T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ YILDIZ KONUSUNDAKİ TEMELLENDİRİLMİŞ ZİHİNSEL MODELLERİNİN MATEMATİKSEL ALGORİTMALAR YOLUYLA İNCELENMESİ

Ebru EZBERCİ ÇEVİK

Danışman	**Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ**
II. Danışman	**Doç. Dr. Atila ÇAĞLAR**
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Uğur SARI**
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Harun ÇELİK**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERDEMİR**
Jüri Üyesi	**Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir KARACI**

DOKTORA TEZİ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Ebru EZBERCİ ÇEVİK tarafından hazırlanan "**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yıldız Konusundaki Temellendirilmiş Zihinsel Modellerinin Matematiksel Algoritmalar Yoluyla İncelenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İlköğretim Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ Kastamonu Üniversitesi	.....
II. Danışman	Doç. Dr. Atila ÇAĞLAR Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Uğur SARI Kırıkkale Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Harun ÇELİK Kırıkkale Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERDEMİR Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir KARACI Kastamonu Üniversitesi	.....

13/11/2018

Enstitü Müdürü	Prof. Dr. Hasbi YAPRAK	.....

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Ebru EZBERCİ ÇEVİK

ÖZET

Doktora Tezi

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ YILDIZ KONUSUNDAKİ TEMELLENDİRİLMİŞ ZİHİNSEL MODELLERİNİN MATEMATİKSEL ALGORİTMALAR YOLUYLA İNCELENMESİ

Ebru EZBERCİ ÇEVİK
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ

II. Danışman: Doç. Dr. Atila ÇAĞLAR

Bu araştırmada, son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarından biri olan yıldızlarla ilgili modellerinin mevcut öğretim öncesinde ve sonrasında model analizi yoluyla ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Kişiye tanımlanmış sınırlar içerisinde sunulanlara göre ortaya çıkarılan bir zihinsel modelleme olacağından bu modelleme durumu yeni bir isimlendirme olarak Temellendirilmiş Zihinsel Model (TZM) şeklinde ifade edilmiştir.

Araştırma birbirine entegre edilmiş durum çalışması ve deneysel desenle yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubunu 73 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada ver toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen Yıldız Konusu Kavram Testi (YKKT) kullanılmıştır. Verilerin analizinde model analizi elemanlarından skor, yoğunlaşma faktörü ve yoğunluk sapması ile algoritmalar ve matrislerden yararlanılmıştır.

Çalışma sonucunda öğretmen adaylarında ön-testte soruların genelinde DD (Düşük-Düşük) tipi modellemenin olduğu, son-testte öğretmen adaylarının sorularda yaygın olarak YY (Yüksek-Yüksek) tipi modelleme gösterdiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının belirlenen bireysel model yoğunluk matrisleri sonucunda, çoğunluğunun yıldız kavramına ilişkin öğretim öncesinde sahip oldukları TZM'lerinin Tutarsız Karma Model durumunda olduğu, öğretim sonundaysa, adayların çoğunluğunun Tutarlı Baskın Bilimsel Model durumunu yansıtan TZM'lere sahip oldukları belirlenmiştir.

Sınıf model yoğunluk matrislerine göre, yıldızın kimliği soru grubuna yönelik ön-testte adayların TZM bakımından tutarsız karma model durumunda oldukları; son-testte TZM açısından sınıfın model durumu öğretmen adaylarının doğru uzman modele oldukça eğilimli oldukları ancak tutarsız durum sergiledikleri görülmüştür. Yıldızın yapısı soru grubunda da benzer sonuçlar elde edilirken, yıldızın yaşam döngüsü soru grubunda öğretim sonrası öğretmen adaylarının tamamına yakınının TZM'lerinin aynı fiziksel modele yönelik olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ışığında, öğretim öncesinde mevcut durumun değerlendirilmesinde, farklı öğretim yöntemlerinin etkililiğinin incelenmesinde kullanılabileceğine, bu konuda çalıştaylar düzenlenebileceğine ve analize ilişkin yazılım geliştirilebileceğine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Model analizi, zihinsel model, temellendirilmiş zihinsel model, astronomi eğitimi, yıldız, fen bilgisi öğretmen adayı

2018, 218 sayfa
Bilim Kodu: 101

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INVESTIGATION OF THE GROUNDED MENTAL MODELS IN STAR SUBJECT OF PROSPECTIVE SCIENCE TEACHERS BY MATHEMATICAL ALGORITHMS

Ebru EZBERCI CEVIK
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Elementary Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Altan KURNAZ

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Atila CAGLAR

In this study, it is aimed to reveal the models related to star subject as one of the concepts of astronomy of prospective science teachers before and after the current instruction through model analysis. This modeling situation is expressed as a Grounded Mental Model (GMM), since there will be a mental modeling that is revealed according to what is presented within the limits defined to the person.

The research was conducted with an integrated case study and experimental design. The study group consisted of 73 prospective science teachers. In this study, the Star Subject Concept Test (SSCT) developed by the researcher was used as the data collection tool. In the analysis of the data, score, concentration factor and concentration deviation, algorithms and matrices which are among the model analysis elements were used.

At the end of the study, it was determined that pre-test questions were LL (Low-Low) type and post-test showed HH (High-High) type modeling. As a result of the determined individual model density matrices of the prospective teachers, it was determined that the majority of the GMMs they had before teaching about the star concept were in Inconsistent Mixed Models, At the end of the teaching period, it was determined that the majority of the candidates had GMMs reflecting the status of the Consistent Dominant Scientific Model.

According to the class model density matrices, prospective teachers were found to be inconsistent in star identity question group in terms of GMM in pre-test; in the post-test, it was observed that the model status of the class of prospective teachers in terms of GMM are highly inclined towards the correct expert model but they exhibit inconsistent status. While similar results were obtained in the question of the structure of the star, in the question of life cycle of the star, it was determined that almost all of the prospective teachers were oriented towards the same physical model.

In the light of the results obtained, suggestions were made to be used to evaluate the current situation before teaching, to examine the effectiveness of different teaching methods, to do workshops on this subject and analysis software development.

Key Words: Model analysis, mental model, grounded mental model, astronomy education, star, prospective science teacher

2018, 218 pages
Science Code: 101

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, doktora tez çalışmamla birlikte gerçekleştirdiğimiz tüm akademik çalışmalarda fikirleriyle rehberlik eden, iyi bir akademisyen olarak yetişmem için özen gösteren, her ihtiyaç duyduğumda yardımını esirgemeyen, bilimsel, etik ve insani değerlere bakış açısıyla akademik yaşamıma birçok değer katan, hem danışmanım hem rehberim olarak gördüğüm, her yönüyle örnek almaya çalıştığım, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım çok değerli danışmanım Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ' a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Görüş ve önerileriyle çalışmama katkıda bulunan ikinci danışmanım Doç. Dr. Atila ÇAĞLAR'a, tik üyeleri hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERDEMİR, Dr. Öğr. Üyesi Abdülkadir KARACI ve diğer jüri üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Fikrini almak istediğim her durumda ilgili yaklaşımı ve önerileriyle yardımcı olan ve beni cesaretlendiren, bu yolun her aşamasında ve ihtiyacım olan tüm zamanlarda desteğini esirgemeyen çok değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Hafife BOZDEMİR'e teşekkür ederim.

"Yurtiçi Doktora Burs Programı" kapsamında doktora eğitimimi maddi olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora ders sürecinde görev yaptığım Kastamonu Üniversitesi'nde her türlü kolaylığı sağlayan Öğretim Üyelerine, tez aşamamda görevlendirildiğim Erciyes Üniversitesi'nde çalışmalarıma destek olan, hoşgörüsünü esirgemeyen hocam Prof. Dr. Hasan KAYA'ya ve kendilerinden birçok deneyim kazandığım Öğretim Üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama içtenlikle katılan öğretmen adaylarına, uzakta olsam da bir telefonla yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Şüphesiz teşekkürün en büyüğü bugünlere gelmemde en çok emek harcayan, öğrenim yaşamımın her aşamasıyla en yakından ilgili olan, en büyük destekçim, haklarını ne yapsam ödeyemeyeceğimi çok iyi bildiğim aileme, akademik çalışmalarıma gösterdiği destek ile beni güçlendiren, derdimi, sıkıntımı, sevincimi paylaştığım, her zaman yanımda olan eşim Atilla ÇEVİK'E sonsuz teşekkürler…

Ve dünyaya geldiği gün hayatıma yeni bir anlam katan, tez çalışmamın en yoğun günlerinde beni gülümsemesiyle neşelendiren, motive eden, yaşamımın anlamı canım kızım Ela iyi ki varsın…

Ebru EZBERCİ ÇEVİK
Kastamonu, Kasım, 2018

İÇİNDEKİLER

TAAHHÜTNAME…… iii
ÖZET……..... iv
ABSTRACT…….. vi
TEŞEKKÜR…….. viii
İÇİNDEKİLER……. ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ……... xii
ŞEKİLLER DİZİNİ…….. xiii
TABLOLAR DİZİNİ……..... xiv
GRAFİKLER DİZİNİ……... xvi
1. GİRİŞ……..... 1
1.1. Problem Durumu…… 4
1.1.1. Alt Problemler…… 9
1.2. Araştırmanın Amacı……... 10
1.3. Araştırmanın Önemi……... 10
1.4. Varsayımlar……..... 12
1.5. Araştırmanın Sınırları…….....…….. 13
2. KURAMSAL ÇERÇEVE……. 14
2.1. Model Nedir? ……..... 14
2.2. Zihinsel Model……..... 20
2.2.1. Zihinsel Modellerin Belirlenmesi……... 25
2.3. Model Analizi……..... 28
2.3.1. Model Analiz Algoritmaları I: Yoğunlaşma Faktörü……..... 29
2.3.1.1. Cevapların Sınıflandırılması…….....……..... 30
2.3.1.2. Verilerin Grafiksel Gösterimi…….....……..... 31
2.3.1.3. Yanlış Cevapların Yoğunlaşması…….....…….. 32
2.3.2. Model Analiz Algoritmaları II: Model Tahmini……..... 33
2.3.2.1. Öğrenci Model Yoğunluk Matrisi…….....…… 35
2.3.2.2. Sınıf Model Yoğunluk Matrisi…….....……..... 37
2.4. Fen Eğitiminde Astronomi…….....……..... 39
2.4.1. Yıldız Kavramı…….....…….....……..……..... 41

2.5. İlgili Araştırmalar……..……..……..... 43
2.5.1. Yıldız Konusunda Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar……..... 44
2.5.2. Yıldız Konusunda Yurtdışında Yapılan Çalışmalar……..... 47
2.5.3. Model Analizi Çalışmaları……..……..... 48
3. YÖNTEM……..……..……..... 51
3.1. Araştırmanın Modeli……..……..……. 53
3.2. Çalışma Grubu……..……..……..... 55
3.3. Veri Toplama Araçları……..……..…….**.....** 57
3.3.1. Yıldız Konusu Kavram Testi'nin Geliştirilmesi……..... 57
3.3.1.1. Literatür Taraması……..……..... 57
3.3.1.2. Mülakat……..……..……..... 58
3.3.2. Ölçeğin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları……..... 60
3.3.2.1. Uzman Görüşüne Başvurma Aşaması……..... 60
3.3.2.2. Ölçeğin Uygulanması……..……..... 61
3.3.2.3. Madde Analizi……..……..……. 61
3.3.2.4. Ölçeğe Ait Belirtke Tablosu……..……..... 65
3.3.2.5. Güvenirlik Çalışmaları……..……..**.....** 66
3.4. Mevcut Öğretim……..……..……..... 67
3.5. Çalışmanın Geçerlik ve Güvenirliği……..……..... 68
3.6. Verilerin Analizi……..……..……..... 69
4. BULGULAR……..……..……..... 74
4.1. Öğretmen Adaylarının Yıldız Konusu Kavram Testi'ne Verdikleri CevaplarınKategorilendirilmesi ……..……..... 74
4.2. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Grafik Sunumları. 81
4.2.1. S-C Grafik Analizleri……..……..... 81
4.2.2. S- ⌐ Grafik Analizleri……..……..... 89
4.3. Öğretmen Adaylarına Ait Bireysel Olasılık Vektörleri……..... 96
4.4. Öğretmen Adaylarına Ait Model Vektörü……..……. 99
4.5. Öğretmen Adaylarına Ait Model Yoğunluk Matrisi……..... 108
4.6.Öğretmen Adaylarının Bireysel Temellendirilmiş Zihinsel Model Durumları…….**.....** 124
4.7. Sınıfa Ait Model Yoğunluk Matrisi……..……..... 133
5. SONUÇ VE TARTIŞMA……..……..……. 136

5.1. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Dağılımına İlişkin Sonuçlar……..……..……..... 136
5.2. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Model Tahminlerine İlişkin Sonuçlar…….....……..... 142
6. ÖNERİLER…….....……..……..... 147
KAYNAKLAR…….....……..……..……. 150
EKLER…….....……..……..…….. 162
EK 1 Görüşme Yapılan Öğretmen Adaylarına Ait Transkriptler……. 163
EK 2 Soru Havuzu (Yıldız Konusu Kavram Testi)…….. 198
EK 3 Yıldız Konusu Kavram Testi……... 207
ÖZGEÇMİŞ…….....……..……..…….. 213

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

YKKT	Yıldız Konusu Kavram Testi
FCI	Force Concept Inventory
C	Yoğunlaşma Faktörü (Concentration Factor)
S	Puan (Concentration Score)
Γ	Yoğunluk Sapması (Concentration Deviation)
SPSS	Statistical Package for Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Paket Programı)
TZM	Temellendirilmiş Zihinsel Model
TBBM	Tutarlı Bilimsel Baskın Model
TBOBM	Tutarlı Bilimsel Olmayan Baskın Model
SM	Sıfır Model
TZKM	Tutarsız Karma Model

