentner, D. (2013). Introduction to the special issue on spatial learning and reasoning processes. *Cognitive Processing*, 14(2), 103-104.
- Shorey, L. (1991). *OCOD-CTTP test evaluation report*. St. Lucia: Organization for Cooperation in Overseas Development.
- Silverman, L. K. (2009). The measurement of giftedness. In , L. V., Shavinina (Ed.). *International handbook on giftedness* (pp. 947-970). New York, NY: Springer
- Silverman, L. K. (2000). Issues in the cognitive development of exceptionally and profoundly gifted individuals. In K. A., Heller, F. J., Mönks, R., Subotnik, & R. J. Sternberg, *International handbook of giftedness and talent* (pp. 179-193). Oxford: Elsevier.
- Slater, S. J., Slater, T. F., & Olsen, J. K. (2009). Survey of K-12 science teachers' educational product needs from planetary scientists. *Astronomy Education Review*, 8(1), 1-20.
- Smutny, J.F. (1998). *The young gifted child: Potential and promise. an anthology*. NJ: Hampton Press.
- Sneider, C., Bar, V., & Kavanagh, C. (2011). Learning about seasons: A guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 10(1), 1-22.
- Soares, L. (2016). Sciencing: Creative, scientific learning in the constructivist classroom. In M. K. Demetrikopoulos & J. L. Pecore (Eds.), *Interplay of creativity and giftedness in science* (pp. 3-15). London: Springer.
- Sontay, G. (2013). *Üstün yetenekli öğrencilerle akranlarının çevre okuryazarlığı düzeylerinin karşılaştırmalı incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

- Sorby, S. A. (2001). A course in spatial visualization and its impact on the retention of female engineering students. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 7, 153–172.
- Sorby, S., Casey, B., Veurink, N., & Dulaney, A. (2013). The role of spatial training in improving spatial and calculus performance in engineering students. *Learning and Individual Differences*, 26, 20-29.
- Sousa, D. A. (2003). *How The Gifted Brain Learns*. California: Corwin Pres.
- Spearman, C. (1904). General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology* 15, 201-293.
- Stepanek, J. (1999). *Meeting the needs of gifted students: Differentiating mathematics and science instruction*. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory.
- Stern, W. (1911). *Intelligenzproblem und schule* [Intelligence problem and school]. Leipzig, Teubner.
- Sternberg, R. J. (1999). Successful intelligence: finding a balance. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(11), 436-442.
- Sternberg, R. J. (2003). Giftedness according to the theory of successful intelligence. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed., pp. 88-99). Boston MA: Allyn & Bacon.
- Sternberg, R. J., Jarvin, L., & Grigorenko, E. L. (2010). *Explorations in giftedness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stroud, N., Groome, M., Connolly, R., & Sheppard, K. (2007). Toward a methodology for informal astronomy education research. *Astronomy Education Review*, 5(2), 146-158.
- Stoeger, H. (2009). The history of giftedness research. In L. V. Shavinina (Ed.), *International handbook on giftedness* (pp.17-38). New York, NY: Springer
- Stover, S. & Saunders, G. (2000). Astronomical misconceptions and the effectiveness of science museums in promoting conceptual change. *Journal of Elementary Science Education*, 12(1), 41-52.
- Subaşı, M., Aydın, S., & Koçak, G. (2015). Gifted students' perceptions on basic astronomy concepts. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies (JETERAPS)*, 6(6), 444-451.

- Summers, M. & Mant, J. (1995) A survey of British primary school teachers' understanding of the Earth's place in the universe. *Educational Research*, 37(1), 3-19.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). USA: Pearson.
- Taber, K. S. (Ed.). (2007). *Science education for gifted learners*. USA: Routledge.
- Taber, K. S. (2010). Challenging gifted learners: General principles for science educators and exemplification in the context of teaching chemistry. *Science Education International*, 21(1), 5-30.
- Taber, K. S., & Corrie, V. (2007). Developing the thinking of gifted students through science. In K. S. Taber (Ed.), *Science education for gifted learners* (pp. 71-84). USA: Routledge.
- Tannenbaum, A. J. (2000). A history of giftedness in school and society. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. J. Sternberg, & R. F. Subotnik, *International handbook of giftedness and talent* (2nd eds., pp. 23-54). Oxford: Elsevier Science.
- Taşcan, M. (2013). *Fen bilgisi öğretmenlerinin temel astronomi konularındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi (Malatya İli Örneği)* (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Taylor, H. A., & Hutton, A. (2013). Think3d!: Training spatial thinking fundamental to STEM education. *Cognition and Instruction*, 31(4), 434-455.
- Terman, L. M. (1925). *Genetic studies of genius: Vol. I. Mental and physical traits of a thousand gifted children*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Terman, L. M. & Oden, M. H. (1947). *Genetic studies of genius: Vol. 4. the gifted child grows up*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Testa, I., Leccia, S., & Puddu, E. (2014). Astronomy textbook images: Do they really help students?. *Physics Education*, 49(3), 332-343.
- Thurstone, L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Trickett, S. B., & Trafton, J. G. (2007). "What if . . . ": The use of conceptual simulations in scientific reasoning. *Cognitive Science*, 31, 843-875.
- Trumper, R. (2000). University students' conceptions of basic astronomy concepts. *Physics Education*, 35(1), 9-15.

- Trumper, R. (2001a). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111-1123.
- Trumper, R. (2001b). Across-age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *Research in Science and Technological Education*, 19(1), 97-109.
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training-a cross-college age study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts. *Teaching and Teacher Education*, 19, 309-323.
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers basic astronomy concepts-seasonal changes-at a time of reform in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., ve Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2006). Preservice Elementary Teachers' Knowledge of Observable Moon Phases and Pattern of Change in Phases. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 87-101.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., ve Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303-326.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., Christopher, J. E., & Sackes, M. (2010). The effect of guided inquiry-based instruction on middle school students' understanding of lunar concepts. *Research in Science Education*, 40(3), 451-478.
- Tucker, B., & Hafenstein, N. (1997). Psychological intensities in young gifted children. *Gifted Child Quarterly*, 41(3), 66-75.
- Tuckman, B. W., & Harper, B. E. (2012). *Conducting educational research*. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers.
- Türk, C. (2016). The correlation between pre-service science teachers' astronomy achievement, attitudes towards astronomy and spatial thinking skills. *Journal of Education and Learning*, 5(2), 187-199.

- Türk, C., Kalkan, S., Bolat, M., Akdemir, E., Karakoç, Ö., ve Kalkan, H. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını kavrama düzeyleri üzerine bir durum çalışması. *Journal of Research in Education and Teaching*, 1(2), 202–209.
- Türk, C., Kalkan, H., Kiroglu, K., & Ocak Iskeleli, N. (2016). Elementary school students' mental models about formation of seasons: A cross sectional study. *Journal of Education and Learning*, 5(1), 7-30.
- Türkoğlu, O., Örnek, F., Gökdere, M., Süleymanoğlu, N. and Orbay, M. (2009). On preservice science teachers' preexisting knowledge levels about basic astronomy concepts. *International Journal of Physical Sciences*, 4(11),734-739.
- Uluç, S., Öktem, F., Erden, G., Gençöz, T., & Sezgin, N. (2011). Wechsler Çocuklar için Zekâ Ölçeği-IV: Klinik bağlamda zekânın değerlendirilmesinde Türkiye için yeni bir dönem. *Türk Psikoloji Yazıları*, 14(28), 49-57.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352– 402.
- Ünsal, Y., Güneş, B. & Ergin, İ. (2001). Yükseköğretim öğrencilerinin temel astronomi konularındaki bilgi düzeylerinin tespitine yönelik bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 47-60.
- Van Tassel-Baska, J. (1994). Science curriculum for the gifted. In J. Van Tassel-Baska (Ed.), *Comprehensive curriculum for gifted learners* (2nd ed., pp. 231-261). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Van Teijlingen E., and Hundley, V. (2002). The importance of pilot studies. *Nursing Standard*, 16(40), 33-36.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1990). *A cross-cultural investigation of children's conceptions about the Earth, the Sun and the Moon: Greek and American data (Report No. 497)*. Center for the Study of Reading.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535-585.

- Vosniadou, S., Skopeliti, I. & Ikospentaki K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development, 19*, 203-222.
- Wahlstrom, D., Breaux, K. C., Zhu, J., & Weiss, L. G. (2012). The Wechsler preschool and primary scale of intelligence—third edition, the Wechsler intelligence scale for children fourth edition, and the Wechsler individual achievement test third edition. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison, (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 224-248). New York: Guilford Press.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology, 101*(4), 817-835.
- Wall, C. A., 1973. A review of research related to astronomy education. *School Science and Mathematics, 73*(8), 653-669.
- Wallace, C.S., Prather, E.E., Mendelsohn, B.M. (2013). Astro 101 students' perceptions of science: Results from the thinking about science survey instrument. *Astronomy Education Review (AER), 12* (1), 1-28.
- Wasserman, J. D. (2003). Assessment of intellectual functioning. In J. R. Graham & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of psychology Volume 10: Assessment psychology* (pp. 417– 442). Hoboken, NJ: Wiley.
- Weakley, K. D. (2010). *The effects of an inquiry-based earth science course on the spatial thinking of pre-service elementary teacher education students* (Doctoral dissertation). Western Michigan University: Michigan.
- Webb, J. T., Meckstroth, E. A., & Tolan, S. S. (1982). *Guiding gifted children: A practical source for parents and children*. Columbus: Ohio Psychology Press.
- Webb, R. M., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2007). Spatial ability: A neglected dimension in talent searches for intellectually precocious youth. *Journal of Educational Psychology, 99*(2), 397–420.
- Wechsler, D. (1939). *The measurement of adult intelligence*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children* (4th ed.). San Antonio, TX: Harcourt Assessment.

- Weschler, D., & Naglieri, J. A. (2006). *Weschler nonverbal scale of ability*. San Antonio, TX: Pearson.
- Wellner, K. (1995). *A correlational study of seven projective spatial structures with regard to the phases of the Moon* (Unpublished doctoral dissertation). University of Iowa, Iowa City, Iowa.
- Wells, C. S., & Wollack, J. A. (2003). *An instructor's guide to understanding test reliability*. Wisconsin : Testing & Evaluation Services, University of Wisconsin.
- West, L., & Pines, L. (1984). An interpretation of research in 'conceptual understanding' within a sources-of-knowledge framework. *Research in Science Education, 14*(1), 47-56.
- Wilhelm, J. (2009). Gender differences in lunar-related scientific and mathematical understandings. *International Journal of Science Education, 31*(15), 2105-2122.
- Wilhelm, J., Jackson, C., Sullivan, A., & Wilhelm, R. (2013). Examining differences between preteen groups "spatial-scientific understandings: A quasi-experimental study. *The Journal of Educational Research, 106*(5), 337-351.
- Wilhelm, J., Toland, M., & Cole, M. (2017). Evaluating middle school students' spatial-scientific performance within earth/space astronomy in terms of gender and race/ethnicity. *Journal of Education in Science, Environment and Health, 3*(1), 40-51
- Wilkinson, S.C. (1993). WISC-R profiles of children with superior intellectual ability. *Gifted Child Quarterly, 37*, 84–91.
- Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of behavioral sciences*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Witty, P. A. (1930). A study of one hundred gifted children. *Educational Administration and Supervision, 5*13-521.
- Wu, H., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education, 88*(3), 465–492.
- Yair, Y., Mintz, R., & Litvak, S. (2001). 3D-virtual reality in science education: An implication for astronomy teaching. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20*(3), 293-306.