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Farklı temsil ortamları arasında dağılım (Lesh ve Doerr, 2003)……. 14
Şekil 2. 2. DNA için Francis Crick'in orijinal resmi ile günümüzdeki model……. 16
Şekil 2. 3. Harrison ve Treagust (2000)'un model sınıflandırması……... 18
Şekil 2. 4. 3D model alanı……. 34
Şekil 2. 5. Alın ve İzgi (2017) tarafından yapılan yıldız konulu çalışma……. 45
Şekil 2. 6. Dinçer ve Aktan (2017) tarafından yapılan yıldız konulu çalışma…….. 46
Şekil 2. 7. Ezberci Çevik ve Kurnaz (2016) tarafından yapılan yıldız konulu çalışma…….. 46
Şekil 3. 1. Araştırma akış şeması…….. 52
Şekil 3. 2 Araştırma modeli…….. 53

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. 1. Çoktan seçmeli test verilerini analiz etmek için beş yaklaşım……... 6
Tablo 2. 1. Karplus (2003)'un zihinsel model sınıflaması…… 23
Tablo 2. 2. Puan ve yoğunlaşma faktörü için üç-seviyeli kodlama…….. 30
Tablo 2.3. İki seviyeli kodlamayla yanıtların desenlenmesi……. 30
Tablo 2. 4 Değişkenlerin ve simgelerin tanımlanması…….. 35
Tablo 3.1. Mülakat için belirlenen öğretmen adaylarına ait bilgiler……. 59
Tablo 3.2. Öğretmen adaylarının mülakat sorularına verdikleri yanıtlar ve testte yer alan maddelerden örnekler…….. 59
Tablo 3.3. Uygulama yapılan üniversiteler ve katılımcı sayıları…….. 61
Tablo 3.4. Madde güçlük indeksi ve değerlendirilmesi…… 61
Tablo 3.5. Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ilişkin madde güçlük indeksi değerleri 62
Tablo 3.6. Madde ayırt edicilik indeksi ve değerlendirilmesi……... 63
Tablo 3.7. Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ilişkin madde ayırıcılık indeksi değerleri…… 63
Tablo 3.8. Yıldız Konusu Kavram Testi belirtke tablosu……. 66
Tablo 3.9. Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ilişkin Cronbach's Alpha değeri…….. 66
Tablo 3.10. Öğretim süreci……... 67
Tablo 3.11. Çalışmada alınan geçerlik ve güvenirlik önlemleri……... 68
Tablo 3.12. Yıldızın kimliği soru grubunun öğrenci yanıtlarının modellenmesi….. 70
Tablo 3.13. Yıldızın yapısı soru grubunun öğrenci yanıtlarının modellenmesi…… 70
Tablo 3. 14 Yıldızın yaşam döngüsü soru grubunun öğrenci yanıtlarının modellenmesi…….. 71
Tablo 4.1. Öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının skorlarını ve yoğunlaşma faktörünü içeren ilgili model durumları…… 74
Tablo 4.2. Model durumlarında bulunan kavramsal sorular (Ön-test S&C)…… 76
Tablo 4.3. Öğretmen adaylarının son-test cevaplarının skorlarını ve yoğunlaşma faktörünü içeren ilgili model durumları…… 76
Tablo 4.4. Model durumlarında bulunan kavramsal sorular (Son-test S&C)…….... 77
Tablo 4.5. Öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının skorlarını ve yoğunluk sapmalarını içeren ilgili model durumları……. 78
Tablo 4.6. Öğretmen adaylarının 4. ve 9. sorulara verdikleri yanıtlar…….. 79
Tablo 4.7. Öğretmen adaylarının son-test cevaplarının skorlarını ve yoğunluk sapmalarını içeren ilgili model durumları……. 79
Tablo 4.8. Öğretmen adaylarının son-test cevaplarının skorlarını ve yoğunluk sapmalarını içeren ilgili model durumları……. 80
Tablo 4.9. Öğretmen adaylarının üçüncü soruya verdikleri yanıtlar (doğru seçenek koyu renk ile belirtilmiştir)…….. 92
Tablo 4.10. Öğretmen adaylarının 15. soruya verdikleri yanıtlar (doğru seçenek koyu renk ile belirtilmiştir)……... 94
Tablo 4.11. Farklı soru gruplarına ait öğretmen adaylarının ön-test ve son-test olasılık vektörleri…….. 96
Tablo 4.12. Yıldızın kimliği soru grubuna ait öğretmen adaylarının ön-test ve son-test model vektörleri……... 99

Tablo 4.13. Yıldızın yapısı soru grubuna ait öğretmen adaylarının ön-test ve son-test model vektörleri…….. 102
Tablo 4.14. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait öğretmen adaylarının ön-test son-test model vektörleri…… 105
Tablo 4.15. Yıldızın kimliği soru grubuna ait öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisleri……... 108
Tablo 4.16. Yıldızın kimliği soru grubuna ait öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisleri……... 114
Tablo 4.17. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisleri…… 119
Tablo 4.18. Öğretmen Adaylarının Yıldızın Kimliği İçin TZM Durumları……. 125
Tablo 4.19. Öğretmen Adaylarının Yıldızın Yapısı İçin TZM Durumları……... 127
Tablo 4.20. Öğretmen Adaylarının Yıldızın Yaşam Döngüsü İçin TZM Durumları…….. 130
Tablo 4.21. Yıldızın kimliği soru grubuna ait ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisleri……... 133
Tablo 4.22. Yıldızın yapısı soru grubuna ait ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisleri……... 134
Tablo 4.23. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisleri…… 134

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 2.1. S-C alanında izin verilen bölgeler…….. 31
Grafik 2.2. İncelenen çalışmaların yayın türlerinin yıllara göre dağılımları…… 44
Grafik 2.3. Yıldız konusunda yapılan çalışmalar (2015-2017 yılları arası)……. 45
Grafik 4.1. YKKT'deki 26 soruya yönelik ön-test S-C grafiği…… 81
Grafik 4.2. YKKT'deki 26 soruya yönelik son-test S-C grafiği……... 82
Grafik 4.3. YKKT'deki 26 soruya yönelik S-C değişim grafiği……... 83
Grafik 4.4. Yıldızın kimliği soru grubuna ait S-C grafiği……. 84
Grafik 4.5. Yıldızın yapısı soru grubuna ait S-C grafiği……... 86
Grafik 4.6. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait S-C grafiği……... 88
Grafik 4.7. YKKT'deki 26 soruya yönelik ön-test S- ┌ grafiği…… 89
Grafik 4.8. YKKT'deki 26 soruya yönelik son-test S- ┌ grafiği……... 90
Grafik 4.9. YKKT'deki 26 soruya yönelik S- ┌ değişim grafiği…….. 91
Grafik 4.10. Yıldızın kimliği soru grubuna ait S- ┌ grafiği…….. 92
Grafik 4. 11 Yıldızın yapısı soru grubuna ait S- ┌ grafiği…… 93
Grafik 4. 12 Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait S- ┌ grafiği……. 95

1. GİRİŞ

Gelecekte karşılaşabileceği sorunların üstesinden gelebilecek bireylerin yetiştirilmesi, eğitimin temel hedeflerinden birisidir (Özsoy, 2007). Bu hedefin gerçekleşebilmesi için bireylere eğitim öğretim yaşamları boyunca problem çözme süreçlerinden bahsedilmeli, aynı zamanda süreç boyunca başa çıkabileceği sorumluluklar verilmelidir (Kayapınar, 2015). Çünkü bu süreci içselleştirebilen bireyler kendi kendilerine araştırabilen, sorgulayan, öğrenebilen, zihninde bilgiyi yapılandırma yetisine sahip olacaktır.

Fen sınıflarında öğrenciler problemleri belirlemeye, araştırma-sorgulama yapmaya, hipotezler üretmeye ve çözüm yolları bulmaya teşvik edilerek, onların bilimsel süreç becerilerinin ve eleştirel düşünme yeteneklerinin geliştirilmesine yardımcı olunur (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007). Burada öğrencilerden beklenen, karşılaştıkları her türlü problemin çözümünde edindikleri bu bilimsel süreç yollarını kullanmaları, alternatif yolları düşünerek, en mantıklı olan "tek doğruyu" bulmalarıdır. Bu noktadan sonra da öğrenci, sorunları düşünerek, araştırarak, sorgulayarak, inceleyerek kısacası anlamlandırarak değil, eski fikirlerin ezbere tekrarlanması yoluyla yapmaya başlar (Sayan ve Hamurcu, 2018). Bu tür bir eğitimle yetişen öğrencilerin belirli kalıplar halinde düşünen, özgür fikirlerini söylemekten çekinen, hayal etmeyi geride bırakan bireyler olarak devam ettiklerini söylemek mümkündür (Atasoy vd., 2007). Oysaki eğitimin iki önemli işlevi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi bireylerin yaratıcılıklarını arttırıp topluma katkıda bulunma düzeylerini yükseltmek diğeri ise öğrencilerin potansiyellerini en iyi şekilde geliştirmelerine katkıda bulunmaktır (Özden, 2014, s.174).

Yaratıcılık ve hayal etme yeteneklerinin fen öğrenimindeki gerekliliği kaçınılmazdır. Çünkü öğrenciler özellikle fende yer alan birçok kavramı hayal ederek ve yaratıcılıklarını kullanarak oluşturdukları zihinsel modellerle anlamlandırmaya çalışırlar. Çok eski bir tanımlama olan yaratıcılık 1981 yılında Samurçay tarafından şu şekilde ifade edilmiştir (s. 15):

> 'Yaratıcılık'a ilişkin verilmiş çeşitli tanımlara dayanarak diyebiliriz ki yaratıcı düşünce yenilik getirici, serüvenci ve keşfedicidir. Yaratıcı düşünce, basmakalıp, uylaşıma, geleneksel olandan uzaklaşır ve bilinmeyene, belirsiz olana ilgi duyar. Bilinmeyen, keşfedilmeyi bekleyen, tehlikeyi göze alabilecek, dolayısıyla serüvenci bir vaziyet alışı gerektirir.

Örneğin, öğrencilerin Ay ve Ay'ın evrelerini anlayabilmeleri için zihinlerinde işlevsel bir Ay modeli olmalıdır. Ay'ın şeklini, evreleri arasındaki değişimi hayal etmelilerdir. Bu şekilde bireylerin zihinlerinde oluşan bu model zihinsel model olarak adlandırılmaktadır.

Alan yazında yer alan çalışmalar model, modelleme, kavramsal modeller ve özellikle son zamanlarda da zihinsel modeller gibi kavramların önemini git gide artırmaktadır. Greca ve Moriera (2000) "Bu kavramları fen eğitimi araştırmalarında yeni yıldızlarına dönüştüren özel özellikleri nelerdir?" sorununun yanıtını bu terimlerin tekdüze bir şekilde kullanılmaması, aksine, belirsizliklerinin ardında anlamlarının çeşitlendirilmesinin de olduğunu belirtmiştir. Özellikle zihinsel modeller söz konusu olduğunda, bu çeşitlilik aslında onların 'zihinsel karışıklıklar' olmadıklarını düşünmemize neden olmuştur (Barquero, 1995 akt. Greca ve Moriera, 2000).

Fen eğitiminde yapılan araştırmalar kavram öğrenmede zihinsel modellerin çok etkili olduğunu göstermiştir (Atasoy vd., 2007; Coll ve Treagust, 2001; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Kurnaz, 2012; Lin ve Chiu, 2007; Shen, Tan ve Siau, 2017; Vosniadou ve Brewer, 1992; Vosniadou, 1994). Gilbert, Boulter ve Elmer (2000)'a göre, verilen bir sistemin zihinsel modelinin oluşturulması o sistemin anlaşılmasını kolaylaştırır. Somut/fiziksel referanslara vurgu yapan etkinlikler, anlamlı zihinsel modellerin geliştirilmesinde öğrencilere yardımcı olmakta (Pekdağ, 2010), öğrencilerde bilimsel olarak daha doğru anlayışların oluşturulmasında ve kavramsal değişimin gerçekleştirilmesinde de başarılı olmaktadır (Case ve Fraser, 1999). Doğru bir şekilde anlamlandırılmayan zihinsel modeller yanlış kavrayışlara ya da tam tersi daha önceden sahip olunan bir yanlış kavrama varsa, bu da uygun olmayan zihinsel model oluşumuna sebep olabilmektedir (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002). Bu anlamda zihinsel modellerin tespit edilme/ölçülme/değerlendirilme şekilleri de önemli olmaktadır.

Eğitimle ilgili yapılan araştırmalara bakıldığında, öğrencilerin bir konu ya da kavrama ilişkin algılamalarının, modellemelerinin vb. ölçülmesinde farklı boyutların ve bileşenlerin ele alındığı söylenebilir. Bu değerlendirmelerden bazıları OECD ve diğer belli başlı bazı ülkelerin katıldığı PISA (Program for International Student Assessment - Uluslararası Öğrenci Başarısını Belirleme Programı) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Başarısını Belirleme Programı) gibi uluslararası değerlendirme sınavlarıdır. Bu tür sınavlar klasik çoktan seçmeli bir testten daha fazlasını sorgulayarak öğrencilerin analiz, sentez gibi üst düzey becerilerini de kullanmasını gerektirmektedir. Ancak özellikle fen ve matematik alanlarında yapılan değerlendirmeler Türkiye'nin içinde bulunduğu durumu çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. Klasik bir fen sınıfında eğitimcilerin sıklıkla çoktan seçmeli testlere başvurması ve sadece doğru cevaplar üzerinden değerlendirmenin yapılması, öğrencileri değerlendirmede belli sınırların çizilmesine sebep olmaktadır. Oysaki iyi yapılandırılmış çoktan seçmeli bir test ile uygun analizlerin kullanılması öğrencilerin neyi ne kadar bildiğini, soruları hangi tutarlılıkla cevaplandırdıkları, zihinlerinde konu ya da kavrama ilişkin nasıl bir modelleme oluşturdukları konusunda önemli ipucu sağlayacaktır. Tekin (2004) tarafından belirtilen çoktan seçmeli iyi bir madde yazmak için dikkat edilmesi gereken özelliklerden bazıları şu şekildedir:

- Her madde, dersin hedefleriyle doğrudan ilgili bulunan önemli bir davranışı ölçmelidir.
- Madde kökünde, yoruma açık olan ya da ilgisiz/gereksiz sözcükler ve belirsizlik bulunmamalıdır.
- Madde yazarken yazım ve noktalama kurallarına uyulmalıdır.
- Ne sorulduğu açık olmayan madde yazılmamalıdır.
- Testteki her madde, başka maddelerin cevaplandırılmasında ipucu olamayacak bağımsız bir problemi içermelidir.
- Seçenekler, okuma ve algılama kolaylığı sağlaması bakımından, belli bir esasa göre sıralanabilirler.
- Gereksiz sözcük ya da sözcüklerle seçenekleri uzatmaktan kaçınılmalıdır.
- Seçenekler arasında sadece tek bir doğru ya da en doru cevap bulunmalıdır.

Bu anlamda, istenilen amaca uygun ölçme aracı oluşturmak için test geliştirme süreçlerinin dikkatli uygulanması, geçerlik ve güvenirliklerinin incelenmesi şart olmaktadır. Bu doğrultuda hazırlanacak bir ölçme aracı ile 'öğrenene sunulan sorular ve seçenekler temelinde' zihinsel modellerin tespiti mümkün olabilecektir.

Özetle, bu çalışma kapsamında yukarıda vurgulanan kavram öğrenmede zihinsel modellerin ne kadar etkili olduğunu gösteren çalışmalar dahilinde, uygun ölçme aracı oluşturularak öğrenci modellerinin belirlenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

1.1. Problem Durumu

Astronomi terimi eski Yunancadaki *astron* ve *nomos* sözcüklerinden türetilen bir kelime olup, "yıldızların yasası" anlamını taşımaktadır. Dilimizde ise "gök bilimi" olarak ifade edilmektedir. Bilinen en eski astronomik gözlemler, Mısır ve Orta Amerika'da M.Ö. 4000'li tarihler civarına kadar uzanmaktadır (Limboz, 2002). Mezopotamya'daki ilk Güneş-Ay takvimleri, Yer'in Güneş etrafında döndüğü iddiası, yıldız haritaları, ardından Kepler Kanunları ve çok sayıda gök cisminin keşfi, astronomiye hep bir merakın olduğunu, gözlemlerin yapıldığını ve araştırmaların çok eskilere dayandığını göstermektedir. Bu anlamda astronominin yeryüzünde ulaşılamayacak düzeyde özelliklere ve büyüklüğe sahip laboratuvar olduğu belirtilebilir (Tunca, 2005).

Kendi içerisinde gezegen, yıldız, uydu, gök ada vb. birçok kavramı barındıran astronomi diğer bilim dallarıyla (fizik, kimya, biyoloji, matematik, coğrafya vb.) yoğun ilişki içindedir. Özellikle gök cisimleri arasındaki mesafeler, çekim kuvveti, zaman gibi olayları/olguları açıklamada fizik; gezegenlerin, yıldızların vb. kimyasal özelliklerini açıklamada kimya; diğer gezegenlerde de canlı yaşamının olup olmadığının incelenmesinde biyoloji alanıyla yakından ilişkilidir. Bu anlamda pek çok disiplinle bağlantılı olan astronomiyi fen bilimlerinden ayrı düşünmek mümkün değildir.

Astronominin temel kavramlarından biri olan yıldız kavramı, gerek gezegenimizi aydınlatan Güneş olarak gerek geceleri gökyüzünde seyir eden titreşimli parıldamalar olarak günlük hayatta sıklıkla karşımıza çıkması ile fen eğitiminde özel bir yer

edinmektedir. Nitekim ilköğretim sınıflarından üniversite son sınıfa kadar doğrudan ya da dolaylı olarak yer verilmesi de bu konunun önemini ayrıca ortaya koymaktadır.

İlköğretim seviyesinde ilk olarak beşinci sınıf düzeyinde Güneş'in yapısı ve özellikleriyle öğretimine başlanan yıldız kavramı, yedinci sınıf düzeyinde yıldızın oluşum süreci konusuyla bir adım öteye taşınmakta (MEB, 2018), üniversite düzeyinde ise daha mikro boyutlardaki içeriğiyle anlatımına yer verilmektedir. Türkiye'deki Eğitim Fakültelerinde Fen Bilgisi Eğitimi programı öğretmen adayları 'Astronomi' dersini almaktadır. İki kredilik ders içeriği aşağıdaki tanımlanmaktadır (YÖK, 2018, s. 11):

> Astronominin anlamı, temel kavramlar, astronomide birimler; astronominin dalları, tarihsel gelişimi; astronomiye farklı medeniyetlerin katkıları, astronomide kullanılan araçlar; Güneş sistemi, geçmişten günümüze güneş sistemi modelleri, dünya, ay ve güneşin hareketleri; Keppler yasaları, zaman-takvim-mevsimler, güneş sistemi elemanları, yıldızlar, bir yıldız olarak güneş, gökyüzü koordinat sistemi, takımyıldızları, galaksiler, samanyolu galaksisi, evren ve evrenin yapısı, evrenin oluşumu ve geçmişten günümüze evren modelleri, uzay teknolojileri ve günlük yaşama yansımaları oluşturmaktadır.

Yıldız öğretimi için planlanan bu çerçeveye rağmen ilköğretimden üniversiteye kadar öğrencilerin farklı seviyelerde farklı/benzer alternatif fikirlere sahip oldukları dikkat çekmektedir (Agan, 2004; Bailey, 2006; Bektaşlı, 2014; Göncü ve Korur, 2012; Keçeci, 2012; Küçüközer, 2007; Ünsal, Güneş ve Ergin, 2001; Trumper, 2001). Nitekim öğretmen adaylarının astronomi dersinde karşı karşıya kaldıkları öğretim faaliyetlerine rağmen yıldız kavramına ilişkin bilimsel olmayan alternatif fikirlere sahip olmaları, yapılan öğretimin sorgulanmasını gerekli kılmaktadır. Çünkü bu yıldan sonra mezun olacak olan öğretmen adaylarının bilimsel hatalar içeren bilgilere sahip olmaları, öğretmen olduklarında da bu hatayı öğrencilerine aktarmalarına neden olacaktır. Taner vd. (2017) tarafından yapılan astronomi öğretmen seminerleri çalışmasında öğretmenlerin çoğunun astronomiyi diğer bilim alanları kadar ya da daha fazla değerli bulmalarına rağmen bu alana ait kavramları öğretirken öğrencilerine hatalı bilgi verdiklerini düşünmeleri veya şüpheye düştüklerini ifade etmeleri bu durumu doğrulamaktadır.

Günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmalarda, temel konu ya da astronomi adı altında olsun, yıldız kavramının öğretimine yönelik farklı stratejilerin geliştirilip etkisinin test edildiği görülmektedir (Baltacı, 2013; Çolak, 2014; Küçüközer vd., 2010; Yılmaz, 2014). Fakat burada önemli olan öğrencilere bu stratejileri uygulamadan önce onların sahip olduğu önbilgileri, zihinlerinde canlandırdıkları modelleri ve kavrama ilişkin inanışlarını ortaya çıkarmaktır. Çünkü bilimsel olarak fikir birliğine varılmış kavramların/konuların öğrencilerin zihinlerinde kalıcı olarak yer edinmesini sağlamak için yeni kazandırılacak kavramlar ile mevcut kavramlar arasında çelişki yaratacak durumların ortadan kaldırılması, bu kavramlar arasında anlamlı bir bağın kurulması gerekmektedir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003). Öğrencilerin zihinlerinde yer edinen bu bilgilerin ortaya çıkarılması elbette kolay değildir. Alanyazın incelendiğinde öğrencilerin yıldız konusunda kavramsal anlamalarına dair yapılan çalışmalarda genel olarak çoktan seçmeli testlerden yararlanıldığı (Bektaşlı, 2014; Göncü ve Korur, 2012; Kalkan vd., 2007; Küçüközer vd., 2010; Şensoy, 2012; Türkoğlu vd., 2009), ikincil olarak açık uçlu soruların kullanıldığı (Bolat ve Altınbaş, 2014; Kurnaz, 2012; Küçüközer vd., 2010) görülmektedir. Bunun yanında özellikle zihinsel model test etmeye yönelik çalışmaların sınırlı olmakla birlikte (İyibil ve Sağlam Arslan, 2010) kullanılan ölçme aracının da açık uçlu sorular tarzında olduğu söylenebilir. Belirtilen veri toplama araçlarından ön planda olan çoktan seçmeli test verilerini analiz etmede genel olarak beş yaklaşım ele alınmaktadır. Bunlar; klasik test teorisi, faktör analizi, küme analizi, madde tepki kuramı ve model analizidir (Ding ve Beichner, 2009). Bu beş yaklaşımın amaç ve temellerine göre farklılıkları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. 1. *Çoktan seçmeli test verilerini analiz etmek için beş yaklaşım*

		Amaç	**Temel Algoritma**
Klasik Test Teorisi		Maddeyi ya da testin güvenirlik ve ayırt ediciliğini değerlendirmek	Madde analizi ve test analizi yapma
Faktör Analizi	Temel Bileşenler Analizi	Değişkenlerin sayısını azaltmak	Korelasyon matrisi için özdeğer denklemlerini çözme
	Ortak Faktör Analizi	Altta yatan faktörleri keşfetmek	Düzeltilmiş korelasyon matrisi için özdeğer denklemlerini çözme
Küme Analizi		Birey ya da nesneleri gruplara göre sınıflandırmak	Öklid mesafelerini hesaplama ve birey/nesneleri birleştirme/bölme
Madde Tepki Kuramı		Madde özelliklerini ve bireylerin gizli yeteneklerini tahmin etmek	Verileri formüle etmek için lojistik fonksiyonları kullanma
Model Analizi		Farklı modelleri kullanma olasılıklarını betimlemek	Yoğunluk matrisini hesaplama ve özdeğer denklemlerini çözme

a. Klasik Test Teorisi

Toplam test puanının iki bileşenden oluştuğunu varsayan klasik test teorisi bunları gerçek puan ve rastgele hata olarak belirtir. Bu anlamda, test değerlendirmesi için madde analizi ve test analizleri gibi bir dizi istatistiksel analize öncü olur. Bu istatistikler sayesinde de bir testin güvenilir ve geçerli olup olmadığı incelenmektedir.

b. Faktör Analizi

Genel olarak faktör analizi, çok sayıda gözlemlenen değişkene sahip olunduğunda, verileri uygun şekilde açıklamak için bu değişkenleri azaltmak istenildiğinde kullanılır. Örneğin, 100 öğrenciye 30 maddelik çoktan seçmeli bir fizik testini yöneltip, 30 değişkenli bir veri setinin toplandığı varsayılsın. 30 değişkenin tamamını ayrıntılı olarak ele almak zaman alıcıdır ve verilerin çokluğu sonuçların genel resmini açık bir şekilde ortaya koymayabilir. Gözlemlenen değişkenlerdeki en fazla varyansı açıklayan az sayıda değişken, veri yorumlanmasını kolaylaştırabilir. Faktör analizinde temel bileşenler analizi değişken bir redüksiyon prosedürü iken ortak faktör analizi, gözlemlenen değişkenlerin altında yatan nedenler olarak bazı ölçülmeyen faktörleri kabul eder.

c. Küme Analizi

Kümeleme analizi, birey veya nesneleri benzerliklerine göre kümelere veya gruplara ayırmak için kullanılan çok değişkenli analiz tekniğidir. Bu anlamda küme analizi, öğrenciler/nesneler arasındaki benzerlikleri veya farklılıkları incelemek için uygun bir araçtır. Küme analizinin temel algoritması, veri setinde yer alan birimlerin birbirleriyle olan benzerlikleri ya da birbirlerine olan mesafelerine göre farklı küme içerisine atanmasıyla gerçekleştirilmektedir.

d. Madde Tepki Kuramı

Madde Tepki Kuramı modern test teorisi içerisine girmektedir. Maddenin karakteristik parametrelerini tahmin etmek ve gizli yetenekleri incelemek için Madde

Tepki Kuramı kullanılabilir. Bu kurama göre, bireylerin belirli bir alana ilişkin doğrudan gözlenemeyen yetenekleri/özellikleri ya da bu alanı sorgulayan sorulardan oluşan test maddelerine verdikleri yanıtlar arasında bir ilişki vardır ve bu ilişki matematiksel olarak açıklanabilir (Çelen, 2008).

e. Model Analizi

Model analizinin amacı, öğrencilerin aynı temel kavramları test eden ancak farklı yüzeysel özelliklere sahip olan izomorfik/eşbiçimli soruları yanıtlarken farklı modeller kullanma olasılıklarını sunmaktır. Bu analiz yaklaşımının, öğrencilerin öğrenme dinamiklerini değerlendirmek için bir fizik eğitimi araştırması (physics education research-PER) dâhilinde kullanımı başlatılmıştır. Model analizi, öğrencilerin izomorfik soruları yanıtlarken farklı zihinsel modelleri kullanma olasılıklarını incelemek için özdeğer analiz tekniklerinden ve algoritmalardan yararlanır. Model analiziyle ilgili daha detaylı açıklamalar Bölüm 2.2.1'de sunulmuştur.

Zihinsel modeller öznel değerler içermesinden dolayı bilimsel olmayıp belirlenmesi de zor olmaktadır (Kurnaz, 2011). Bu nedenle çalışmalarda genel olarak zihinsel modelleri belirlemeye yönelik açık uçlu soruların kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, İyibil ve Sağlam Arslan (2010) çalışmasında fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modellerinin tespit edilmesi amaçlamıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak dört açık uçlu sorudan oluşan bir test geliştirilerek 56 fizik öğretmen adayına uygulanmıştır. Verilerin analizinde ise betimsel analizden yararlanılarak, katılımcıların görüşlerine ilişkin alıntılara yer verilmiştir. Bu açıdan bakıldığında zihinsel modellerin belirlenme sürecinin oldukça meşakkatli ve uzun olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada ise zihinsel modelleri belirlemek için çoktan seçmeli sorulardan yararlanılmıştır. Bu soruların analizinin geleneksel yolla yapılmayıp Bao (1999) tarafından geliştirilen model analizi yönteminin kullanılması bu çalışmayı farklı kılmaktadır. Nitekim, temellendirilmiş zihinsel modellerin model analizi yöntemiyle belirlendiği çalışmanın ulusal ve uluslararası alanyazında olmadığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen ölçek ve sunulan model analizi literatürünün bundan sonra yapılacak çalışmalar için zemin oluşturacağı

düşünülmektedir. Alanyazında temel konu olarak sınırlı yer edinen ‘yıldız’ kavramına bu çalışma ile detaylı bir şekilde değinilmesi de kavramın önemliliğini ortaya koyacaktır.