- Yair, Y., Schur, Y., & Mintz, R. (2003). A “thinking journey” to the planets using scientific visualization technologies. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 43-49.
- Yang, E. M., Andre, T., Greenbowe, T. J., & Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329-349.
- Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: Students’ science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173
- Yerdelen-Damar, S. Y., & Aydın, S. (2015). Fen öğrenme yaklaşımlarının öğrenme ortamı algıları ve hedef yönelimleri ile ilişkisi. *Eğitim ve Bilim*, 40(179), 269-293.
- Yılmaz, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 83-96.
- Yiğit, İ., Çelik, C., & Erden, G. (2017). Üstün yetenekli çocuklarda WÇZÖ-R ve WÇZÖ-IV zekâ puanlarının karşılaştırılması. *Türk Psikoloji Dergisi*, 32(79), 80.
- Young, A., ve Shavl, S.J. (2013). Multiple choice testing for introductory astronomy: Design Theory using bloom's taxonomy. *Astronomy Education Review (AER)*, 12(1).
- Yu, K. C., & Sahami, K. (2007). Visuospatial astronomy education in immersive digital planetariums. *Communicating Astronomy with the Public*, 242-245.
- Zeilik, M., Schau, C., Mattern, N., Hall, S., Teague, K. W., & Bisard, W. J. (1997). Conceptual astronomy: A novel model for teaching post-secondary science courses. *American Journal of Physics*, 65(10), 987-996
- Zeilik, M., Schau, C., & Mattern, N. (1998). Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. *The Physics Teacher*, 36(2), 104-107.
- Zeilik, M., Schau, C., & Mattern, N. (1999). Conceptual astronomy II- replicating conceptual gains, probing attitude changes across three semesters. *American Journal of Physics*, 67(10), 923-927.
- Ziegler, A., & Heller, K. A. (2000). Conceptions of giftedness form meta-theoretical perspective. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. Subotnik, & R. J. Sternberg (Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (pp. 3-23). Oxford: Elsevier.

EKLER

EK 1. Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT)

EK 2. Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (AYKAT)

EK 3. Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi (FBYBT)

EK 4. Uygulama Yönergesi

EK 5. Uygulama Süreci Kontrol Listesi

EK 6. Araştırma ve Uygulama İzni

EK 1.

ZİHİNSEL İMGE ODAKLI UZAMSAL AKIL YÜRÜTME BECERİSİ TESTİ**Bireysel Bilgiler:**

Cinsiyetiniz: Erkek O Kız O

Sınıf: 6. Sınıf O 7. Sınıf O 8. Sınıf O

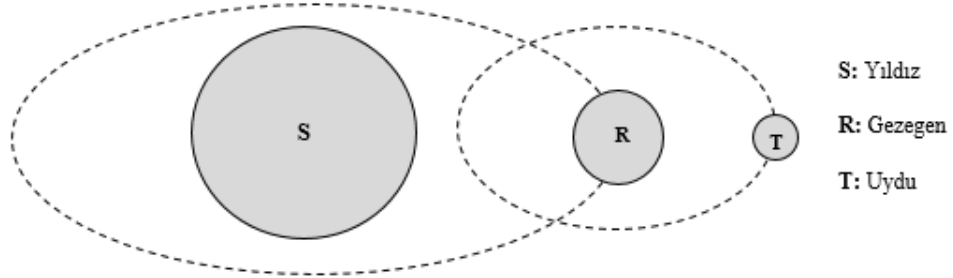
Hangi şehirdeki BİLSEM' de eğitim almaktasınız? : _____

Yönerge:

Bu ölçme aracıdaki sorular sizlerin uzamsal akıl yürütme becerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler isteğiniz dışında kullanılmayacak olup, not verme ya da size ilişkin bir değerlendirmede kullanılmayacaktır. Veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır.

Ölçme aracıdaki soruları dikkatlice okuduktan sonra size uygun gelen seçeneği hem soruların üzerine hem de cevap formuna işaretleyiniz.

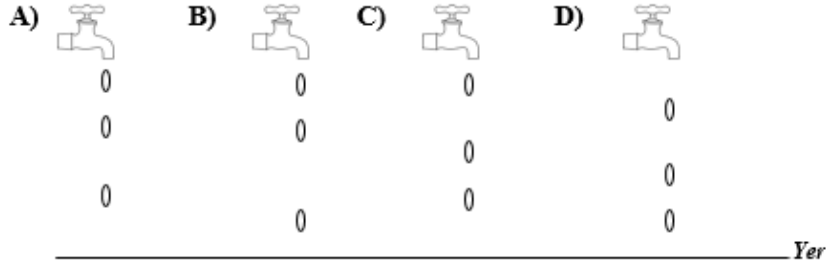
1)



Yukarıdaki şekil bir yıldız, gezegen ve uydudan oluşan bir sistemi temsil etmektedir. Buna göre aşağıdakilerden hangisinde bu gökcisimlerinin merkezleri arasındaki birim uzaklıklar **doğru bir şekilde** verilmiştir?

	<u>S-R</u>	<u>S-T</u>	<u>R-T</u>
A)	25	28	3
B)	10	26	16
C)	14	21	7
D)	21	26	5

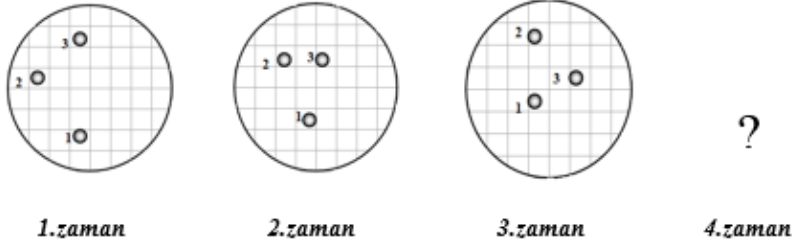
- 2) Aşağıdaki şekillerde bir musluk ve musluktan damlayan üç su damlasının görünümü verilmiştir. Buna göre aşağıdakilerden hangisinde musluk ile su damlaları arasındaki mesafelerin oranı sırasıyla 2:5:7 birimdir? (1:1:1 oranı aralarındaki mesafenin eşit uzaklıkta olduğunu göstermektedir)



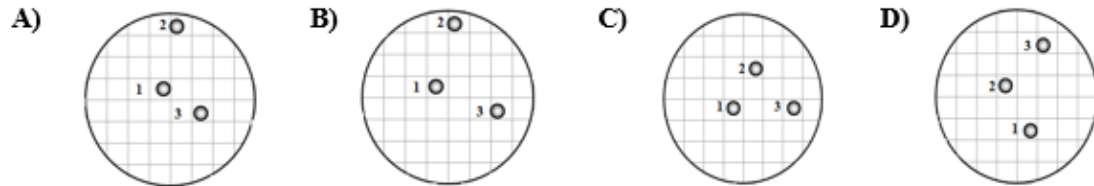
- 3) Aşağıdaki fayans parçalarından hangisi diğerlerinden farklıdır?



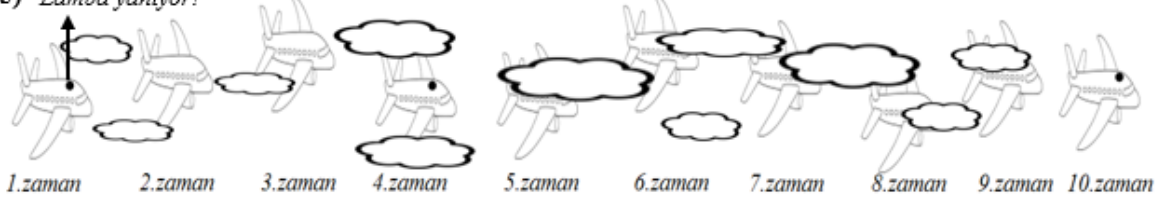
4)



Yukarıda karelendirilmiş Güneş şekillerinde, Güneş üzerindeki numaralandırılmış lekelerin belirtilen zaman dilimlerinde belirli bir düzene göre ilk konumlarından uzaklaştıkları görülmektedir. Buna göre 4. zaman diliminde Güneş lekelerinin konumu aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



5) *Lamba yanıyor!*







Yukarıdaki şekilde uçağın tepesindeki lamba belirli bir düzende ve zaman aralıklarında yanıp sönmektedir. Buna göre uçak bulutların arkasında olduğu hangi zaman aralıklarında uçağın lambası sönük durumdadır?

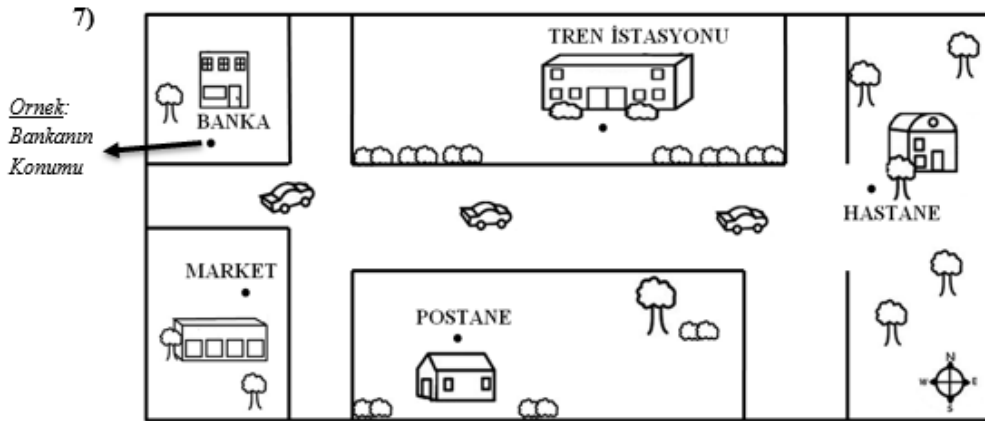
- A) 5. – 6. – 7.
 B) 6. – 7. – 8. – 9.
 C) 6. – 7. – 9.
 D) 5. – 6. – 8. – 9.

6)



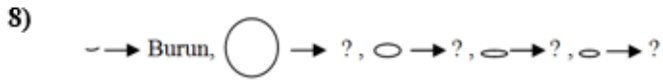
Yandaki şekilde uzay boşluğu içerisinde bir asteroidin (gök cisminin) hareketi görülmektedir. Buna göre bu asteroidin 4. zaman dilimindeki görünümü aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  B)  C)  D) 

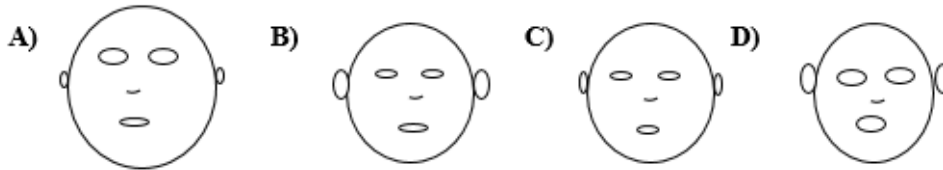


Yukarıdaki haritada tren istasyonu, banka, market, postane ve hastanenin konumları nokta şeklinde verilmiştir. Buna göre aşağıda verilen konumlar (noktalar) arasındaki uzaklıklar ile ilgili hangisi doğrudur?