İlgili alanyazından hareketle bu araştırmanın problem cümlesi fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldızlarla ilgili modellerinin model analizi yoluyla ortaya çıkarılmasıdır.

1.1.1. Alt Problemler

Araştırmanın problem durumuna çözümler üretebilmek için aşağıdaki alt problemlere cevaplar aranacaktır:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldız konusu kavram testine verdiklerin tüm yanıtların dağılımları nasıldır?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldız konusu kavram testine verdiklerin yanlış yanıtların dağılımları nasıldır?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldızın kimliğine yönelik temellendirilmiş zihinsel modelleri nedir?
4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldızın yapısına yönelik temellendirilmiş zihinsel modelleri nedir?
5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldızın yaşam döngüsüne yönelik temellendirilmiş zihinsel modelleri nedir?
6. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldıza yönelik temellendirilmiş zihinsel modelleri nedir?
7. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldızın kimliğine yönelik sınıf model durumları nedir?
8. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldızın yapısına yönelik sınıf model durumları nedir?
9. Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesinde ve sonrasında yıldızın yaşam döngüsüne yönelik sınıf model durumları nedir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarından biri olan yıldızlarla ilgili modellerini mevcut öğretim öncesinde ve sonrasında matematiksel algoritmalar -model analizi- yoluyla ortaya çıkarılmasıdır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Açık uçlu sorular, bireylerin araştırma konusunda kendi düşüncelerini özgür bir şekilde ifade etmelerine imkân tanımaktadır (Bauner ve Schoon, 1993). Benzer şekilde görüşmeler de bireylerin duygularına, düşüncelerine, deneyimlerine, tutumlarına ve inançlarına ilişkin bilgi edinmede oldukça güçlü bir yöntemdir (Briggs, 1986). Her ne kadar görüşmeler konuşma ve dinleme gibi günlük hayatta herkes tarafından kolaylıkla kullanılan becerileri gerektirse de sıradan konuşmadan oldukça farklıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Açık uçlu sorular ve görüşmeler genelde öğrencilerin algılamaları üzerinde oldukça zengin bilgi sağlamaktadır (Bao, 1999). Sınıf ortamında öğrencilerin nasıl öğrendikleri üzerinde çalışıldığı zaman kullanılan bir diğer veri toplama aracı da gözlemler olmaktadır. Gözlemler bir ortamda/kurumda oluşan davranışı detaylı olarak betimlemek amacıyla kullanılsa da (Yıldırım ve Şimşek, 2011), genellikle öğrencilerin öğrenmedeki içsel durumu dıştan gözlem yapan bir gözlemci için belirsizdir ve mevcut teknoloji ile de doğrudan ölçülemez (Bao, 1999). Fakat birçok durumda, yapılan gözlemlerle elde edilen verilerin analiziyle bunlar etkili bir şekilde ifade edilerek sonuçlar çıkarılır. Nicel yollara bakıldığında ise çoktan seçmeli testler okullarda yaygın olarak kullanılmakla birlikte, genellikle bir öğrencinin ders notunun önemli bir bölümünü oluşturur (Mavis, Cole, & Hoppe, 2001). Tipik çoktan seçmeli bir test ögesi, kök olarak adlandırılan bir sorudan ve soruya olası cevaplardan oluşan iki veya daha fazla seçenekten oluşur (DiBattista ve Kurzawa, 2011). Öğrencinin görevi, sorulan soruya en iyi yanıtı veren tek bir seçeneği seçmektir.

Eğitimciler açısında sınıfta yapılan ölçme değerlendirmelerde çoktan seçmeli testleri kullanmanın belirgin bir avantajı, özellikle öğrencilerin optik olarak taranan bir çoktan seçmeli test yanıt sayfasında yanıtlarını gösterdiğinde, derecelendirmenin

hızlı ve kolay olma eğiliminde olmasıdır (DiBattista ve Kurzawa, 2011). Benzer şekilde araştırmacılar açısında da analiz açısından kolay olmasından dolayı avantajlı ve büyük örneklemlerde yürütmek ucuzdur. Kurz (1999), çoktan seçmeli testlerin geniş bir içerik örneklemesi, güvenirliğinin yüksek olması, kolay uygulanabilmesi, farklı içerikli sınavlarda kullanılabilirliği ve objektif olarak puanlanabilmesinden dolayı hem sınıflarda hem de büyük sınavlarda (örn. YGS) kullanımının uygun görüldüğünü belirtmektedir. Bu tür veri toplama araçlarının dezavantajı ise puanların analizindeki geleneksel yolun öğrencilerin gerçek algılamaları üzerinde çok yararlı bilgiler sağlamamasıdır (Bao, 1999). Burada geleneksel olarak, öğrenci performansı testten alınan puanla ölçülmektedir. Öğrenci düşük puana sahip olduğunda, genellik ön test durumlarında (ya da bazen etkili olmayan öğretim sonrası son testte) böyle olmaktadır ve öğrencilerin çoğunluğunun soruyu nasıl yanlış cevapladığı puanlarla yansıtılamamaktadır.

Başka bir eleştiriyse, çoktan seçmeli test formatının, öğrencilerin konuyla ilgili hiçbir önemli bilgiye sahip olmadıklarında bile tahmin etmelerine olanak sağlamasıdır (Biggs, 1999). Başka bir deyişle, hem öğrenci hem de öğretmen tarafından bir nevi oyun oynama stratejilerinin kullanılmasını teşvik etmeleridir. Bu duruma birkaç öğrenci stratejisiyle örnek verecek olursak (Biggs, 1999):

- Dört alternatif bir çoktan seçmeli formatında, hiçbir zaman esprili veya jargondan arındırılmış alternatifleri seçmeyiniz.
- Eliminasyon yoluyla, yüzde 50 doğru olma şansına sahip bir ikili seçim oluşturabilirsiniz.
- Daha uzun alternatifler kötü bir seçim değildir.

Yukarıda belirtildiği üzere çoktan seçmeli testler iyi yapılandırılmadığı ve uygun durumlarda kullanılmadığında bilginin doğasıyla ilgili olarak büyük ölçüde yanıltıcı olabilmektedir. Çünkü puanlama yöntemi herhangi bir maddede yer alan önemli bir düşünceyi diğer herhangi bir seçenekle aynı değere dönüştürmektedir (Biggs, 1999). Oysaki bu durum eğitimciler için öğretim stratejileri geliştirmek açısından oldukça önemli bir ipucudur. Aslında bunu yapabilmek için öğrenme süreci ile ilgili uygun modellere, veriyi işleyebilmek için matematiksel araçlara ve gerekli bilgiyi seçip

çıkarmaya ihtiyaç vardır. Bu anlamda çoktan seçmeli testler iyi hazırlanırsa çok etkili olabileceğini söylemek mümkündür. Bunu yapabilmek için de model analizine ihtiyaç vardır.

Model analiziyle çoktan seçmeli sorular üzerinden öğrenci verilerinin sayısal analizi yapılarak zihinsel model durumlarının nicel değerlendirilmesini elde edebilmek için algoritmalar geliştirilmektedir. Bu sayede öğrenci model durumları üzerinde açık bir şekilde bilgi sağlanabilmektedir (Bao, 1999). Ayrıca bu analizin tüm cevapların dağılımının yanında yanlış cevapların dağılımı hakkında da bilgi vermesi, eğitimciler için dersi değerlendirme, öğrencilerin ders öncesi ve sonrası performanslarındaki değişimi ölçmede önemli birer ipucu olacaktır. Aynı zamanda maddelerde yer alan çeldiriciler kavram testinin işe yaradığının da bir göstergesi olacaktır. Bu özellik sayesinde öğrencilerin daha önceden zihinlerinde yer edinen bilgi durumlarının incelenmesi, öğrenenlerin bu bilgileri zihinlerinde nasıl modelliklerinin belirlenmesi adına yararlı olacaktır. Bu nedenle, öğrencilerin astronomi konularını, özellikle de günlük hayatta sıklıkla karşılaştıkları yıldız kavramını öğrenmelerine ve öğrendikleri bu bilgileri günlük hayata yansıtmalarına yardımcı olmak için, bu çalışmanın önemli olduğuna inanılmaktadır.

Öğrencilerin bu şekilde model durumlarının çoktan seçmeli sorular yoluyla belirlenmesinin yapılması bu çalışmanın temel önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca alanyazında sınırlı yer edinen yıldız konusunun ele alınarak öğretim hedeflerini belirlenmesinde yol gösterici olması bakımından da çalışmanın alanyazında önemli yer edineceği düşünülmektedir.

1.4. Varsayımlar

Çalışmanın planlama ve uygulamasında belirli varsayımlar temel alınarak, araştırma bu varsayımlar göz önünde tutularak yürütülmüştür. Gerçekleştirilen bu araştırmada;

1. Araştırmacının çalışma süresince ön yargılarından bağımsız olarak hareket ettiği,
2. Araştırma kapsamında kullanılan ölçeğin geliştirilmesinde görüşlerine başvurulan uzmanların, yansız ve samimi bir şekilde görüş bildirdiği,

3. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, veri toplama aracına birbirlerinden etkilenmeden cevap verdikleri,
4. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının veri toplama araçlarına doğru ve içten bir şekilde cevap verdikleri varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırları

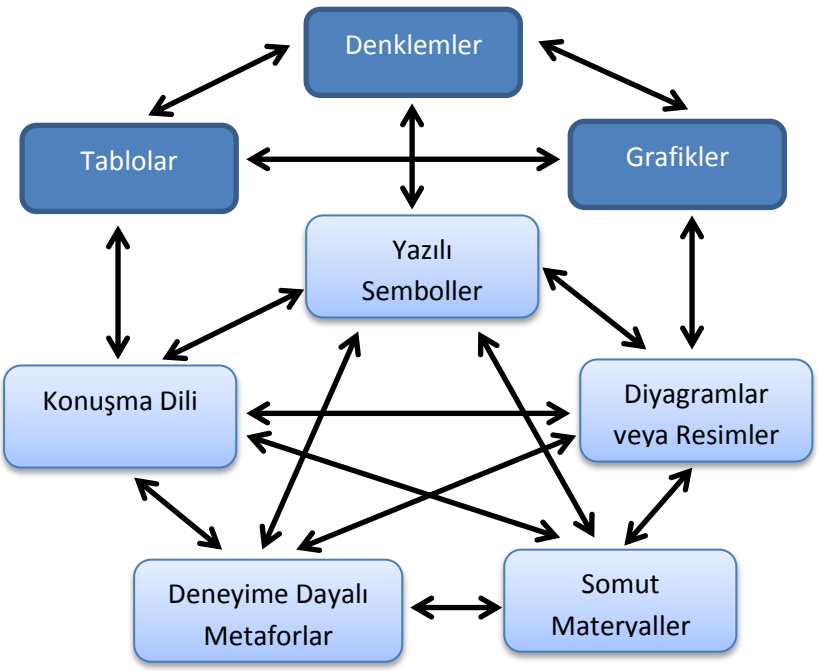
Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları söz konusu olup ayrıca uygulamada da bazı sınırlamalar yapılmıştır. Bu sınırlılıklar aşağıda belirtilmiştir:

1. Araştırmada incelenen zihinsel model Yıldız Konusu Kavram Testi'nin ölçebildiği niteliklerle sınırlıdır.
2. Araştırma, katılımcı öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarla sınırlıdır.
3. Araştırma, Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bir üniversitede öğrenim görmekte olan fen bilimleri öğretmen adaylarına uygulandığından elde edilen verilerin genellenebilirliği sadece benzer koşullara sahip öğretmen adaylarıyla sınırlandırılmıştır.
4. Araştırma, araştırmacı tarafından gerçekleştirilen analizlerle (sınıf model yoğunluk matrisleri hesaplanmasıyla) sınırlandırılmıştır.
5. Araştırma 2016-2017 öğretim yılı bahar dönemi ile sınırlandırılmıştır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Model Nedir?

Hemen hemen tüm sosyal bilim araştırmaları, toplumsal olguların basitleştirilmiş gösterimlerini oluşturarak ilerlemektedir (Gilbert & Terna, 1999). Bazen bu tasvirler tamamen sözlü olmaktadır. Burada karşılaşılan zorluk, özellikle matematik, fizik vb. alanlar için, araştırmacı ve okuyucu için ortaya konulan fikirlerin sonuçlarını kesin olarak tespit etmenin zor olmasıdır. Bu bağlamda, toplumsal dünyayı anlamanın model oluşturma sürecini içerdiği genel olarak kabul edilmektedir. Günlük hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretme süreci, diğer bir anlamda model geliştirme aktiviteleri, genellikle çeşitli temsiller arasında gidiş gelişleri içerir (Lesh ve Doerr, 2003). Bunu bir şema ile ifade edecek olursak (bkz. Şekil 2.1);



Şekil 2. 1. Farklı temsil ortamları arasında dağılım (Lesh ve Doerr, 2003)

Kavramsal sistemin anlamlarının farklı temsil ortamları arasında dağıldığı görülmektedir. Matematik ya da fen gibi alanlarda bir durumun matematiksel/fen içerikli bir modelinin oluşturulması süreci belirtilen birden fazla temsilin kullanılmasını ve birlikte yorumlanmasını gerektirebilir (Erbaş, vd., 2014). Bu

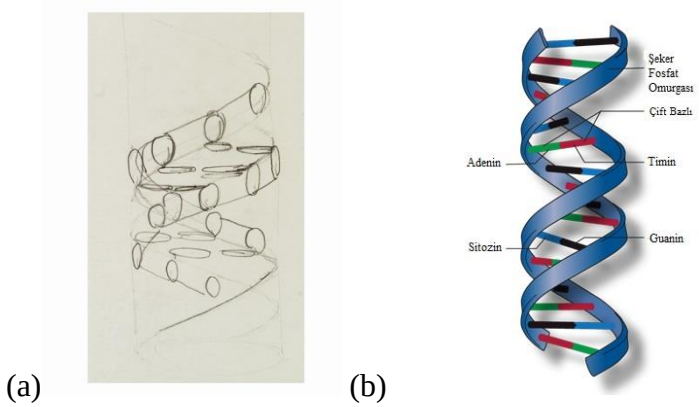
sebeple, geliştirilen bir modele gerçek hayat durumunu kapsayan tüm özellikleri aktarmak mümkün olmayacağı gibi, tek bir temsilin de bir model olarak kabul edilmesi beklenmemelidir.