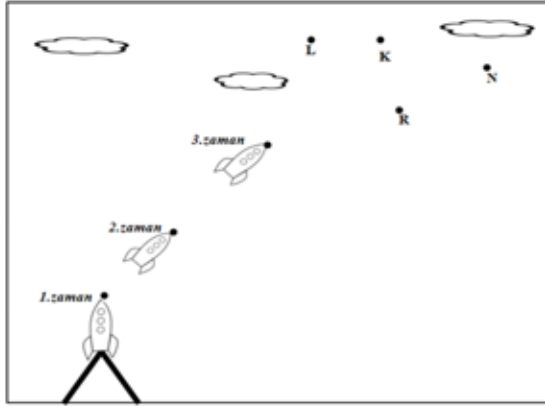
- A) Market-Postane > Hastane-Banka
- B) Hastane-Market < Banka-Postane
- C) Banka-Market > Postane-Hastane
- D) Tren İstasyonu-Banka > Market-Postane



Yukarıdaki 5 şeklin her biri bir organı temsil etmektedir. Bu şekillerden sadece birinin temsil ettiği organın adı verilmiştir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi bu şekiller ile oluşturulabilecek en uygun insan yüzüdür?



9)



Yandaki şekilde bir uzay aracının fırlatıldıktan sonra belirli bir süredeki ve düzendeği hareketi verilmiştir. Buna göre bu uzay aracının 4. zaman dilimindeki konumu aşağıdakilerden hangisidir?

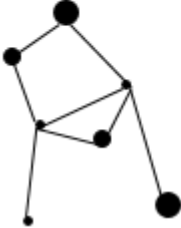
- A) K B) L C) N D) R

10)



Yukarıdaki şekillerden her biri farklı parlaklığa sahip yıldızları temsil etmektedir. Buna göre bu yıldızlarla oluşturulan aşağıdaki takımyıldızı şekillerden hangisi diğerlerinden farklıdır?

A)



B)



C)



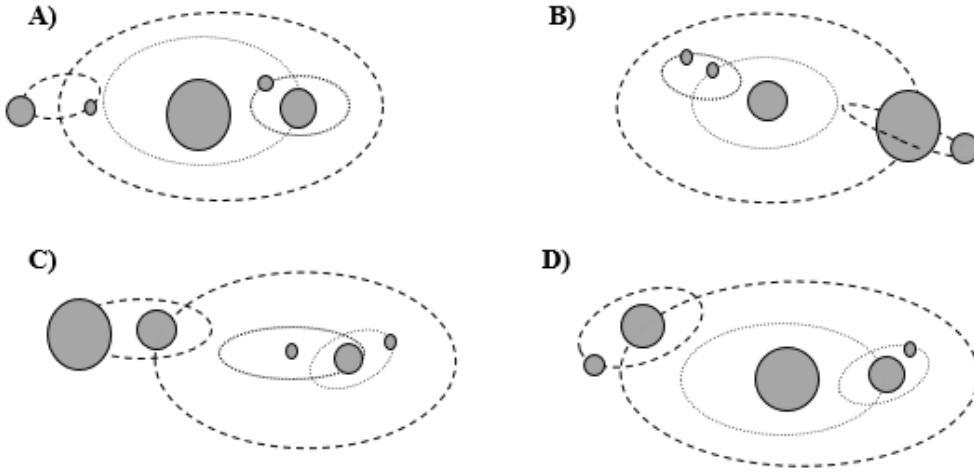
D)



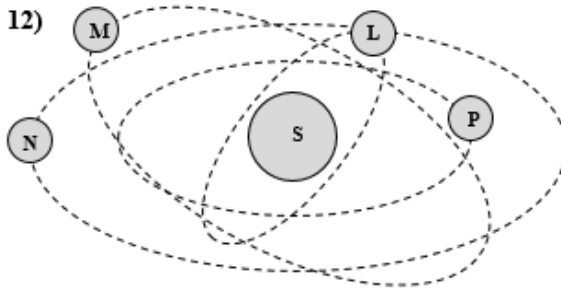
11)



Yukarıdan verilen şekillerden 2'si gezegen, 2'si uydu ve 1'i yıldız temsil etmektedir. Buna göre aşağıda verilen sistemlerden hangisinde yukarıda verilen gök cisimleri yörüngelere en uygun şekilde yerleştirilmiştir?



12)



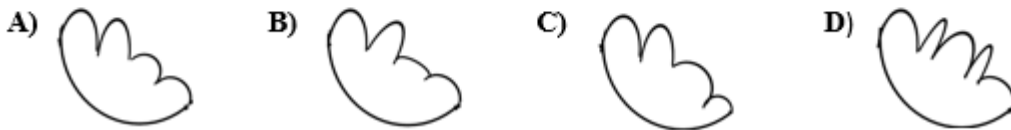
Yandaki şekilde S harfli gök cismi bir yıldız, L, M, N ve P harfli gök cisimleri ise birer gezegeni temsil etmektedir. Buna göre farklı yörüngelere yerleştirilen bu gezegenlerin merkezlerinin yıldızın merkezine olan uzaklıkları aşağıdakilerden hangisinde yakından uzağa doğru sıralanmıştır?

A) P-L-M-N B) L-P-N-M C) P-L-N-M D) L-P-M-N

13)



Yandaki ölçeklendirilmemiş şekilde Güneş ve önünde duran bir bulut verilmiştir. Buna göre aşağıdaki şekillerden hangisi Güneş'in bulut arkasında kalan kısmının parçasıdır?



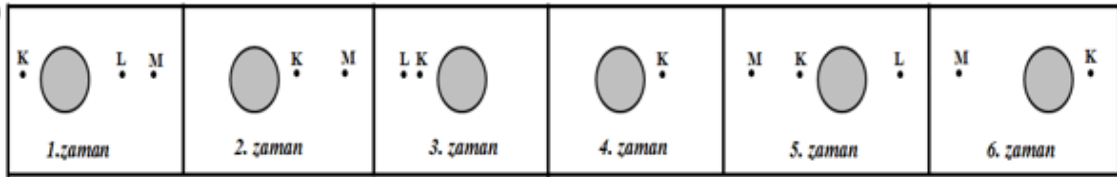
14)



Yukarıdaki şekilde bir sepetin içerisindeki özdeş bilyeler yere dökülmüştür. Buna göre bu bilyelerin merkezleri ile S noktası arasındaki uzaklığın yakından uzağa doğru sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

- A) K- N-M- L
 B) N- K-M-L
 C) N-K-L-M
 D) K-M-N-L

15)

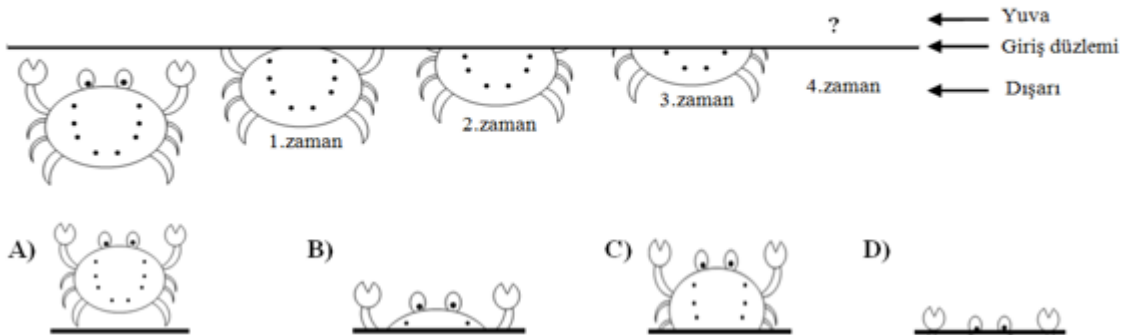


Yukarıdaki şekil bir gözlem evinde gözlemlenen bir gezegen ve gezegenin etrafında dolanan K, L ve M şeklinde harflendirilmiş üç doğal uydunun altı zaman aralığındaki belirli bir düzende görünümünü temsil etmektedir. Buna göre bu doğal uydularının 10. zaman aralığındaki gözlemlenme durumları aşağıdakilerden hangisidir?

- A) B) C) D)

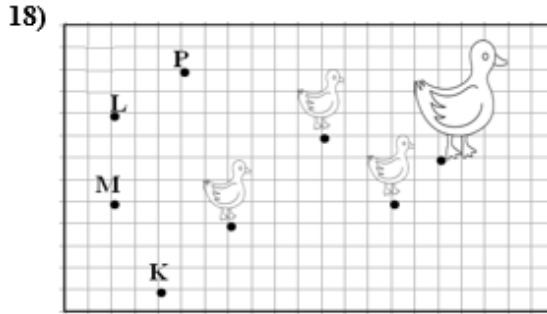
16)

Aşağıdaki şekilde belirli bir zaman dilimi içerisinde yuvasına girmekte olan özel bir böcek türünün üstten görünümü verilmiştir. Buna göre 4. zaman diliminde yuvanın olduğu kısımda böceğin üstten görünümü aşağıdaki şıklardan hangisidir?





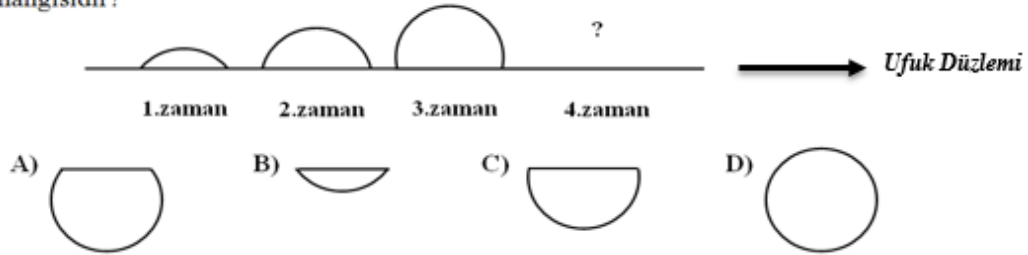
Yukarıdaki şekilde bir gök taşının atmosfere girdikten sonra belirli bir zaman diliminde ve belirli bir düzen içinde aşınmasından sonrasında yönelik gözlemlenen görünümü verilmiştir. Buna göre 4. zaman diliminde bu gök taşının görünümü aşağıdakilerden hangisi gibidir?

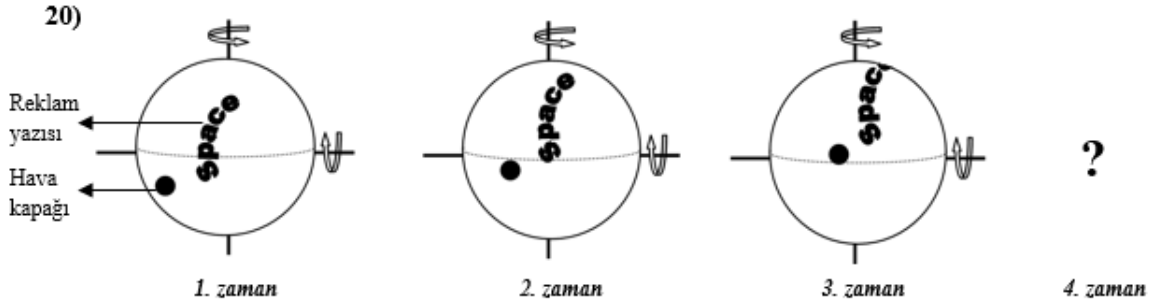


Yandaki karelendirilmiş şekilde anne ördek ve yavrularının belirli bir düzene göre sıralanışları ve konumları nokta ile gösterilmiştir. Buna göre dördüncü yavru ördek hangi noktada yer alır?