Model kavramını betimlemek/ifade etmek, kavrama bir sınır çizmek açısından zor bir durum olduğundan araştırmacılar tarafından günümüze kadar benzer ya da farklı tanımlar yapılmıştır. Yapılan bu tanımlar modelin özelliklerini kapsayacak şekilde olmuş, bazıları aşağıda ifade edilmiştir:

- Modeller belirli bir amaç üzerine çalışılan bir olgunun, bir nesnenin veya fikrin basitleştirilmiş temsilidir (Gilbert vd., 2000).
- Modeller, bir yapının ve/veya özelliklerinin fiziksel bir sistem içerisindeki gösterimleridir (Hestenes, 1996).
- Bir model, başka bir sistemin bir yönünü temsil eden nesneler veya semboller sistemidir (Gilbert ve Ireton, 2003).
- Modeller, bir nesnenin nasıl inşa edildiğini ya da bir sürecin nasıl ortaya çıktığını anlamamızda bize yardımcı, bir mikroskop veya bir teleskop gibi; çıplak gözle görülemeyenleri, görülür, anlaşılır hale getiren, bilinenden bilinmeyene doğru bir atlama taşı olan yardımcı materyallerdir (Harrison, 2001).
- Modeller bir şeyin tasviridir (Kühne, 2005).
- Lesh ve Doerr'a (2003) göre model, karmaşık sistemleri/yapıları tanımlamak ya da açıklamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bir bütünüdür.
- Modeller (kavramsal modeller, zihinsel modeller vb.), bir olgu, olay veya durumun olabilecek basitleştirilmiş gösterimleridir (Örnek, 2008).
- Bilimsel bir model, doğal bir süreci tanımlayan bir dizi fikirdir (Cartier vd., 2001).
- Modeller gözlemlenebilen olguların tanımlamaları veya açıklamalarıdır (Etkina vd. 2006).

Özetle, araştırmacılar tarafından yapılan model tanımları farklı olsa da, temelde bir modelin bir hedefin gösterimi olduğu ve günlük hayatta sıklıkla kullanıldığı

anlaşılmaktadır. Konuşma sırasında, bir şey öğrenmek için, deneyimlemek için veya tahminler yapmak için kullandığımız bu modeller (Gilbert ve Ireton, 2003), aynı zamanda kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilirlikleri açısından gelişime açık ve başka modellerle birleştirilerek değişime açıktırlar (Ünal ve Ergin, 2006). Francis Crick tarafından çizilen orijinal DNA çizimi ile DNA için günümüzde kullanılan model buna örnektir (bkz. Şekil 2.2).



(a) (b)

Şekil 2. 2. DNA için Francis Crick'in orijinal resmi (a) ile günümüzdeki model (b) (URL-1,2)

Şekil 2.2'de DNA'ya ilişkin zihinde canlandırılan bir modelleme görülmektedir. Whatson ve Crick'in DNA'nın yapısı hakkındaki zihinsel gösterimler ve şüphelerine rağmen (Harrison ve Treagust, 2000), bu modellemenin ortaya çıkarılması, modelleri bilimin ayrılmaz bir parçası haline getirmiş, öğrenme ve öğretmedeki önemini göstermiştir. Bilimsel bilginin öğretimi açısından birçok fen müfredatının bilimsel olarak düşünme ve çalışmanın özünü, araştırmak, anlamak ve iletişim kurmaktan geçtiğini belirtilmektedir (Harrison ve Treagust, 2000). Duit ve Glynn (1996) model oluşturma ve yapılandırma süreci her zaman bireyin veya grubun zihinsel bir aktivitesi olduğunu belirtmektedirler.

Modeller kimi zaman simgeler, sembollerle ifade edilirken kimi zaman da simülasyonlar veya haritalarla betimlenebilmektedir. Bu anlamda düşünülen olguya ilişkin farklı modellerin ortaya atılabileceği ve bu modellerinde belirtilen olgunun farklı özelliklerini taşıyabileceği söylenebilir. Bunun bir sonucu olarak modeller

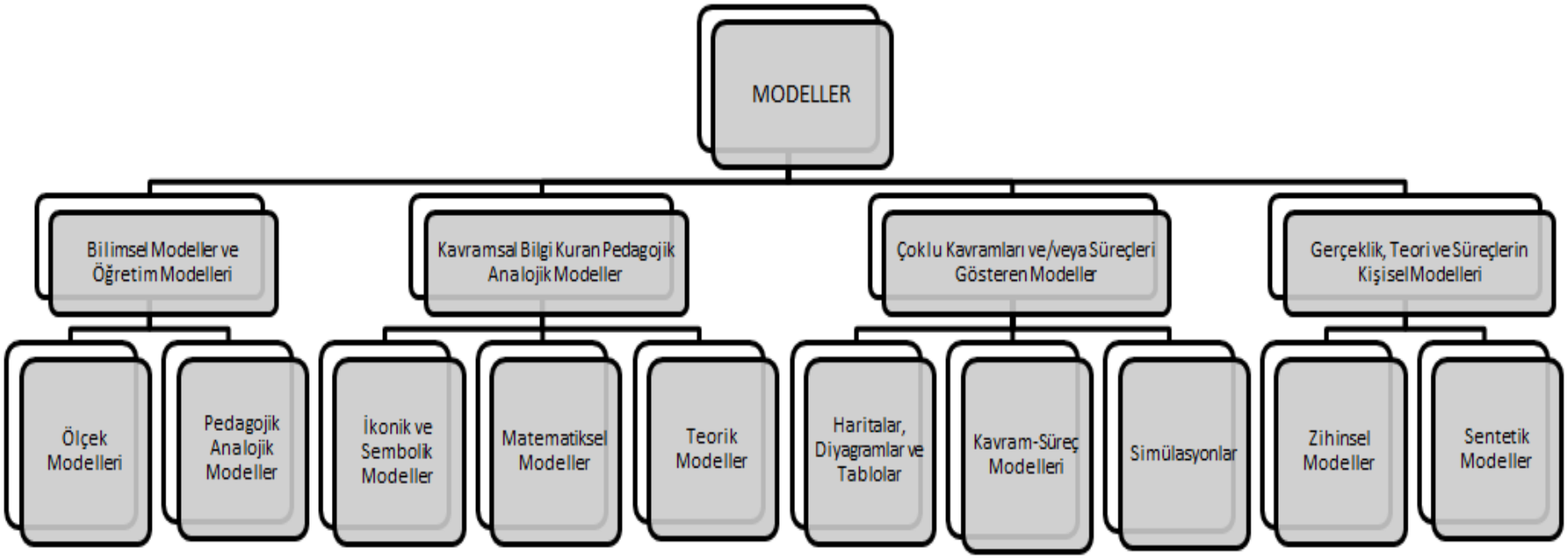
farklı araştırmacılar tarafından sınıflandırmalara uğramış ve bu sayede aradaki farklılıklara sınırlar çizilmiştir.

Örnek (2008), modelleri zihinsel modeller ve kavramsal modeller olmak üzere iki başlık altında sınıflandırmıştır. Buna göre kavramsal modeller, öğretmenler ya da bilim insanları tarafından oluşturulan ve dünyadaki durumların ya da sistemlerin ilişkilerini öğretmeyi ya da kavramayı kolaylaştıran dışsal gösterimler olarak tanımlanırken (Greca ve Moreira, 2000), zihinsel modeller, gerçek veya hayali durumların içsel temsili olarak ifade edilmiştir. İyibil ve Sağlam Arslan (2010)'ın çalışmasında da benzer sınıflandırma yapılmıştır. Norman (1983)'e göre de, zihinsel modeller öğrencilerin kişisel bilgisine atıfta bulunurken kavramsal modeller bilimsel olarak kabul edilen bilgiye atıfta bulunmaktadır.

Modellerin sınıflandırılmasında kullanılan bir başka görüşe göre ise (Philppi, 2010), modeller zihinsel modeller ve paylaşılan (expressed) modeller olmak üzere iki sınıfta toplanmaktadır. Burada belirtilen zihinsel bir model, bir süreç, durum veya başka bir olayı anlama, açıklama, iletme veya görselleştirmeye yardımcı olan bireyin zihninde oluşturduğu temsildir. Paylaşılan modeller (expressed models) ise diyagramlar, materyaller, simülasyonlar gibi dışsal temsillerdir.

Ünal ve Ergin (2006) modelleri açık (benzetme) ve örtük (içsel) olarak iki ana başlık altında toplamış, bunlardan açık modelleri Harrison ve Treagust (1998)'un çalışmasını temel alarak her biri alt dallara ayrılan "Gerçek Olayları Göstermek için Tasarlanan Somut ve Somut-Soyut Modeller [Ölçek modelleri, Eğitimsel benzetme (analojik) modelleri), İletişim Teorisine Uygun Soyut modeller (Sembolik modeller, Matematiksel modeller, Teorik modeller), Çoklu Kavramları ya da Süreçleri Tanımlayan Modeller (Haritalar, diyagram (çizenekler), tablolar, Kavram-süreç modelleri, Benzeşim (simülasyon)]" olarak; örtük modelleri ise zihinsel modelleri temel alarak açıklamıştır.

Bu çalışma kapsamında Harrison ve Treagust (2000)'un model sınıflandırması Şekil 2.3'de sunulmuş ve bu modeller aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 2. 3. Harrison ve Treagust (2000)'un model sınıflandırması

A. Bilimsel Modeller ve Öğretim Modelleri

- Ölçek modelleri: Hayvanların, bitkilerin, arabaların, teknelerin, binaların vb. nesnelerin renklerini, dış şekillerini ve yapılarını tarif etmek için kullanılırlar. Bu modeller dış özellikleri oldukça dikkatli bir şekilde yansıtmalarına karşın nadiren içyapıları, işlevleri ve kullanımları gösterirler.
- Pedagojik analojik modeller: Bu modeller öğretim ve öğrenmede kullanılan tüm analojik modelleri ve ölçek modellerini içermektedir. Bu modellere 'analojik' denilmesinin nedeni modelin hedef ile bilgiyi paylaşıyor oluşu; 'pedagojik' denilmesinin nedeni de bilim insanları ya da öğretmenler tarafından yapılan açıklamalar olmasıdır.

B. Kavramsal Bilgi Kuran Pedagojik Analojik Modeller

- İkonik ve sembolik modeller: Kimyasal tepkimelerin ya da bileşiklerin oluşumunu gösteren kimyasal formüller ve eşitlikler bu tür modellerdir.
- Matematiksel modeller: Fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri belirten matematiksel denklemler ve grafikler bu tür modellerdir.
- Teorik modeller: Bu modeller iyi temellendirilmiş teorik varlıkları açıklamak için (manyetik alan çizgilerinin analojik gösterimi gibi) insanlar tarafından oluşturulmuş yapılardır.

C. Çoklu Kavramları ve/veya Süreçleri Gösteren Modeller

- Haritalar, diyagramlar ve tablolar: Bu modeller öğrenciler tarafından kolayca görselleştirilen örnekleri, yolları ve ilişkileri temsil eden (periyodik tablo, besin zinciri, vb.) modellerdir.
- Kavram-süreç modelleri: Çoğu fen kavramı nesnelerden çok süreçlerden oluşmaktadır (kimyasal denge, redoks, vb.) ve bu da açıklayıcı bir ikilem sunar.
- Simülasyonlar: Simülasyonlar çoklu dinamik modellerin özel bir türü olup, uçakların uçuşu, küresel ısınma, nükleer reaksiyonlar gibi kompleks ve gelişmiş olayları modellerler.

D. Gerçeklik, Teori ve Süreçlerin Kişisel Modelleri

- Zihinsel modeller: Zihinsel modeller bireylerin bilişsel işlemler sırasında ürettikleri ve temsil etmesi gereken şeyin yapısını koruyan özel bir özelliğe sahip bir çeşit zihinsel, analojik gösterimdir (Vosniadou 1994, sf. 48).
- Sentetik modeller: Bu modeller öğrencilerin kendi içsel modelleriyle öğretmenlerinin bilimsel modellerini sentezleyerek geliştirdikleri alternatif kavramaları tanımlamak için kullanılan modellerdir (Vosniadou 1994).

Kısaca, fen öğretiminde modellerin önemiyle ilgili olarak yukarıda ifade edilen açıklamalar, araştırma kapsamında üzerinde durulan zihinsel modellerin yerini de belirtmektedir. Bu çalışma kapsamında temel alınan zihinsel modellere ilişkin bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

2.2. Zihinsel Model

Geçmişten günümüze bilginin nasıl elde edildiği, zihinde nasıl oluştuğu, öğrenmenin nasıl gerçekleştiği, zihinde bu bilgilerin nasıl anlamlı hale geldiği gibi sorular araştırmacılar tarafından sürekli sorgulanmıştır (Kayhan, 2010). İlk olarak 1983'te Johnson-Laird ve diğeri Genter ve Stevens tarafından zihinsel modeller üzerine iki kitap yayınlanmıştır (Greca ve Moriera, 2000). Özellikle Gentner ve Steves (1983) tarafından yayınlanan kitapta zihinsel modellere ağırlıklı olarak öğretim yaklaşımı yönünden bakılmıştır. Bu anlamda bilginin zihinde kazandığı anlam da önem taşımıştır.