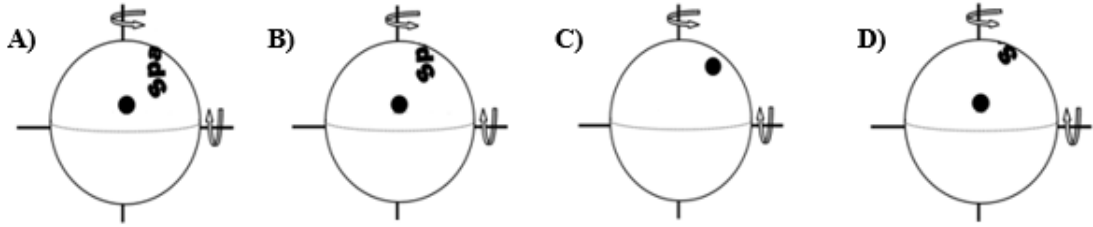
- A) P B) K C) L D) M

19) Aşağıda ufuk düzleminde yükselmekte olan Güneş'in belirli bir zaman dilimi içerisindeki görüntüleri verilmiştir. Buna göre 4. Zaman diliminde Güneş'in görünmeyen kısmının şekli aşağıdaki şıklardan hangisidir?

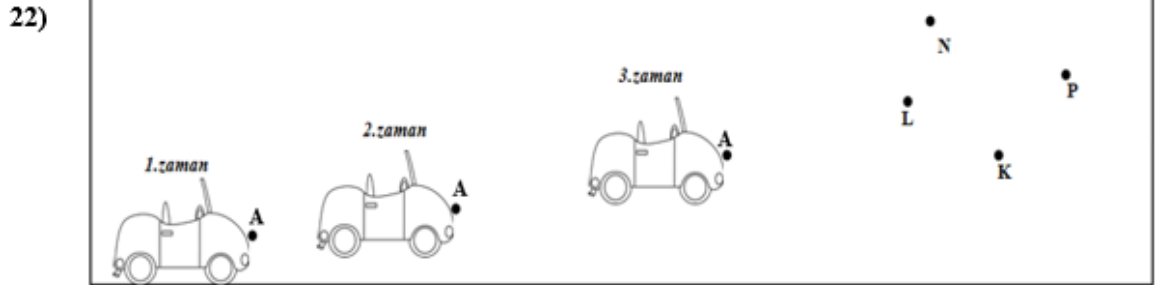
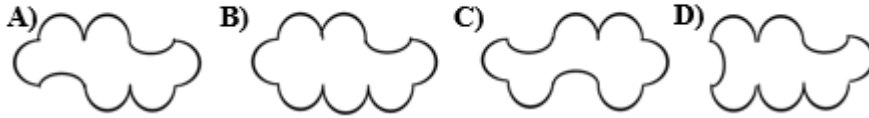




Yukarıdaki şekillerde belirli bir sürede ve düzende döndürülen bir topun üzerinde yer alan hava kapağı ve reklam yazısının (space) hareketi verilmiştir. Buna göre bu hava kapağı ve reklam yazısının 4. zaman diliminde topun üzerindeki konumu aşağıdakilerden hangisi gibidir?



21) Aşağıdaki bulut şekillerinden hangisi diğerlerinden farklıdır?

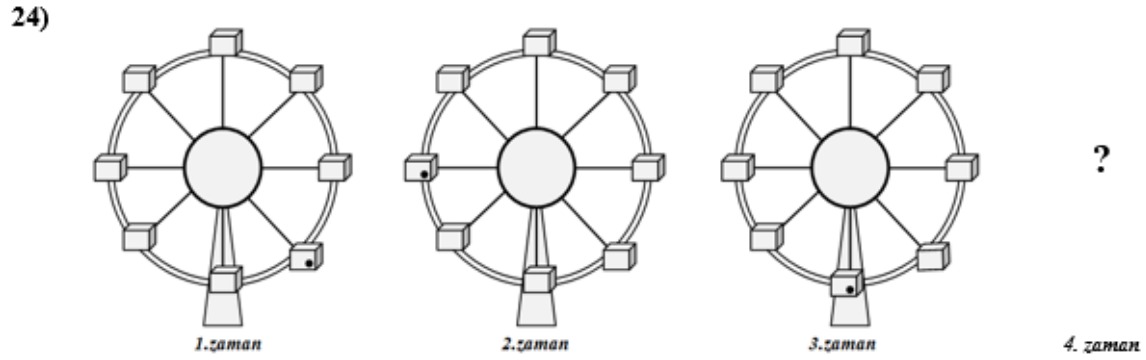
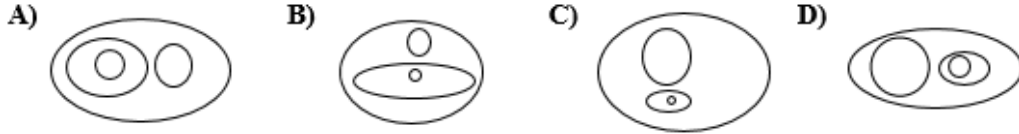


Yandaki şekilde bir arabanın belirli bir süredeki ve düzende hareketi verilmiştir. Buna göre bu arabanın A noktasının 4. zaman diliminde çıkacağı noktanın konumu aşağıdakilerden hangisidir?

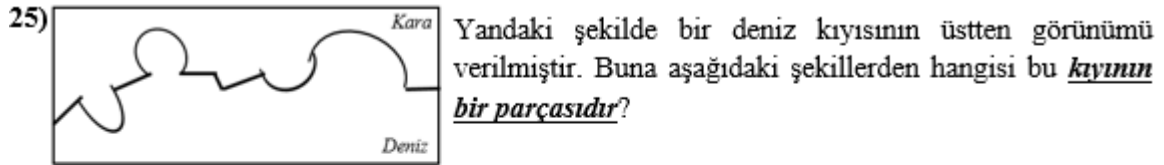
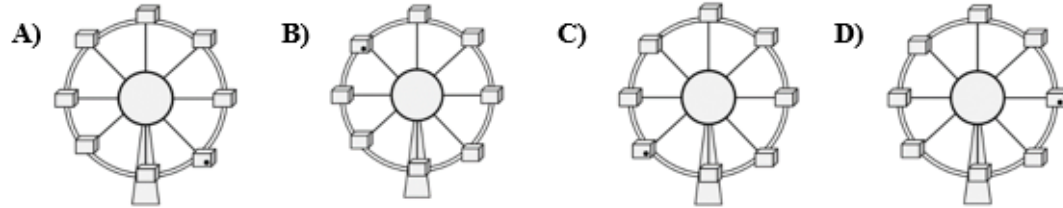
- A) K B) P C) N D) L

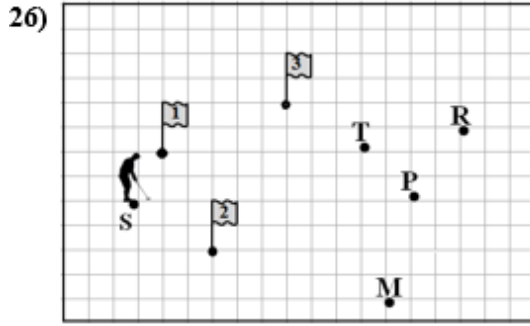


Yukarıdaki şekiller farklı büyüklüklerde kullanılarak oluşturulan *göl*, *göl içinde ada*, *adanın yanında kayık* ve *kayığın içinde insanı* **en iyi** temsil eden şekil aşağıdakilerden hangisidir?



Yukarıdaki şekilde saat yönünde dönmekte olan dönme dolap üzerinde işaretlenmiş kabinin belirli bir zamandaki hareketi verilmiştir. Buna göre **4. zaman diliminde** kabinin konumu aşağıdakilerden hangisi gibidir?

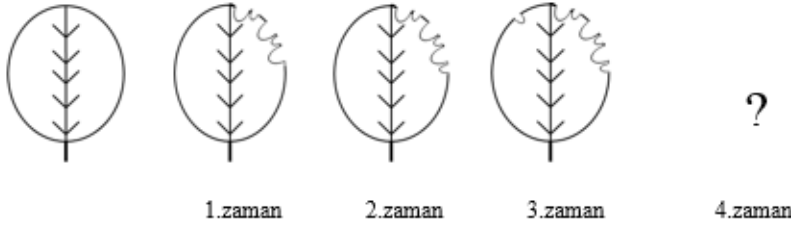




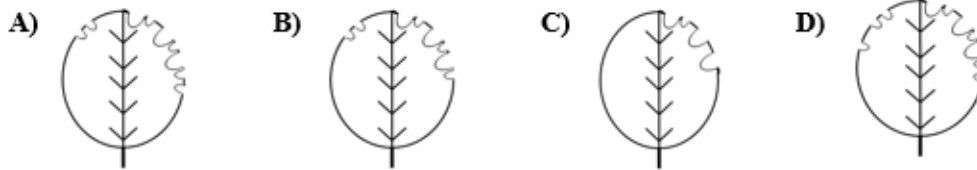
Yandaki karelendirilmiş şekilde numaralı bayraklar, S noktasında durmakta olan golf oyuncusuna göre sırasıyla belirli bir düzene göre yerleştirilmiştir. Buna göre dört numaralı bayrak hangi noktada yer alır?

- A) P B) R C) T D) M

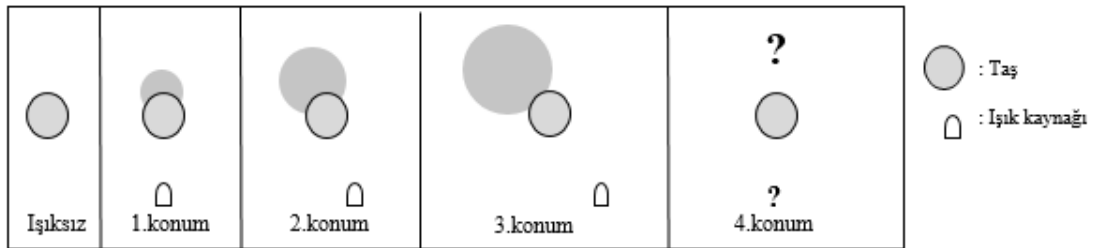
27)



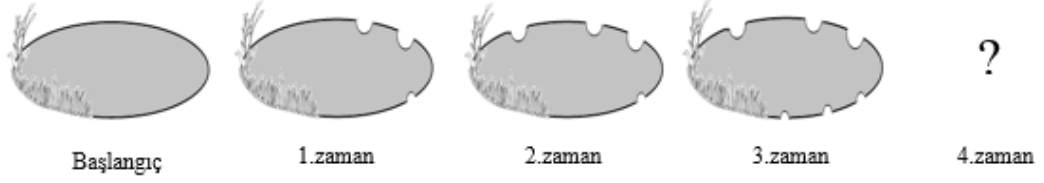
Yukarıdaki şekilde bir böceğin bilinen bir zaman diliminde bir yaprağın belirli alanlarını yedikten sonra yaprağın kalan kısımları gösterilmektedir. Buna göre 4. zaman diliminde bu yaprağın görünümü aşağıdakilerden hangisi gibidir?