Epistemoloji üzerine çalışan bilim insanları da bilgiyi yorumlarken hep zihni merkeze almışlardır. Örneğin Piaget, sahip olunan her bilginin zihinde bir şemasının olduğunu ifade etmiştir (URL-3). Bu anlamda Williams vd. (1983) zihinsel modelleri temel alarak bu modellerin bir sistemdeki/durumdaki değişimlerin etkisini açıklayabilmesinden dolayı akıl yürütmede önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Zihinsel modellerin içeriği özgündür ve bu özelliğini Greca ve Moriera (2000) şu örnekle açıklamıştır:

- Eğer “kedi çatıda” şeklinde bir cümle duyarsak, içsel temsili (zihinsel temsil) belirsizdir. Burada “kedi çatıda” cümlesinin anlamını anlamak ve aynı zamanda daha sonra ne olabileceğini tahmin edebilmek için oluşturulan zihinsel modeldeki olası somutlaştırmaları temsil etmemiz gerekir. Modelin oluşturulmasının yanı sıra, özellikle kırmızı bir teneke kutu içinde çatıda oturan bir kara kediyi hayal edersek, zihinsel modellerden farklı olarak daha görsel-mekânsal bilgi içeren bir imge inşa etmiş oluruz. Çünkü bu, gerçekliğe daha yüksek bir benzerlik yaklaşımına sahip olan içsel temsildir.

Gentner (2002), zihinsel model çalışmak için iki temel yaklaşımın olduğunu ileri sürmektedir. Bunlardan birincisi, bilgi açısından zengin alanlarındaki anlayış ve muhakemeyi destekleyen bilgi ve süreçleri karakterize etmesidir. İkinci olarak da mantıksal akıl yürütmeyi destekleyen çalışan bellek yapıları olarak zihinsel modellere odaklanılmasıdır. Bu anlamda zihinsel modellerin anlaşılabilmesi için bu modellerin ne olduğuna ve özelliklerine değinmek önem taşımaktadır. Zihinsel modellerin kullanımı oldukça geniş kapsamlı olması dolayısıyla birçok disiplin içinde yer almış ve farklı araştırmacılar tarafından farklı zihinsel model tanımlamaları da öne sürülmüştür.

Eğitim araştırmaları üzerine çalışan Vosniadou ve Brewer (1992)’e göre zihinsel modeller (ve inançlar), önceden edinilmiş bilginin yapısından doğan ve sonuç olarak yeni bilginin edinimi üzerinde etkilerini oluşturan kısıtlamalardır. Kısıtlamalar olarak hareket etmenin yanı sıra, zihinsel modeller, oluşturuldukları temel bilgi yapısı (Örneğin, ön varsayımlar ve inançlar) hakkında önemli bilgiler sağlayabilir. Psikoloji üzerine çalışan Gentner (2002)’e göre ise zihinsel model, “anlama, akıl yürütme ve tahminde bulunmayı destekleyen bazı durumların temsilidir”. Fizik eğitimcilerinden Corpuz ve Rebello (2005) zihinsel modeli “öğrencilerin belli bir fiziksel fenomeni anlama şekli” olarak ifade etmişlerdir. Norman (1983) zihinsel modeller hakkında yaptığı uzun çalışmalar sonrası birtakım gözlemlerini şu şekilde sıralamıştır:

i. Zihinsel modeller tamamlanmamıştır.
ii. Bireylerin zihinsel modellerini kullanma durumları oldukça sınırlıdır.

iii. Zihinsel model bireyin olgu/süreçlere ait inanışlarını yansıttığından bilimsel değildir.

iv. Zihinsel modeller sabit değildir.

Zihinsel modeller bir takım tipolojiler kullanılarak sınıflandırılmıştır. Tablo 2.1'de Karplus (2003)'un zihinsel model sınıflaması yer almaktadır.

Tablo 2. 1. *Karplus (2003)'un zihinsel model sınıflaması (akt. Philippi, 2010)*

Model Tipi	Tanımı	Örnek	Sınırlılıkları	Avantajları
Çalışan/Aktif modeller	İdealleştirilen fiziksel sistemler ve gerçeklerden soyutlamalar için basitleştirilmiş zihinsel görüntülerdir.	Dünya'nın küre modeli - Güneş ve gezegenler için parçacık modeli	Birçok karmaşıklığın göz ardı edildiği basitleştirilmiş veya idealleştirilmiş gösterimler olması (örn. küre modelinde yeryüzünün topoğrafyasının belirtilmemesi gibi)	Bilinmeyeni bilinir hale getirir ve eldeki sorulara odaklanmak için gereksiz bilgileri ayırarak daha kolay manipülasyona izin verir.
Analog modeller	Bir sistemi, daha tanıdık olan başka bir sistemle veya deneyimleri gerçekleştirmek için daha kolay bir sistemle ilişkilendirir.	Bir kayanın hareketsiz göle düştüğü yüzeyde oluşturulan dalgalara benzer radyo dalgalarının yayılması Bir konutta sıcak su sistemine benzeyen insan dolaşım sistemi	Analojik sistemin kısıtlamaları yanlış sonuçlara yol açabilir.	Orijinal sistemin göz ardı edilen özelliklerine dikkat çekebilir, orijinal sistemde benzer ilişkileri önerir ve orijinal sistemle ilgili tahminler analog sistemin bilinen özelliklerinden yapılabilir.
Düşünce deneyimleri (Thought Experiments/Gedanken Experiments)	Modelin zihinsel manipülasyonu, bir modelin analizinin sonuçları gibi modelin özelliklerinden çıkarılır. Genellikle hayal ürünü veya Gedanken Deneyi denir.	- Einstein'ın ışık ışınlarını takip etme - Schrödinger'in kedisi - Hırsızlık Vergisi - Hayatta kalma piyangosu - Trolley problemi	Yeni deneysel veriler olmadan yeni şeyler öğrenmek zor olmaktadır ve mümkün olduğunda gerçek bir deney yerine geçmemelidir.	Bilim insanlarının, daha sonra gözlem ile karşılaştırılabilen bir çalışma modeli, teori veya "gizem sistemi"nden çıkarımlar yapmalarını sağlar. Bir modelin geçerliliğini veya geçersizliliğini göstermek için kullanılabilirler ve genellikle bilim insanlarına dünyayı farklı bir şekilde kavramsallaştırma konusunda yardımcı olurlar.

Tablo 2.1'de görüldüğü gibi, Karplus (2003)'un zihinsel modelleri 3 tipte düşünmektedir. *Çalışan modeller* (i), bu modeller fiziksel bir sistem için oluşturulan zihinsel imgelerdir. Bu modeller idealleştirilmiş gösterimler olduğu için sistemin karmaşıklıklarının birçoğu gözden kaçırılır. *Analog modeller* (ii), alışılmadık bir sistemi, bu sistemin ince özelliklerine dikkat çekmek için daha tanıdık bir şeyle ilişkilendirmek adına kullanılan analojilerdir. *Düşünce deneyimleri* (iii), zihinsel manipülasyona dayalı modellerdir. Örneğin, Einstein, düşünce deneyimlerini ya da diğer bir adla Gekanden deneylerini izafiyet teorisini geliştirmesine ve açıklamasına yardımcı olmak için kullanmıştır. Temelde bir düşünce deneyi, bir modeli bilinen yasalar ve kısıtlamalara göre manipüle eden bir zihinsel egzersizdir.

Yukarıda da belirtildiği üzere, zihinsel modeller oldukça geniş kapsamlı olmakla birlikte çalışma kapsamında, en geniş anlamıyla,

> "… üstü kapalı, tamamlanmamış, kesin olmayan, tutarsız, çeşitli alanlardaki normatif bilgiye uymayan, fakat insanların dünya ile etkileşimleri için güçlü bir açıklayıcı, öngörücü ve güvenli bir bilgi kaynağı olmakla birlikte, insanların kendi perspektiflerinden ve dünya ile manipulatif tecrübelerinden geldiği için faydalı bir bilgi temsil çeşididir" (Greca ve Moreira, 2000) şeklinde anlamlandırılmıştır.

Bireylere ait zihinsel modelleri belirleme çalışmalarında genel olarak, bilinmesi gereken bilgilerin hatırlanmasının ve tekrarlanmasının sağlanması, verilen bilginin keşfedilmesinin sağlanması, bilginin ilgi/istek vb. durumlara bağlı olarak ortaya çıkarılmasının gibi yollara başvurulmaktadır (Ulusoy Taş, 2016). Bu tür yollara başvurarak zihinsel modellerinin neler olduğu, bunların nasıl oluştuğunu belirlemek ve anlamlandırmak oldukça güçtür (Kayhan, 2010). Çünkü zihinde gerçekleşen bu eylemler bir durum ya da bir olaya ilişkin olgular, imgeler vb. olduğu için, bunları betimlemek ve açıklamak da zor olmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar da genel olarak yazılı açıklama ve/veya çizim odaklı olmakta ve nitel analizlere başvurulmaktadır (örn. Gobert ve Pallant, 2004; Ogan Bekiroğlu, 2007). Ancak çoktan seçmeli sorularla zihinsel modellerin de belirlenmesi mümkün olmakla birlikte, bu tür bir analiz önceden temellendirilmiş (sınırları çizilmiş) bir yapıyla zihinsel model belirlemesi olacaktır. Bu anlamda öğretim ortamlarını daha verimli

hale getirmek adına, zihinsel modellerin belirlenmesi ve bunun temellendirilmiş bir yapıyla edinilebilir olması önem taşımaktadır.

2.2.1. Zihinsel Modellerin Belirlenmesi

Modeller, eğitim öğretim sürecinde öğrenciler, fen eğitimcileri ve bilim insanları için kilit rol oynamaktadır (Coll, France ve Taylor, 2005). Duit ve Glynn (1996), anlamlı öğrenmenin öğrencilerin kavramsal modellerden yola çıkarak oluşturdukları zihinsel modellere bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Zihinsel modeller bilginin bir temsilidir. Bu anlamda, bireylerin bir kavram/konu hakkındaki anlayışlarını ölçmek amacıyla zihinsel modeller kullanılabilir.

Zihinsel modelleri belirten en önemli özelliklerden birinin kişiye özgü olması diğerinin de dinamikliği olduğu söylenebilir. Bu anlamda zihinsel bir model hiçbir zaman tamamlanmış değildir, fakat yeni bilgi eklendikçe, gelişmeye ve genişlemeye devam eder. Bu, insanlar arasındaki karşılıklı konuşmada meydana gelen durumdur. Bir diyalogla ilerlediğimiz için, sahip olunan fikre sürekli yeni parçalar değişerek/gelişerek eklenir. Bu tekrarlayıcı süreç, kişinin bilgisine, becerisine ve modelin neden yapılandırıldığı sebeplerine bağlıdır (Greca & Moreira, 2000). Bu açıdan bakıldığında zihinsel model belirleme sürecinin meşakkatli olduğunu söylemek mümkündür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde (örn. Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu, 2013; Vosniadou ve Brewer, 1992), bireylerin zihinsel modellerini belirleme sürecinde genellikle açık uçlu sorulardan oluşan bir kavram testi veya mülakatlar kullanılmaktadır. Ardından bu veri toplama araçlarından elde edilen veriler betimsel analize tabi tutulmaktadır. Yani, nitel bir yol izlenerek bireylerin zihinsel modelleri ortaya çıkarılmaktadır. Bu anlamda yapılan analizlerin bireyden gelenlere göre olduğu ifade edilebilir. Bu tür çalışmalarda dikkat çekici olan durumsa, çoktan seçmeli testlere başvurulmamasıdır. Oysaki kavram üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler ışığında önceden tanımlanmış olası cevaplara göre de bir analizin yapılabileceği söylenebilir. Bu durum kişiye tanımlanmış sınırlar içerisinde sunulanlara göre ortaya çıkarılan bir zihinsel modelleme olacağından bunu temellendirilmiş zihinsel model olarak ifade etmek uygun olacaktır.

Temellendirilmiş Zihinsel Model

Ültay, Dönmez Usta ve Durmuş (2017) tarafından yapılan çalışmada, 2002-2016 yılları arasında eğitim alanında zihinsel modelle ilgili ulusal düzeyde yayınlanmış 14'ü makale, 17'si yüksek lisans tezi ve ikisi doktora tezi olmak üzere 33 çalışma betimsel olarak incelenmiştir. İncelenen çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarına bakıldığında 31 çizim, 18 mülakat, 9 test (bazı çalışmalarda ölçülmek üzere farklı bir değişken daha mevcut veya belirtilen test açık uçlu sorulardan oluşmakta) ve 3 anket kullanıldığı belirlenmiştir. Nasıl ki bir konuşma devam ederken orijinal fikirlere yeni parçalar ekleme, onu manipüle etme yapılırsa, zihinsel modeller de değişime açıktır, yeni bilgiler eklendikçe gelişmeye devam eder (Greca ve Moreira, 2000). Bu nedenle zihinsel modellerin tam olarak belirlenmesi oldukça zor bir süreç gerektirir.