28) Aşağıdaki şekilde farklı konumlardaki ışık kaynağından ışık tutulan özdeş taşlar ve duvarda oluşan gölgelerinin görünümleri verilmiştir. Buna göre 4. konumdaki ışık kaynağı ile oluşturulan taşın gölgesinin şekli aşağıdakilerden hangisidir?



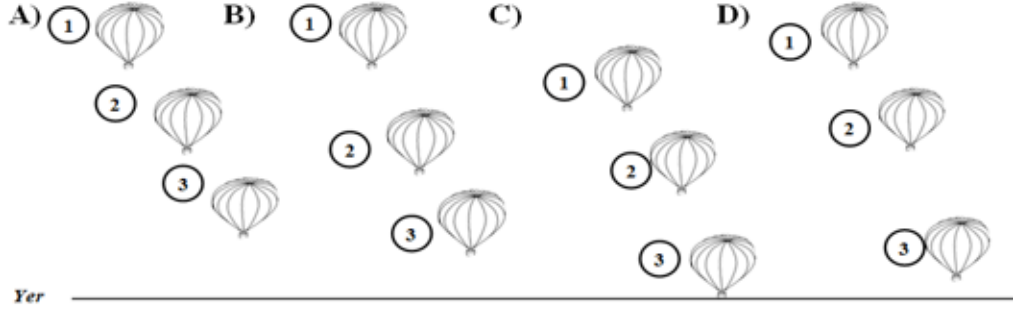
29)



Yukarıdaki şekilde bir göletin belirli bir zaman diliminde kururken gözlenen görünüşleri verilmiştir. Buna göre 4. zaman diliminde bu göletin görünümü aşağıdakilerden hangisi gibidir?



30) Aşağıdaki şekillerde yer alan birbiri ile eş sıcak hava balonları, belirli zaman aralıkları ile uçurulmuştur. Buna göre aşağıdakilerden hangisinde uçuş sıraları birinci, ikinci ve üçüncü şeklinde numaralandırılmış balonların sepeti ile yer arasındaki uzaklık oranı sırasıyla 11:7:1 birimdir? (1:1:1 oranı aralarındaki mesafenin eşit uzaklıkta olduğunu göstermektedir)



EK 2.

TEMEL ASTRONOMİ KONULARINA YÖNELİK KAVRAMSAL ANLAYIŞ TESTİ

Bireysel Bilgiler:

Cinsiyetiniz: Erkek Kız

Sınıf: 6. Sınıf 7. Sınıf 8. Sınıf

Yönerge:

Bu ölçme aracındaki sorular sizlerin temel astronomi kavramlarına yönelik kavramsal anlama düzeyinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler isteğiniz dışında kullanılmayacak olup, not verme ya da size ilişkin bir değerlendirmede kullanılmayacaktır. Veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır.

Ölçme aracındaki soruları dikkatlice okuduktan sonra size uygun gelen seçeneği hem soruların üzerine hem de cevap formuna işaretleyiniz.

1) Ay'ın evreleri nasıl oluşur?

- A) Ay'ın evreleri Ay'ın Güneş'in gölgesine girmesinin bir sonucudur.
- B) Ay'ın evreleri Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düşmesi sonucu oluşur.
- C) Ay'ın Dünya etrafında dolanması sonucu Ay'ın evreleri oluşur.
- D) Güneş hareket ettikçe Ay'ın gördüğümüz farklı bölümlerini aydınlatır.

2) Gece ve gündüz oluşumunun sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Güneş'in günde bir kez Dünya'nın etrafında dönmesi sonucu gece ve gündüz oluşur.
- B) Dünya'nın günde bir kez Güneş'in etrafında dönmesi sonucu gece ve gündüz oluşur.
- C) Dünya'nın Güneş'in gölgesine girmesi sonucu gece ve çıkması sonucu gündüz oluşur.
- D) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu gece ve gündüz oluşur.

3) Mevsimlerin oluşma sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dünya Güneş'e yaklaştıkça yaz mevsimi, uzaklaştıkça kış mevsimi oluşur.
- B) Güneş'in Dünya etrafında dönmesi sonucu mevsimler oluşur.
- C) Dünya'nın eksen eğikliğine sahip olması ve Güneş etrafında dolanması sonucu mevsimler oluşur.
- D) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu mevsimler oluşur.

4) Güneş ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Güneş en büyük enerji kaynağıdır.
- B) Güneş kendi eksenini etrafında döner.
- C) Güneş en uzak gök cisimidir..
- D) Güneş evrenin merkezindedir.

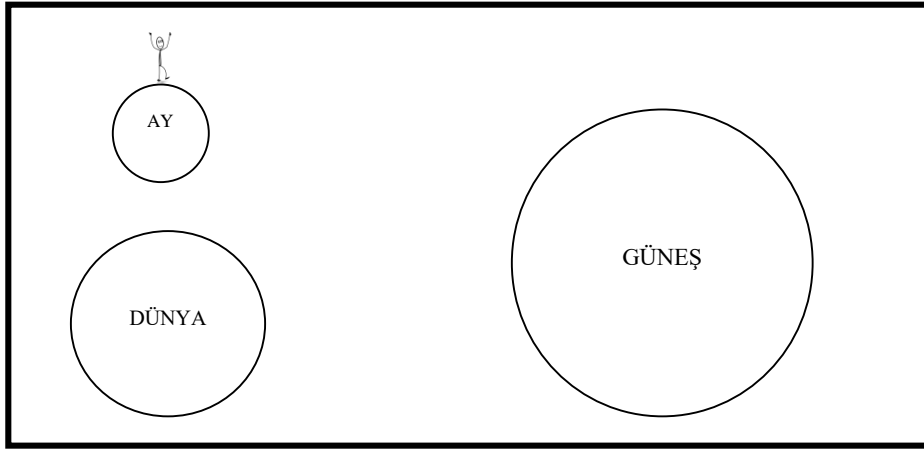
5) Ay'ın Dünya'nın etrafında bir tam dolanımı ne kadar süre alır?

- A) Bir gün
- B) Bir ay
- C) Bir mevsim
- D) Bir yıl

6) Dünya üzerinde kutup noktalarında yaklaşık 6 ay gece ve 6 ay gündüz olarak yaşanır. Bu durumun sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönüşü kutuplarda daha hızlıdır.
- B) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönüşü kutuplarda daha yavaştır.
- C) Dünya'nın eksen eğikliği nedeniyle kutupların aydınlanma süreleri değişir.
- D) Ay ışığı iki kutup noktasını 6 aylık dönemler boyunca aydınlatır.

7)



Yukarıdaki Gök cisimlerinin ölçeklendirilmemiş ve boyutlandırılmamış konumlarında Dünya ile aynı hizada yer alan Ay'ın Kuzey yarım küresinden şekildeki gibi Dünya'ya baktığımızı hayal ediniz. Bu durumda Dünya'nın görünümü aşağıdakilerden hangisi gibi olurdu?

- A)
- B)
- C)
- D)

8) Dünya'dan Ay'a bakıldığında, Ay'ın hep aynı yüzünün görülmesinin sebebi nedir?

- A) Dünya'nın ve Ay'ın kendi etraflarındaki dönüş süreleri aynıdır.
- B) Ay'ın kendi etrafındaki dönme ve Dünya'nın etrafındaki dolanma süresi aynıdır.
- C) Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesi tam bir dairedir.
- D) Ay'ın belirli bir yörüngesi yoktur.

9) Avrupa kıtası üzerindeki bir şehirde gece yaşanırken, aynı anda Amerika kıtası üzerindeki bir şehirde gündüz yaşanmasının sebebi nedir?

- A) Amerika kıtasının Avrupa kıtasından daha büyük olması.
- B) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi.
- C) Dünya'nın Güneş etrafında dolanması.
- D) Ay'ın Avrupa kıtası üzerine gelen Güneş ışınlarını engellemesi.

10) Aşağıdakilerden hangisi Güneş sistemindeki gezegenlerin yörüngelerini en iyi tanımlar?

- A) Tam bir küre
- B) Tam bir daire
- C) Elipse yakın bir şekil
- D) 36 kenarlı bir çokgen

11) Ay'ın Güneş'in etrafında bir tam dolanımı ne kadar süre alır?

- A) Bir gün
- B) Bir ay
- C) Bir mevsim
- D) Bir yıl

12) Yaz mevsiminin kış mevsiminden daha sıcak olmasının temel nedeni nedir?

- A) Dünya'nın dönme ekseninin, Güneş'in etrafındaki dolanma düzlemine göre belli bir eğime sahip olması.
- B) Yaz mevsiminde Dünya'nın daha çok Güneş ışığına maruz kalması.
- C) Yaz mevsiminde Dünya'nın Güneş'e daha yakın olması.
- D) Güneş'in, yaz mevsiminde kış mevsimine göre çok daha fazla enerji yayması.

13) Dünya, Güneş etrafındaki dolanma eksenine göre yaklaşık 23 derecelik bir eksen eğikliğine sahiptir. Bu eksen eğikliği olmasaydı kuzey yarım küre için ne gözlemlenirdi?

- A) Gece ve Gündüz oluşmazdı.
- B) Dört mevsim gözlemlenmezdi.
- C) Bir yıl daha kısa sürerdi.
- D) Bir yıl daha uzun sürerdi.

14) Dünya kendi eksenini etrafında saat yönünün tersine doğru döner. Bu dönüş yönü saat yönünde olsaydı aşağıdaki durumlardan hangisi gözlemlenirdi?

- A) Yirmi dört saat boyunca gece, sonraki yirmi dört saat boyunca gündüz yaşanırdı.
- B) Güneş'in doğduğu ve battığı yönler yer değiştirirdi.
- C) Gündüz ve gece süreleri uzardı.
- D) Gündüzleri hava karanlık, geceleri ise aydınlık olurdu.

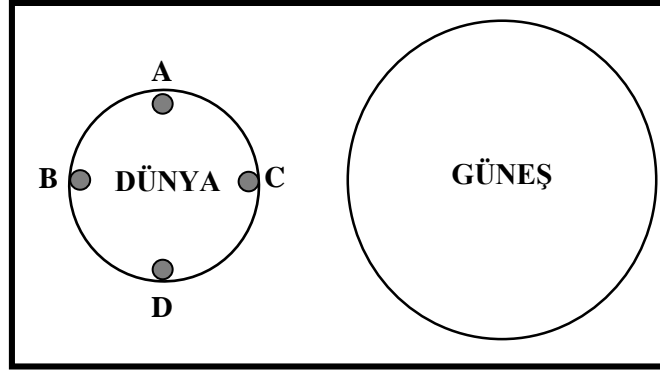
15) Mars üzerinde yaşadığınızı düşününüz. Bu durumda Dünya ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilirdi?

- A) Dünya Mars'ın etrafında dolanırdı.
- B) Bakıldığında yıldızlardan ayırt edilemezdi.
- C) Güneş'in arka tarafında kalırdı.
- D) Bazı geceler gökyüzünde görünürdü.

16) Dünya'nın yıllık hareketi aşağıdakilerin hangisinin oluşumunda etkilidir?

- A) Gece ve gündüz
- B) Gel-git olayları
- C) Ay'ın evreleri
- D) Mevsimler

17)



Yukarıdaki ölçeklendirilmemiş ve boyutlandırılmamış şekilde Dünya üzerinde dört farklı nokta verilmiştir. Bu noktalardan hangisinde gece yaşandığı kesin olarak söylenebilir?

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D

EK 3.

FEN BİLİMLERİNE YÖNELİK BAŞARI TESTİ

<u>Bireysel Bilgiler:</u>		
Yaşınız:		
Cinsiyetiniz:	Erkek O	Kız O
Sınıf:	6. Sınıf O	7. Sınıf O
		8. Sınıf O

Yönerge:

Bu ölçme aracıdaki sorular sizlerin fen bilimleri konuları ile ilgili öğrendiklerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler isteğiniz dışında kullanılmayacak olup, not verme ya da size ilişkin bir değerlendirmede kullanılmayacaktır. Veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır.

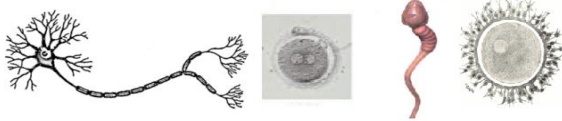
Ölçme aracıdaki soruları dikkatlice okuduktan sonra size uygun gelen seçeneği hem soruların üzerine hem de cevap formuna işaretleyiniz.

1. - X hücresinin kloroplastı vardır
 - Y hücresinin hücre çeperi yoktur
 - Z hücresinin zarlı organelleri yoktur

Yukarıda özellikleri belirtilen X,Y,Z hücrelerine sahip canlılar aşağıdakilerden hangisidir?

- | <u>X</u> | <u>Y</u> | <u>Z</u> |
|-------------|----------|----------|
| A) Menekşe | Mantar | Bakteri |
| B) Karanfil | Kuş | Mantar |
| C) Havuç | Köpek | Bakteri |
| D) Mantar | Kedi | Bakteri |

2.



Sinir Hücresi (Nöron) Zigot Sperm Yumurta

Fen bilimleri dersinde Ayşe öğretmen resimdeki örnekleri göstererek hangi hücrelerin mayoz bölünme sonucu oluştuğunu sormuştur. Öğrencileri aşağıdaki cevapları vermiştir. Hangi cevap doğrudur?

- A) Sinir hücresi- Zigot
 B) Sperm hücresi-Yumurta Hücresi
 C) Sinir hücresi- Yumurta Hücresi
 D) Zigot-Sperm hücresi

3.

Sivilcesinin çıkması 1	Utangaç olması 2	Dikkatinin dağılması 3
Sık sık öfkelenmesi 4	Hayal kurması 5	Boyunun uzaması 6
Kilo artışı 7	Sık sık kararsızlık yaşaması 8	Yalnız kalma isteği 9

Ergenlik döneminde olan Seda'nın yaşadığı değişiklikler tablodaki gibidir. Hangi değişimler onun bedensel değişikliğiyle ilgilidir?

A) 1-4-7 B) 3-5-6 C) 1-5-9 D) 1-6-7

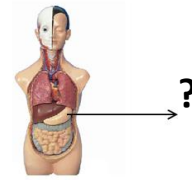
4. Aşağıdakilerden hangisi heterojen bir maddedir?

A) Maden suyu B) Soda C) Ayran D) Kolonya

5. Fen bilimleri dersinde öğretmeni Nilüfer'den resimde soru işaretiyle gösterdiği organın görevi hakkında bilgi vermesini istemektedir. Nilüfer'in yaptığı açıklamalardan hangisi veya hangileri doğrudur?

- I. Besinlerin hem kimyasal hem de mekanik yolla parçalandığı organdır.
 II. Proteinlerin ağızda sindirildikten sonra gelip sindirime uğradığı organdır.
 III. İçerisindeki asitli yapı sindirimi hızlandırır.
 IV. İçerisindeki mukus tabakası asitten zarar görmesini engeller.

A) I ve IV B) I ve II C) I-II-III D) I-II-III-IV



6. Kurulan bir elektrik devresinde, farklı uzunlukta ve aynı kalınlıkta bakır teller kullanılmıştır. Bu devrede test edilen durum aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Direncin iletken uzunluğuna bağlı olduğu
 B) Direncin iletkenin kalınlığına bağlı olmadığı
 C) Elektrik enerjisini en iyi bakır tellerin iletmesini
 D) Her iletkenin direnci olduğunu

7. Aşağıdakilerden hangisi bir kişinin elektrik çarpmalarına karşı alması gereken önlemlerden birisi olarak düşünülebilir?

- A) Elektrik prizlerine suyla yaklaşmak
 B) Patlamış lambayı değiştirmek için önce elektrik düğmesini kapatmak
 C) Elektrik çarpmakta olan birisini kurtarmak için çıplak elle çekmeye çalışmak
 D) Kopmuş elektrik kablosunu birbirine çıplak elle bağlamak

8.

Oda koşullarında gaz halinde bulunurum.
 Hiçbir element ile bileşik oluşturmak istemem.
 Son yörüngem 8 elektrondur.

X

Periyodik cetveldeki element sınıflarından biri olan X kendini bu şekilde tanıtmaktadır. Hangi seçenekte bu element sınıfı doğru verilmiştir?

A) Metal B) Ametal C) Yarı metal D) Soygaz

9. Aşağıdakilerden hangisi üretici canlılar sınıfında yer almaz?

A) İnsan B) Ayçiçeği C) Siyanobakteri D) Mavi-yeşil alg

10.



Bir öğrenci, Fen Bilimleri dersinde Ayşe Öğretmen'in hazırladığı elektromıknatısın çekebileceği toplu iğne sayısını arttırmak istiyor. Buna göre bu öğrenci aşağıdaki değişikliklerden hangisini yapmalıdır?

- A) Daha uzun çivi kullanmalıdır.
 B) Üreteçlerin kutuplarını değiştirmelidir.
 C) Sarım sayısını arttırmalıdır.
 D) Üretecin gerilimini değiştirerek, telden geçen akım azaltılmalıdır.

11. Aşağıdaki bilgilere göre aletlerden hangisinin elektrik gücü en büyüktür?

I. Mutfak Mikseri- 400 W

II. Televizyon- 150 W

III. Fırın- 3 kW

IV. Buzdolabı- 2000 W

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

12. Fen bilimleri dersinde Hilal öğretmen öğrencilere sera etkisinin sonuçlarını sormuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar aşağıdaki gibidir:

Bora: Atmosferde sıcaklık artışına neden olur.

Ece: Havadaki O₂ gazı artar.

Ömer: İklim değişimine neden olur.

Sera etkisi ile ilgili hangi öğrencilerin yaptıkları açıklamalar doğrudur?

- A) Yalnız Bora B) Bora ve Ece C) Ömer ve Bora D) Bora, Ece ve Ömer

13. Fasulye çimlendirmek için aşağıdakilerden hangileri gereklidir?

I. Nem (Su)

II. Işık

III. Sıcaklık

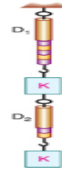
IV. CO₂

V. O₂

- A) I- II- III B) I- III- V C) II- IV- V D) II- III- V

14. Şekilde dinamometre üzerindeki ölçeğinin her bir aralığı 5N u göstermektedir. D₁ ve D₂ dinamometrelerine özdeş K cisimlerinin şekildeki gibi dengelenmesi için D₁'de 5 aralık D₂'de ise 2 aralık kadar bir uzama olmuştur. Buna göre D₂ dinamometresinin ağırlığı kaç N'dur?

- A) 5 B) 10 C) 15 D) 20



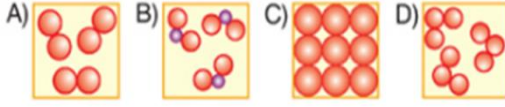
15. Dünya üzerinde K,L,M noktalarında bulunan kişiler ellerinde bulunan dinamometre ile özdeş cisimleri ölçmektedirler.

Cisimlerin ağırlıkları G_K, G_L ve G_M olduğuna göre, bunlar arasındaki iliski nedir?

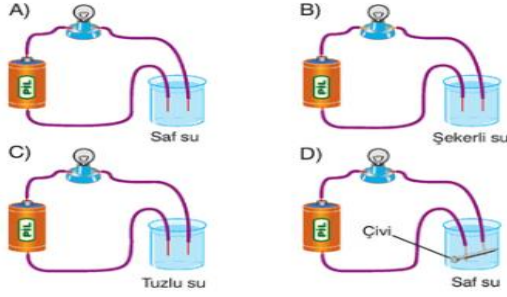
- A) G_K=G_L= G_M B) G_K<G_L<G_M C) G_K=G_L<G_M D) G_K<G_L=G_M



16. Aşağıdakilerde hangisi bir elemente ait olamaz?



17. Zeynep arkadaşlarına sıvıların da elektriği ilettiğini göstermek istiyor. Hangi düzeneği kurarsa amacına ulaşmış olur?



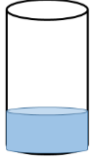
18.

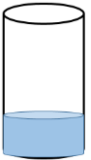
- I. Yapısında çizgili kaslar bulunur.
- II. Kulakçık ve karıncıklar arasında kapakçıklar bulunmaktadır.
- III. Kalp duvarının kalınlığı her bölgesinde aynıdır.
- IV. Toplardamar kulakçıkla, atardamarlar ise karıncıkla bağlantılıdır.

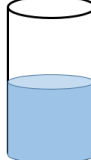
Kalple ilgili yukarıda bulunan ifadelerden hangisi veya hangileri doğrudur?

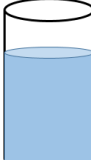
- A) I ve II B) II ve IV C) I- II- III D) I- II - IV

19. Donma noktasına tuzun etkisini göstermek isteyen Ayşe, 15 mL suya 5 gr tuz ekleyerek ve tamamen çözünmesini sağlayarak birinci çözeltiyi hazırlıyor. Buna göre bu bilgiyi desteklemek amacıyla ikinci çözelti olarak aşağıdaki çözeltilerden hangisini kullanmalıdır?

A)  10 mL su + 5 g tuz

B)  10 mL su + 10 g tuz

C)  20 mL su + 5 g tuz

D)  40 mL su + 5 g tuz

20.



Seçtiğim elementin atomlarının özellikleri şunlardır:

- *3 yörüngesi vardır.
- *Elektron alarak anyon haline dönüşür.
- *Metallerle reaksiyona girerek tuz oluşturur.

Ahmet

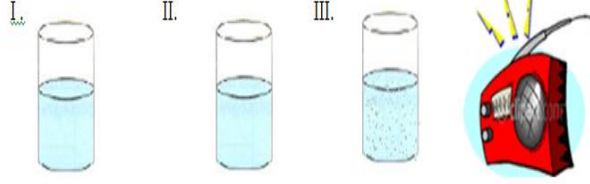
Periyodik Tablo

1A	2A		3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H								2 He
3 Li	4 Be		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca		31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr		49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe

Ahmet'in bir bölümü verilmiş periyodik tablodan seçtiği element hangisidir?

- A) Ca B) Na C) Cl D) Al

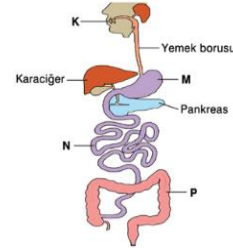
21. "Sesin yayılma hızı maddenin cinsine bağlı mıdır?" hipotezini araştırmak isteyen bir öğrenci, aşağıdaki düzeneklerden hangisini kullanmalıdır?