Öğrencilere sorulan sorular çerçevesinden bakıldığında, sorulara öğrenciler tarafından verilecek yanıtların çok geniş bir cevaplama olasılığı içinde olduğunu söylemek mümkündür. Öğrenci tarafından verilen yanıtın kavram/konu odağı dışında olması, istenen gösterim türü dışında olması (örn. çizim istenip sözel yazılması) gibi durumlar yanıtların analiz edilmesini zorlaştırması bakımından bu tür veri toplama araçlarını dezavantaja dönüştürmektedir. Ültay vd. (2017) göre de zihinsel model belirlemede en fazla çizimlerin kullanıldığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerden zihinlerinde oluşturdukları modelleri ortaya çıkarmak elbette ki mümkündür. Ancak bu ve diğer veri toplama araçlarından elde edilen verileri analiz etmek için betimsel analiz, içerik analizi vb. gibi meşakkatli süreçlerle karşılaşılmaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar doğrultusunda ele alınan kavrama ilişkin bireylerin olası tüm yanıtlarına yer verilmesi (bilimsel fikir içerikli ve alternatif fikir içerikli) daha sonradan belirlenecek zihinsel modeller için ipucu olacaktır. Özellikle mevcut çalışma kapsamında ele alınan yıldız kavramını içeren çalışmaların konu alanları dağılımları incelendiğinde (Ezberci Çevik ve Kurnaz, 2016) çalışmaların büyük çoğunluğunun (%55,3) kavramsal anlamlandırma konusunda olduğu (Baloğlu Uğurlu, 2005; Bektaşlı, 2014; Bülbül, İyibil ve Şahin, 2013; Cin, 2007; Durukan ve

Sağlam Arslan, 2013; Göncü ve Korur, 2012; Kalkan ve Kıroğlu, 2007; Kalkan vd., 2007; Kurnaz, 2012; Küçüközer, 2007; Küçüközer vd., 2010; Oğuz vd., 2012; Sezen, 2002; Şensoy, 2012; Türkoğlu vd., 2009) belirlenmiştir. Bu tür çalışmalardan elde edilen verilerden yararlanılarak iyi geliştirilmiş (tüm olası cevapları içeren) çoktan seçmeli soruların yer aldığı bir testten/ölçekten yola çıkarak öğrenenin zihinsel modelinin ortaya çıkarılabileceği düşünülmektedir. Böyle bir veri toplama aracı geliştirmek için elbette ki geniş bir literatür taramasının yanında, mülakat, öğrenci ödevleri, vb. yollara da başvurmayı gerekmektedir. Bu anlamda, bu şekilde bir ölçme aracıyla belirlenecek zihinsel modelin öğrenene sunulan sorular ve seçenekler temelinde olacağı bir gerçektir. Diğer bir ifadeyle, bireyin edinimlerinin kendilerine sunulan seçenekler temelinde incelenmesi ve bu temel çerçevesinde zihinsel modellerin belirlenmesi söz konusudur. Bu nedenle literatüre dayalı hazırlanmış soru ve seçeneklerine göre belirlenecek zihinsel modelin **Temellendirilmiş Zihinsel Model (TZM)** olarak yeni bir isimle adlandırılması doğru olacaktır. O halde uzmanlarca geliştirilecek ölçekler yardımıyla öğrenenlerin temellendirilmiş zihinsel modelleri belirlenebilir, bu sayede öğretenler başta olmak üzere tüm paydaşlara kolaylık sağlanabilir. TZM belirleme kavramsal anlamaya odaklanan başarı testlerini kullanmaktan uzak bir süreçtir. Bunun için Bao (1999) tarafından geliştirilen model analizi metodunun kullanılabileceği düşünülmektedir. Bao tarafından geliştirilen model analizinde birey modelleyen tarafından bir obje olarak görülmekte ve buna göre anlamlandırılmaktadır. Yani bireye dışsal bir yaklaşım vardır. Ancak bireyin cevaplarını seçenekler arasından kendisinin seçtiği dikkate alınırsa, sorgulanan kavramla ilgili olarak bireyin zihnindeki bireysel anlamlandırmasını ya da en yakın anlamlandırmasını yansıttığı da ifade edilebilir. Böyle bir yaklaşımda içsel bir yaklaşım olacaktır ve buradan hareketle Bao tarafından önerilen analiz yaklaşımıyla temellendirilmiş zihinsel modellerin belirlenebileceğine inanılmaktadır.

Bao'nun testlerindeki öğrenci verilerinden elde edilen deneyime göre, hazırlanacak testlerde yer alan soruların seçenekleri öğrenci modelini yansıtacak şekilde olmalıdır. Eğer çoktan seçmeli bir sorunun seçeneklerinden biri birden fazla öğrenci modeliyle ilişkili olursa, bu soru model analizinde kullanılamaz. Burada temel olan şey, hazırlanacak sorularda öğrencilerin doğru seçeneği bulabilecekleri bir soru yazmak değildir. Yapılması gereken seçeneklerin birinin doğru seçeneği içermesi ve

diğerlerinin de olası bir modelle ilişkilendirilmesidir. Bu şekilde hazırlanacak bir ölçekle öğrenci yanlışlarının da anlamlı analizi yapılabilecektir. Çünkü çoktan seçmeli soru hazırlanmasında doğru seçeneğin dışındaki seçeneklerin hazırlanmasına yeterince odaklanılmayabilmektedir. Bu da yanlışların analizini mümkün kılmamaktadır. Burada ise yanlış seçeneklerle doğru seçeneğin birlikte analiz edilmesi bize, hazırlanan ölçeğinin sınırlarında bir modelleme imkânı vermektedir.

2.3. Model Analizi

Model analizi, çoktan seçmeli sorular üzerinden öğrenci verilerinin sayısal analizi yapılarak zihinsel model durumlarının nicel değerlendirilmesini elde edebilmek için algoritmalar geliştiren, bu sayede öğrenci model durumları üzerinde açık bir şekilde bilgi sağlanmasına olanak tanıyan bir metottur (Bao, 1999). Model analizi yapmak için ilk adım her zaman öğrencilerin incelenecek kavram hakkındaki zorlukları üzerine sistematik ve detaylı bir araştırma yapmaktır. Bu araştırmalarda, literatür incelemesiyle birlikte, genelde öğrencilerin ele alınan kavramla ilgili genel algılamalarını/kavramalarını araştırmak için açık uçlu kavramsal sorular verilir ve kavramsal anlamaları hakkında daha derinlemesine bilgi sağlamak için görüşmeler yapılır. Bu detaylı çalışmalara bağlı olarak model setleri tanımlanmaktadır. Bu işlemlerin ardından çoktan seçmeli test hazırlanmalıdır.

Çoktan seçmeli testler kullanılarak öğrenci modellerinin nicel değerlendirmesini yapabilmek için iki algoritmadan yararlanılmaktadır. Bunlar:

I. Yoğunlaşma faktörü ve
II. Model tahminidir.

Birinci algoritma olan 'yoğunlaşma faktörü' muhtemel öğrenci model durumlarının nicel değerlendirmesinde kullanılır. İkinci algoritma olan 'model tahmini'ndeyse bireysel öğrenci cevaplarında gerçek öğrenci modellerinin nicel tahminleri yapılır ve model yoğunluk matrisi olarak saklanır. Bu model yoğunluk matrislerin oluşturulmasında kullanılan dataların bireylerden geldiği, diğer bir ifadeyle bireyin incelenen konuyla ilgili anlamlandırmasını yansıttığı, gerçeği dikkat alındığında bu bilgilerden yola çıkılarak bireylerin zihinsel modellerini tanımlamak da mümkündür. Yani, anlamlandırma analiz edenden analiz edilene yerine analiz edilenden analiz

edene doğru olacak şekilde tanımlandığında sayısal analizlerden yola çıkarak öğrenci zihinsel model durumları üzerinde de durulabilir. Yukarıda açıklandığı şekilde dataların yapılandırılmış çok seçmeli testlerle elde edilmesi nedeniyle de bu zihinsel modeller temellendirilmiş zihinsel modeller olarak tanımlanmalıdır.

Aşağıda bu iki algoritma, yoğunlaşma faktörü ve model tahmini, ayrı ayrı tanıtılmıştır.

2.3.1. Model Analiz Algoritmaları I: Yoğunlaşma Faktörü

Öğrenci cevaplarının dağılımı hakkında bilgi veren analiz faktörü "yoğunlaşma faktörü" olarak isimlendirilmektedir (Bao, 1999). Bu yaklaşımda, önemli olan parametrelerden biri puanlar (skor-S) diğeri yoğunlaşma faktörüdür (C). Yoğunlaşma puanı S, öğrencilerin çoktan seçmeli sorularını her birine verdikleri doğru yanıtın sayısının oranıdır ve 0-1 arasında bir değer alır. Formülü aşağıda yer almaktadır (n_c: bir maddeyi doğru cevaplarının sayısı, N: toplam öğrenci cevabının sayısı).

$$S = \frac{n_c}{\mathrm{N}}$$

Yoğunlaşma faktörü olarak tanımlanan C [0-1] arasında değer almaktadır. Değerin sıfır olması düşük yoğunlaşmayı, bir olması yüksek yoğunlaşmayı göstermektedir. Bu bağlamda değerin yükselmesi yoğunlaşmanın daha çok olduğu cevaplar anlamına gelmektedir. Örneğin, beş seçenekli bir testin 50 öğrenciye uygulandığını düşünelim. Eğer bir sorudaki seçenekler 10, 10, 10, 10, 10 olacak şekilde eşit dağıldıysa C'nin değeri sıfır olacaktır. Eğer seçeneklere 50, 0, 0, 0, 0 şeklinde dağılım varsa C'nin değeri bu sefer 1'e eşit olacaktır. Diğer tüm tiplerde (örn. 12, 20, 5, 5, 8) C'nin değeri sıfır ile bir arasında değişecektir. C'nin formülü aşağıda görülmektedir.

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \times \left(r_0 - \frac{1}{\sqrt{m}}\right) = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \times \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} n_i^2}{N}} - \frac{1}{\sqrt{m}}\right)$$

Formülde C yoğunlaşma faktörünü, m seçenek sayısını, r toplam cevap vektörünü, n_i i seçeneğini seçen toplam öğrenci sayısını ve N toplam öğrenci cevabını temsil

etmektedir. Yukarıdaki formülde tüm n_i ler eşit olduğu zaman C'nin değerinin sıfıra ve herhangi bir n_i, N'ye eşit olduğu zamanda C'nin değerinin bire eşit olacağı anlaşılmaktadır. Diğer tüm durumlar da C'nin değeri [0-1] arasında olacaktır.

Yoğunlaşma faktörünün farklı kullanım yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan biri cevapların sınıflandırılması, ikincisi de verilerin grafiksel gösterimidir.

2.3.1.1. *Cevapların Sınıflandırılması*

Cevapların sınıflandırılmasında, cevap desenlerini ortaya çıkarmak için öğrenci cevaplarından elde edilen puanlarla/skorlarla yoğunlaşma faktörünü (C) bir araya getirmek amaçlanır. Bu sayede öğrenci performansının ölçümü sağlanırken aynı zamanda da öğrencilerin alternatif fikre sahip olup olmadıkları da incelenmektedir. Bunu yapmak için iki tipteki (S ve C) kodlar kullanılmaktadır. İki tipli kodların eşleştirilmesiyle elde edilen 3-seviyeli kodlama şeması Tablo 2.2'de yer almaktadır (Bao, 1999).

Tablo 2. 2. *Puan ve yoğunlaşma faktörü için üç-seviyeli kodlama*

Puan (S)	Seviye	C	Seviye
0~0,4	D	0~0,2	D
0,4~0,7	O	0,2~0,5	O
0,7~1,0	Y	0,5~1,0	Y

*D: Düşük, O: Orta, Y: Yüksek

Tablo 2.2'de görüldüğü üzere, analizde düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç seviye yer almaktadır. Bu kodlama seviyelerinden elde edilen desenlerin anlamları aşağıda Tablo 2.3'te belirtilmiştir.

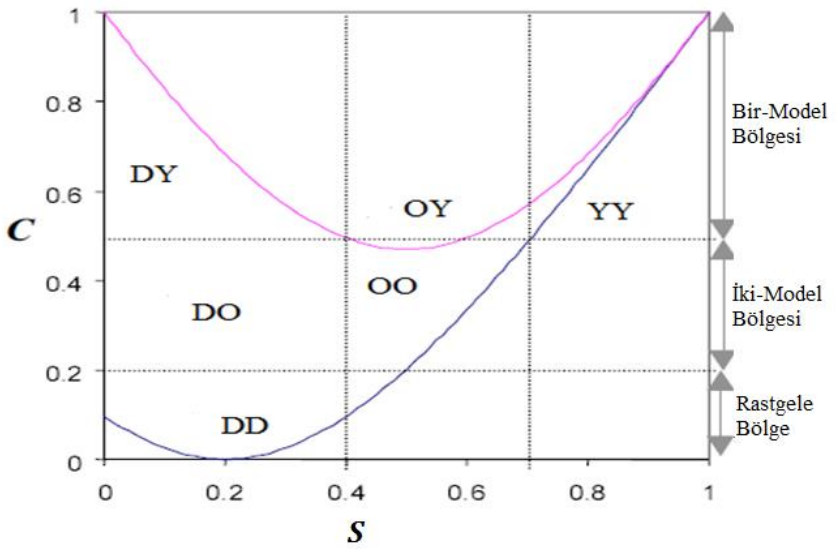
Tablo 2.3. ***İki seviyeli kodlamayla yanıtların desenlenmesi (Bao, 2006)***

	Desen	Anlamı
1	**DD**	Öğrencilerin cevapları genellikle rastgele tahminlerin bir sonucu gibidir.
2	**DY**	Öğrenciler çoğunluğu aynı çeldiriciyi seçmiştir. (Bir baskın yanlış model mevcut)
	YY	Öğrenciler kavrama ilişkin iyi sonuç göstermişlerdir. (Bir doğru model mevcut)
3	**DO**	Cevaplar iki seçenek üzerinde yoğunlaşmış ve ikisi de yanlış cevaptır. (İki olası yanlış model mevcut)
	OY	Mümkün bir baskın model vardır. (Popüler olmayan iki model mevcut)
	OO	Cevaplar iki seçenek üzerinde yoğunlaşmış, ikisinden biri doğru cevaptır. (İki popüler model mevcut)
	OD	Popüler olmayan iki model mevcut.

Tablo 2.3'te belirtilen kategorilerden 1 olarak ifade edilen null (boş) modeli, 2 olarak ifade edilenler tek bir modelin olduğu durumları, 3 olarak ifade edilenler de mevcut iki model durumunun olduğunu belirtmektedir. Bu çalışma kapsamında kullanılan kavram testinde de sorular bir doğru cevap ve diğer seçeneklerde çeldiriciler ve null durum yer alacak şekilde düzenlenmiştir. Tablo 2.3'den de anlaşılacağı üzere, eğer öğrenci testten düşük puan aldıysa yanıtları ya eşit olarak farklı çeldiriciler arasında dağılmış ya da çeldiricilerin bir veya ikisinde yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda elde edilen puanlarla C'nin birleştirilmesi öğrenci performansları üzerine etkili bilgiler sağlamaktadır.