- I. su, 60°C II. su, 30°C III. kum, 60°C
- A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I- II- III

22. Yandaki şekle göre besin moleküllerinin kana geçtiği kısım işaretli yerlerden hangisidir?

- A) K-M B) N-K C) N-P D) M-N



23.



- * Kan şekerini düzenlerim.
- * Hem iç hem dış salgı bezi olarak görev yaparım.

Yukarıda görevi belirtilen iç salgı bezi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Pankreas B) Hipofiz C) Tiroit bezi D) Böbrek üstü bezleri

24. Zehra elindeki bir çözeltinin asidik olup olmadığını aşağıda verilen hangi yöntemlerle belirleyebilir?

- I. Elektrik akımının iletilmesini gözlemleyerek
 II. İçinde fazla H⁺ iyonunun bulunduğunu belirleyerek
 III. pH metre yardımıyla pH değerinin 7'den küçük olduğunu belirleyerek
 IV. Mavi turnusol kâğıdını kırmızı yaptığını görerek
- A) I ve III B) II- III- IV C) I- II- III D) I- II- III- IV

25. ${}_{11}\text{X}$ elementi ile ${}_{15}\text{Y}$ elementinin oluşturacağı kararlı bileşiğin formülü aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru yazılmıştır?

- A) X_2Y_3 B) X_3Y C) XY_3 D) X_2Y

26.

- I. CaO
 II. NH₃
 III. KF
 IV. AlCl₃

Yukarıdaki bileşiklerden hangileri iyonik bağlıdır?

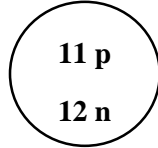
- A) I ve II B) II ve III C) I- II- III D) I- III- IV

27. Şekildeki gibi bir kabın içerisinde Mg parçası bulunmaktadır. Bu kaba bir X sıvısı dökülmekte ve Y gazının çıkışına sebep olmaktadır. Buna göre X ve Y maddeleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?



- | | | |
|----|----------|----------------|
| | <u>X</u> | <u>Y</u> |
| A) | Asit | H ₂ |
| B) | Asit | O ₂ |
| C) | Baz | H ₂ |
| D) | Baz | O ₂ |

28.



Şekildeki elementin +1 iyon halindeki elektron dizilişi aşağıdakilerden hangisine benzer?

- A)
- B)
- C)
- D)

29. Aşağıdaki organ ve yapılardan hangileri boşaltımda görev yapar?

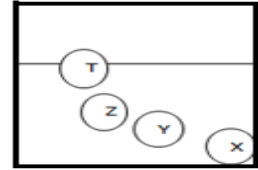
- I. Akciğer
 II. Pankreas
 III. Karaciğer
 IV. Kalın bağırsak
 A) I ve II B) II ve III C) I- II- III D) I- III- IV

30. Bir göz doktoru muayene esnasında hastasının küçük harfleri okuyabildiğini büyük harfleri ise okuyamadığını fark etmiştir. Siz doktor olsaydınız bu hastalığın adı ve tedavi yöntemine ilişkin olarak aşağıdaki seçeneklerden hangisini seçerdiniz?

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| <u>Hastalık</u> | <u>Tedavi Yöntemi</u> |
| A) Hipermetrop | İnce kenarlı mercek |
| B) Hipermetrop | Kalın kenarlı mercek |
| C) Miyop | İnce kenarlı mercek |
| D) Miyop | Kalın kenarlı mercek |

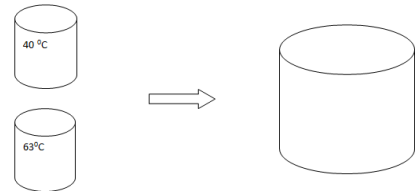
31. Sıvı içindeki X,Y,Z,T cisimleri şekildeki gibi dengededir. Buna göre yoğunluğu en büyük olan cismi almak isteyen Ahmet, hangi cismi seçmelidir?

- A) X B) Y C) Z D) T



32. Sıcaklıkları ve miktarları farklı, aynı cins sıvılar tek bir kaptan toplanıyor. Buna göre, karışımın bulunduğu kaptan sıvının son sıcaklığı kaç °C olabilir? (Isı alışverişi yalnız sıvılar arasında gerçekleşiyor.)

- A) 40 B) 50 C) 63 D) 103



33. İlhan özdeş kaplara ilk sıcaklıkları eşit olan alkol, yağ ve sudan 100 mL koymuştur. Daha sonra tüm kaplarını özdeş ısıtıcılarla, sıvılar kaynayınca kadar ısıtmıştır. Kaynama olayı başlayana kadar geçen süreleri ölçmüştür. Buna göre İlhan, aşağıdaki hipotezlerden hangisini test etmek için bu deneyi yapmıştır?

- A) Kaynama süresi ısıtıcının verdiği ısı miktarına bağlıdır.
- B) Sıvı miktarı kaynama süresini değiştirir.
- C) Kaynama süresi sıvının cinsine bağlıdır.
- D) Kaynama süresi sıvının cinsine bağlı değildir.

34. Fen bilimleri dersinde Burak öğretmen pet şişeye, üç farklı noktadan delikler açıp, şişeye su doldurduktan sonra deliklerden fışkıran suyun ulaştığı mesafeleri ölçerek farklı uzaklıkları tespit ediyor. Bu etkinlik sonucunda Burak aşağıdaki ifadelerden hangisini elde edebilir?

- A) Sıvı basıncı derinliğe bağlı değildir.
- B) Derinlik arttıkça basınçta artar.
- C) Sıvı cinsi değişikçe basınç değişir.
- D) Yoğunluk sıvı basıncını değiştirir.

35. Östaki borusunun görevi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) Vücudun dengesini sağlar.
- B) Basıncın dengelenmesini sağlar.
- C) İşitmeyi sağlar.
- D) Kulak zarını nemlendirerek mikroplara karşı korur.

36. Farklı ağırlıkta iki çocuk tahterevalliye binmektedir. Hafif olan küçük çocuğun büyük olan çocuğu yukarıya kaldırması için aşağıdakilerden hangisini yapması gerekir?

- A) Küçük çocuğun desteğe doğru yürümesi
- B) Daha yüksek bir destek kullanmalı
- C) Destek büyük çocuğa doğru kaydırılmalı
- D) Destek küçük çocuğa doğru kaydırılmalı

- 37. I. Besin ve oksijen taşır.
- II. Artık maddeleri hücrelerden uzaklaştırır.
- III. Vücut savunmasında rol alır.
- IV. Vücut ısısını düzenler.

Kan ile ilgili yukarıdaki özelliklerden hangileri doğrudur?

- A) I ve II B) II ve III C) I- II- III D) I- II- III- IV

38. Beyinciği zarar gören bir insan aşağıdakilerden hangisini yapamaz?

- A) Yemek yeme
- B) Yürüme
- C) Nefes alma
- D) Heyecanlanma

39. Safra kesesi alınan biri aşağıdaki besinlerin hangisinin sindirilmesinde zorlanır?

- A) Karbonhidrat B) Protein C) Yağ D) Vitamin

40. Yassı kemikleri araştıran bir öğrenci iskelet üzerinde hangi yapıları incelemelidir?

- A) Kafatası ve göğüs kafesi
- B) Bacaklar ve eller
- C) Kollar ve bacaklar
- D) Eller ve ayaklar

EK 4.**UYGULAMA YÖNERGESİ**

Değerli BİLSEM Öğretmeni,

Gerçekleştirdiğimiz bilimsel çalışmada Üstün yetenekli **6., 7. ve 8.** sınıf öğrencilerinin *Uzamsal Akıl Yürütme Becerileri, Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları* ve *Fen Bilimlerine Yönelik Başarıları* arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla öğrencilere üç adet çoktan seçmeli test uygulanacaktır. Üç testin içeriği, soru sayısı, uygulanma süresi ve ölçülmek istenen amaçlar ve uygulanma sırası Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1

Uygulama Sırası	Test Adı	Testin Amacı	Soru Sayısı	Maksimum Uygulama Süresi
1	Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi	Uzamsal akıl yürütme becerisini belirlemek.	30	40 dakika
2	Temel Astronomi Kavramsal Anlayış Testi	Temel astronomi kavramlarına yönelik kavramsal anlama düzeyini belirlemek.	17	20 dakika
3	Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi	Fen bilimleri konuları ile ilgili akademik başarı düzeyini belirlemek.	40	40 dakika

- Bu uygulama Bilim ve Sanat Merkezlerinde öğrenim görmekte olan **6, 7 ve 8.** Sınıf öğrencileri ile yürütülecektir.
- Her üç testte yer alan sorular dört şıklıdır. Öğrenciler, soruların cevaplarını hem test üzerine hem de cevap formunda yer alan ilgili testin bulunduğu bölüme işaretlemelidirler.
- Öğrencilerin üç testten alacakları puanların karşılaştırılabilmesi için, her öğrencinin isminin cevap formuna yazılması gerekmektedir. Bu bilgiler bilimsel amaçlı kullanılacak olup üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır.

- Birinci ve ikinci testte yer alan sorular bilgiye dayalı olmadığı için soruların tamamı öğrenciler tarafından akıl yürütülerek cevaplandırılmalıdır.
- Üçüncü testin içeriği 6, 7 ve 8. Sınıf fen bilimleri konularını kapsamaktadır. Dolayısıyla özellikle 6. ve 7. Sınıf düzeyindeki öğrenciler henüz öğrenmedikleri konulara ilişkin soruları boş bırakabilirler.
- Her üç testin ön sayfasında yer alan bireysel bilgiler kısmı eksiksiz şekilde doldurulmalıdır. Benzer şekilde ortak cevap formunda yer alan bireysel bilgi kısmı da boş bırakılmamalıdır.
- Öğrenci hazırbulunuşluk düzeyleri farklılık gösterebileceğinden dolayı testlerin uygulama süreleri de öğrenciler arasında farklılık gösterebilir. Bu amaçla bir sonraki test, testi erken bitiren öğrenciye uygulama süresinin bitmesi beklenmeden verilebilir. Diğer taraftan geç bitiren öğrenciye ise beş dakikayı geçmeyecek şekilde ek süre verilebilir.
- Uygulama süresinin, öğrencilerin BİLSEM’de geçirecekleri vakti aştığı durumda: birinci ve ikinci test birlikte uygulanıp, üçüncü test uygulaması ise öğrencinin BİLSEM’e geldiği bir sonraki günde gerçekleştirilebilir.
- Elde edilen veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır.

Emekleriniz için teşekkür ederiz.

EK 5.**UYGULAMA SÜRECİ KONTROL LİSTESİ**

Ölçme araçlarının uygulama sürecine ilişkin kontrol listesinde gerçekleştirilen her bir adım için “işlem gerçekleştirildi” kısmını “+” şeklinde işaretleyiniz. Gerçekleştirilmeyen adım için ise “işlem gerçekleştirildi” kısmını boş bırakınız.

İşlem	İşlem Gerçekleştirildi
Her üç testin amacı, içerdiği soru sayısı ve cevaplama süreleri kısaca öğrencilere ön bilgi şeklinde duyuruldu.	
Birinci Test: Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi	
1. Birinci test ve cevap formu öğrencilere dağıtıldı.	
2. Testte 36 sorunun yer aldığı, sürelerinin ise 45 dakika olduğu duyuruldu.	
3. Testin cevaplarının hem cevap formuna hem de testin üzerinde işaretlenmesi gerektiği duyuruldu.	
4. Testte yer alan bütün soruların cevaplanarak hiçbir sorunun boş bırakılmaması gerektiği vurgulandı.	
5. Testin ön sayfasında yer alan bireysel bilgilerin doldurulduktan sonra teste başlanacağı söylendi.	
6. Birinci testi bitiren öğrencilerden test kitapçığı ve cevap formu kontrol edilerek toplandı.	
İkinci Test: Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi	
1. İkinci test ve cevap formu öğrencilere dağıtıldı.	
2. Testte 20 sorunun yer aldığı, sürelerinin ise 25 dakika olduğu duyuruldu.	
3. Testin cevaplarının hem cevap formuna hem de testin üzerinde işaretlenmesi gerektiği duyuruldu.	
4. Testte yer alan bütün soruların cevaplanarak hiçbir sorunun boş bırakılmaması gerektiği vurgulandı.	
5. Testin ön sayfasında yer alan bireysel bilgilerin doldurulduktan sonra teste başlanacağı söylendi.	
6. İkinci testi bitiren öğrencilerden test kitapçığı ve cevap formu kontrol edilerek toplandı.	
Üçüncü Test: Fen Bilimlerine Yönelik Başarı Testi	
1. Üçüncü test ve cevap formu öğrencilere dağıtıldı.	
2. Testte 45 sorunun yer aldığı, sürelerinin ise 45 dakika olduğu duyuruldu.	
3. Testin cevaplarının hem cevap formuna hem de testin üzerinde işaretlenmesi gerektiği duyuruldu.	
4. Özellikle 6. ve 7. Sınıf öğrencilerine bildiği konulara ilişkin soruları cevaplandırmaları bilmediklerini ise akıl yürütemiyorlarsa boş bırakabilecekleri duyuruldu.	
5. Testin ön sayfasında yer alan bireysel bilgilerin doldurulduktan sonra teste başlanacağı söylendi.	
6. Üçüncü testi bitiren öğrencilerden test kitapçığı ve cevap formu kontrol edilerek toplandı.	

Uygulayıcı Adı-Soyadı:

Tarih:

EK 6.

ARAŞTIRMA VE UYGULAMA İZİNİ**(Pilot Uygulama)**

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

Sayı : 81576613/605/5670303

02.06.2015

Konu: Araştırma izin talebi

ÖZEL EĞİTİM ve REHBELİK HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: a) İnönü Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 28/05/2015 tarih ve 50235129-25-1329-2623 sayılı yazısı
b) Millî Eğitim Bakanlığının 07/03/2012 tarih ve B.08.0.YET.0020.00.0/361 2012/13 sayılı genelgesi

İlgi (a) dilekçe ile İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı doktora öğrencisi Pelin ERTEKİN'in "Üstün Yetenekli Ortaokul Öğrencilerin Uzamsal Akıl Yürütme Becerileri IQ Düzeyleri ve Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" isimli doktora tezi kapsamında hazırlanmış olduğu veri toplama araçlarının Malatya ve Elazığ illerindeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BILSEM) öğretim gören öğrencilere uygulanmasına yönelik izin talebi Genel Müdürlüğümüze ulaşmıştır.

Söz konusu araştırmanın örneklemini teşkil eden Bilim ve Sanat Merkezleri (BILSEM) Genel Müdürlüğünüz bünyesinde bulunması nedeniyle ilgi (b) genelgenin 5. Maddesi doğrultusunda ekte sunulan anket uygulama izin talebinin tarafınızca değerlendirilmesi hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Dincer ATEŞ
Genel Müdür

Ek: İlgi yazı ve ekleri (Otuzbeş sayfa)

Konya Yolu Nu:21 /ANKARA
Elektronik Ağ: www.meb.gov.tr
atillademirbas@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Atilla DEMİRBAŞ
Seyda KARABULUT
Telefon:0-312-2969400/9582

EK 6. (devam)

ARAŞTIRMA VE UYGULAMA İZİNİ**(Pilot Uygulama)**

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Özel Eğitim Ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Sayı : 27250534-605-E.6208773

16.06.2015

Konu: Araştırma İzni

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi : a) İnönü Üniversitesi Rektörlüğü'nün 02/06/2015 tarihli ve 5670303 sayılı yazısı.

b) Millî Eğitim Bakanlığınının 07/03/2012 tarihli ve B.08..0. YET.0020.00.0/3616 2012/13 sayılı genelgesi.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitim Bilim Dalında Doktora öğrencisi olan Pelin ERTEKİN' in; "**Üstün Yetenekli Ortaokul Öğrencilerinin Uzamsal Akıl Yürütme Becerileri, IQ Düzeyleri ve Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**" konulu araştırmasını yapabilmesine ilişkin ilgi (a) izin talebi, ilgi (b) Genelge doğrultusunda komisyonumuzca incelenmiştir. RAM'larda eğitsel değerlendirme ve tanılama sürecinde kullanılan WISC-R testi ile öğrencilerin IQ düzeylerine dayalı yapılan çalışmaya ilişkin veriler, Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği'nin 8. maddesi ğ fıkrasına göre, birey ve ailenin izni dışında RAM tarafından ikinci kişilerle paylaşılmamaktadır.

Araştırmacı tarafından geliştirilen "Temel Astronomi Konularına yönelik Kavramsal Anlayış Test (KAT)" ve "Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Test (UAYBT9)"nin eğitim öğretim sürecini aksatmaksızın, veli onayına bağlı ve gönüllülük esaslı olarak uygulanmasında herhangi bir sakınca görülmemektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Mehmet Fatih KÖSE
Bakan a
Daire Başkanı

EKLER:

- 1- Komisyon Tutanağı (1 sayfa)
- 2- Araştırma Formu (20 sayfa)

EK 6. (devam)

ARAŞTIRMA VE UYGULAMA İZİNİ

(Asıl Uygulama)



T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Özel Eğitim Ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Sayı : 27250534-605-E.13323632
Konu: Araştırma İzni

25.12.2015

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

- İlgi :** a)Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 29/06/2015 tarihli ve 81576613/605/6708876 sayılı yazısı.
b)Millî Eğitim Bakanlığının 07/03/2012 tarihli ve B.08..0. YET.0020.00.0/3616 2012/13 sayılı genelgesi.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitim Bilim Dalında Doktora öğrencisi olan Pelin ERTEKİN' in; "Üstün Yetenekli Ortaokul Öğrencilerin Uzamsal Akıl Yürütme Becerileri IQ Düzeyleri ve Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" isimli doktora tezi kapsamında hazırlamış olduğu veri toplama araçlarının Antalya, Adana, Kahramanmaraş, Erzurum, Erzincan, Denizli, İzmir, Uşak, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Nevşehir, Bursa, İstanbul- Beşiktaş, Yalova, Rize ve Trabzon illerindeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) öğrenim gören öğrencilere uygulanmasına ilişkin ilgi (a) izin talebi ilgi (b) Genelge doğrultusunda komisyonumuzca incelenmiştir. RAM'larda eğitsel değerlendirme ve tanılama sürecinde kullanılan WISC-R testi sonuçlarına ilişkin veriler, Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği'nin 8. maddesi ğ bendi gereği ikinci kişilerle paylaşılammaktadır.

Bunun dışında araştırmacı tarafından geliştirilen "Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (KAT)" ve "Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT9)"nin eğitim öğretim sürecini aksatmaksızın, veli onayına bağlı ve gönüllülük esaslı olarak uygulanmasında herhangi bir sakınca görülmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Celil GÜNGÖR
Bakan a.
Genel Müdür

Bilgi İçin:

Antalya, Adana, Kahramanmaraş, Erzurum, Erzincan, Denizli,
İzmir, Uşak, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Nevşehir, Bursa,
İstanbul, Yalova, Rize, Trabzon İl Millî Eğitim Müdürlükleri.

MEB Kampüsü A Blok 06500 Beşevler/ANKARA
Elektronik Ağ : <http://orgm.meb.gov.tr>
E-posta : udgungor@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Ü. DEMİREL GÜNGÖR / VHKL
Tel. : (312) 413 37 59
Faks : (312) 213 13 56

EK 6. (devam)

ARAŞTIRMA VE UYGULAMA İZNI

(Asıl Uygulama)



T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Özel Eğitim Ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Sayı : 27250534-605-E.2677842
Konu : Araştırma İzni

07.03.2016

DAĞITIM YERLERİNE

- İlgi : a)25/12/2015 tarihli ve 27250534-605-E.13323632 sayılı yazımız.
b)29/02/2016 tarihli ve 50235129-25-797-1122 sayılı yazınız.
c)Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 29/06/2015 tarihli ve 81576613/605/6708876 sayılı yazısı.
d)Millî Eğitim Bakanlığının 07/03/2012 tarihli ve B.08..0. YET.0020.00.0/3616 2012/13 sayılı genelgesi.

İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitim Bilim Dalında Doktora öğrencisi Pelin ERTEKİN'in; "Üstün Yetenekli Ortaokul Öğrencilerin Uzamsal Akıl Yürütme Becerileri IQ Düzeyleri ve Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" isimli doktora tezi kapsamındaki ilgi (c) araştırma izni talebi Genel Müdürlüğümüzce değerlendirmiştir. İlgi (a) yazımız ile araştırmacı tarafından geliştirilen "Temel Astronomi Konularına Yönelik Kavramsal Anlayış Testi (KAT)" ve "Zihinsel İmge Odaklı Uzamsal Akıl Yürütme Becerisi Testi (UAYBT9)"nin; Antalya, Adana, Kahramanmaraş, Erzurum, Erzincan, Denizli, İzmir, Uşak, Gaziantep, Şanlıurfa, Ankara, Nevşehir, Bursa, İstanbul- Beşiktaş, Yalova, Rize ve Trabzon illerindeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) öğrenim gören öğrencilere uygulanmasına izin verilmiştir.

İlgi (b) yazınız ile iletilen araştırmanın kapsamının geliştirilmesi talebi tekrar değerlendirilerek sadece ilgi (a) yazımız ile izin verilen ölçme araçlarının; Niğde, Sivas, Eskişehir, Kırşehir, Konya, Kayseri, Mersin, Hatay, Tekirdağ, Balıkesir, Manisa, Ordu, Samsun, Zonguldak ve Burdur illerindeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) öğrenim gören öğrencilere, eğitim öğretim sürecini aksatmaksızın, veli onayına bağlı ve gönüllülük esaslı olarak uygulanması, çalışmada sadece yazımız ekinde sunulan mühürlü ölçme araçlarının kullanılması, araştırma raporunun basılı ve dijital olarak Genel Müdürlüğümüzle paylaşılması kaydı ile uygun görülmüştür.

Bunun dışında RAM'larda eğitsel değerlendirme ve tanılama sürecinde kullanılan WISC-R testi sonuçlarına ilişkin veriler, Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği'nin 8. maddesi gereği ikinci kişilerle paylaşılmamaktadır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Celil GÜNGÖR
Bakan a.
Genel Müdür

MEB Kampüsü A Blok 06500 Beşevler/ANKARA
Elektronik Ağ : <http://orgm.meb.gov.tr>
E-Posta : udgungor@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Ü. DEMİREL GÜNGÖR / VHKI
Tel. : (312) 413 37 59
Faks : (312) 213 13 56