2.3.1.2. *Verilerin Grafiksel Gösterimi*

Öğrenci puanları ve C faktörü kullanılarak cevaplar ve onların yanıtlanma desenleri iki boyutlu grafikle de gösterilebilmektedir. S-C (Score-Concentration factor) grafiğinde, puanlar yatay eksende yoğunlaşma ise dikey eksende olacak şekilde düzenlenir. Ardından her bir sorunun cevabı nokta şeklinde grafikte gösterilir. Yani her bir nokta, tüm öğrencilerden gelen bir soru üzerindeki ortalama sonucu vermektedir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken nokta, puanlarla yoğunlaşma arasındaki ilişkinin oluşturduğu sınırlılıktan dolayı veri noktalarının S-C grafiğinde tüm bölgelere düşmeyeceğidir. Bölgenin izin verdiği üç seviyeli niceleme şeması aşağıda sunulmuştur.



Grafik 2.1. S-C alanında izin verilen bölgeler

Grafik 2.1'de görüldüğü üzere yoğunlaşmalar 3 model tipiyle ilişkilidir:

a. Rastgele Bölge: hiçbir baskın model
b. İki-Model Bölgesi: mümkün iki popüler model
c. Bir-Model Bölgesi: mümkün bir baskın model

2.3.1.3. *Yanlış Cevapların Yoğunlaşması*

S-C alanı öğrenci cevaplarının tüm yoğunlaşmasını göstermektedir. Daha önce belirtilen sınırlamalardan dolayı, S-C alanındaki veri noktaları güçlü çekicide kısıtlanır. Yani puan tamamen yoğunlaşmanın sınırına bağlıdır. Sınır içerisindeki C'nin varyasyonu yanlış öğrenci cevaplarının dağılımından saptanır. Bu nedenle, yanlış cevapların dağılımının detayı bilinmek istenirse, puanlar tarafından mutlak uzaklığın kaldırılması gerekmektedir. Bunu yapmak için yanlış cevaplar için yoğunlaşmanın hesaplanması gerekmektedir. Bu da yoğunluk sapması olarak isimlendirilir ve Γ ile gösterilir. Γ'nin formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\Gamma = \frac{\sqrt{m-1}}{\sqrt{m-1}-1} \times \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} n_i^2 - S^2}}{(N-S)} - \frac{1}{\sqrt{m-1}} \right)$$

Formülde m seçenek sayısını, n_i i seçeneğini seçen toplam öğrenci sayısını, N toplam öğrenci cevabını, S puanları/skorları temsil etmektedir. Γ ve S birbirinden bağımsızdır ve Γ [0-1] arasında herhangi bir değere (0~0,2 Düşük; 0,2~0,4 Orta, 0,4~1,0 Yüksek Γ anlamlarına gelmektedir.) sahip olabilmektedir. Buna bağlı olarak yanlış cevapların detayları için de S-Γ grafiği düzenlenebilmektedir. Bu durumda eksenlerde iki bağımlı değişken olduğundan, bölgelerde herhangi bir sınır da olamayacaktır. Γ sadece yanlış cevaplarla ilişkili olduğundan dolayı birçok durumda yanlış cevaplardan biri üzerinde sadece bir yoğunlaşma zirvesi olur. Γ puana bağlı olmasından dolayı avantaja sahip olsa da, yanlış cevaplar üzerinden doğrudan bilgi de sağlamaktadır. Bu nedenle, öğrenci cevaplarını doğru bir şekilde modelleyebilmek için hem C hem de Γ'nin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Genel olarak bakıldığında, yoğunlaşma faktörü öğrencilerin performansını ve modelleme durumlarını değerlendirmek için iyi bir araçtır. Bu çalışma kapsamında da öğretmen adaylarının yıldız konusundaki modelleme durumlarının genel bir değerlendirmesini yapmak, dahası öğrenci performansını sadece testten alınan puanlara dayalı olarak değil, yanlış soruları da göz önünde bulundurarak analiz etmek için yoğunlaşma faktörü kullanılmıştır.

2.3.2. Model Analiz Algoritmaları II: Model Tahmini

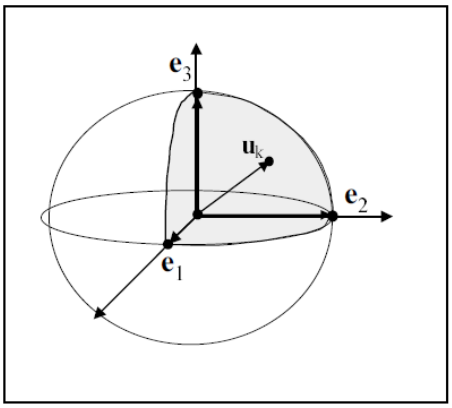
Öğrencilerin zihinsel model durumları doğrudan ölçülememektedir. Bu başlık altında sunulan analizde amaç, çoktan seçmeli sorular üzerinden öğrenci verilerinin sayısal analizini yaparak zihinsel model durumlarının nicel değerlendirmesini elde edebilmek için algoritma geliştirmektir. Bunu yapabilmek içinse öğrencilerin genel davranışlarını anlamak önemlidir. Yapılan birçok araştırmada (Kurnaz, 2012; Kurnaz ve Değermenci, 2012; Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994) ilkel model, sentez model ve bilimsel model olmak üzere üç farklı modelden bahsedildiği görülmektedir. Bao (1999)'ya göre de bir fiziksel kavram için bir öğrencinin üç durumdan birine sahip olabilmektedir. Bunlar, baskın model (doğru ya da yanlış olması önemli olmaksızın aynı kavram üzerindeki farklı sorularda süreklilik gösteriliyorsa), karma model (tutarsız bir şekilde doğru ve yanlış içeren sorulardan dolayı birden çok model kullanılıyorsa) ya da model yok (öğrencileri rastgele cevap vermeye yönlendiren durumlarda) durumudur. Genelde sınıf içerisindeki ortalama bir öğrenci farklı modellerin tutarsız bir şekilde kullanıldığı karma model içinde bulunur.

Bao (1999) tarafından geliştirilen modelin gelişimi ağırlıklı olarak öğrenci modellerini algılamamıza bağlı olduğundan ve sonuçlar da öğrenci model durumları üzerinde açık bir şekilde bilgi sağladığından, bu araç model analizi olarak adlandırılmaktadır. Analizin bu aşamasında da farklı sorular arasındaki ilişki çalışılarak, bu cevapları oluşturan öğrenci modelleri üzerinde faydalı bilgiler elde edilebilmekte ve geleneksel analiz metotlarıyla ulaşılamayan bilgiler irdelenebilmektedir.

Model tahmini aşamasında ilk olarak fiziksel model setleri tanımlanır. Her bir model seti genelde bir doğru model, bir yanlış model ve bir null modelden oluşmaktadır.

- Model 1: Doğru uzman model
- Model 2: Hatalı öğrenci modeli
- Model 3: Null model

Hazırlanan bir madde için mevcut seçenekler; bir veya daha fazla seçenek yanlış anlama durumuna veya null model durumuna karşılık gelirken, sadece bir seçeneğin uzman durumuna karşılık gelmesi şeklindedir. Verilen bir soru için, öğrenci tarafından verilen cevap bize bir uzman ya da acemi gibi davranıp davranmadığını ya da hemen hemen hiçbir fikrinin olmadığını anlatır. Bu anlamda model 1 olarak belirtilenin her zaman doğru cevap, model 2'nin alternatif fikir içeren cevap/cevaplar ve model 3'ün de ilgisiz/alakasız fikirlerden oluşan cevaplar olacağı görülmektedir. Belirtilen bu modeller üç dikey vektörle gösterilmektedir. Bunlar e1, e2 ve e3'tür. Kolaylık olması için aşağıdaki şekilde model alanının üç boyutlu grafiksel gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2. 4. 3D model alanı

Şekil 2.4 incelendiğinde, bir birim kürenin yüzeyindeki bir noktaya orijinden çizilen vektör (e_1, e_2, e_3), bir öğrenci veya sınıfın sırasıyla e_1^2, e_2^2, e_3^2 olasılıkları olan Model 1, Model 2 ve Model 3 olarak belirtilen modeli uygulayacağı şekilde durumu tanımlamaktadır.

Öğrenci modelleri iki yolla analiz edilebilir. Bunlarda birincisi, tek bir öğrencinin model durumunu belirlemek için bireysel öğrencileri modellemek; ikincisiyse sınıfın model durumunu belirlemek için tüm sınıfı modellemek. Bu çalışma kapsamında

bireysel öğrencilere ait TZM'lere ve sınıf model durumunun analizine odaklanılmıştır. Aşağıda süreç içerisinde en fazla kullanılan değişkenler ve simgeler ile açıklamalarına yer verilmiştir.

Tablo 2.4. *Değişkenlerin ve simgelerin tanımlanması (Bao, 1999)*

k	•Öğrencileri belirtir simge
N	•Toplam öğrenci sayısı
m	•Bir kavram grubundaki toplam soru sayısı
w	•Bir kavram grubundaki toplam fiziksel model sayısı
η, μ	•Farklı fiziksel modelleri ve öğrenci sınıf model durumlarını belirten simgeler
D	•Sınıf model yoğunluk matrisi
D_k	•k. öğrencisi için öğrenci model yoğunluk matrisi
V	•D'nin özvektör matrisi
v_μ	•D'nin μ^{th} özvektörü
σ_μ^2	•D'nin μ^{th} özvektörüne uyan özdeğer
u_k	•Öğrenci yanıtlarından elde edilen k^{th} öğrencinin model vektörü
r_k	•k. öğrenci model cevap vektörü

2.3.2.1. *Öğrenci Model Yoğunluk Matrisi*

Model yoğunluk matrisi bireysel öğrenci modelleri hakkında önemli bilgileri saklamaktadır. Sınıf model yoğunluk matrisi *D* ile gösterilmektedir (bkz. Tablo 2.4.). Bu matris, farklı fiziksel modeller bakımından bireysel öğrenci cevapları üzerindeki yapısal bilgiyi tutmaktadır. Sınıf model yoğunluk matrisini elde etmek için ilk yapılması gereken bireysel öğrenci model durumlarını belirlemektir.

Bunun için her bir soruya ilişkin her bir öğrencinin yanıtlarının fiziksel model alanındaki temel vektörler tarafından (e1, e2 ve e3) modellenmesi gerekmektedir. Yani, her bir soru için her bir öğrencinin cevabı, fiziksel model alanındaki temel vektörlerden biri tarafından (e1, e2 ve e3) modellenebilir. Örneğin, eğer bir öğrenci beş soruya sırayla Model 2, Model 1, Model 2, Model 1 ve Model 3 "a", "c", "d", "b" ve "b" şeklinde cevap vermişse, bu beş cevap vektörlere $(010)^T$, $(100)^T$, $(010)^T$, $(100)^T$, ve $(001)^T$ olarak sırasıyla çevrilir. Beş vektör daha sonra öğrenci için tüm model cevap vektörünü elde etmek için özetlenir, bu durumda $(221)^T$ bulunur. k^{th}

öğrencisinin model yanıt vektörü r_k olarak tanımlanır. Bir sınıfta toplam N sayıda öğrenci olduğunu varsayarsak, r_k aşağıdaki şekilde belirtilir.

$$r_k = \begin{pmatrix} n_{1k} \\ n_{2k} \\ n_{3k} \end{pmatrix} \qquad \text{k= 1, 2, ….., N}$$

Buradan yola çıkarak öğrenci model vektörü olan u_k aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$u_k = \begin{pmatrix} u_{1k} \\ u_{2k} \\ u_{3k} \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{m}} \begin{pmatrix} \sqrt{n_{1k}} \\ \sqrt{n_{2k}} \\ \sqrt{n_{3k}} \end{pmatrix}$$

Yukarıda belirtilen formülde u_k olasılığın genişliğini belirtmektedir. Bu şekilde aşağıda belirtilen formülle k^{th} (k.) öğrencisinin tek bir öğrenci model yoğunluk matrisi oluşturulabilmektedir.

$$D_k = \frac{1}{m} \begin{bmatrix} n_{1k} & \sqrt{n_{1k}n_{2k}} & \sqrt{n_{1k}n_{3k}} \\ \sqrt{n_{2k}n_{1k}} & n_{2k} & \sqrt{n_{2k}n_{3k}} \\ \sqrt{n_{3k}n_{1k}} & \sqrt{n_{3k}n_{2k}} & n_{3k} \end{bmatrix}$$

Burada belirtilen matrisler farklı formlarda olabilmektedir. Bir kare matriste asal köşegen üzerindeki elemanların dışında kalan tüm elemanlar sıfır ise bu matrise diyagonal matris denilmektedir. Mevcut çalışma kapsamında D_k matrisinden yola çıkarak öğrencilerin TZM'leri aşağıda belirtilen sınıflandırmalara göre incelenmiştir (Bao, 1999).

a. Tutarlı-Bilimsel Baskın Model: Aynı kavram üzerindeki farklı sorularda süreklilik gösterildiğinde kullanılır. Diyagonal elemanlardan birincisi (a_{11}) diğer diyagonal elemanlardan daha büyük olacak ve diyagonal olmayan elemanlar neredeyse sıfır olacaktır.
b. Tutarlı-Bilimsel Olmayan Baskın Model: Aynı kavram üzerindeki farklı sorularda süreklilik gösterildiğinde kullanılır. Diyagonal elemanlardan

ikincisi (a_{22}) diğer diyagonal elemanlardan daha büyük olacak ve diyagonal olmayan elemanlar neredeyse sıfır olacaktır.

c. Sıfır Model (Rastgele Cevaplar): Öğrencileri rastgele cevap vermeye yönlendiren durumlarda kullanılır. Diyagonal elemanlardan üçüncüsü (a_{33}) diğer diyagonal elemanlardan daha büyük olacak ve diyagonal olmayan elemanlar neredeyse sıfir olacaktır.
d. Tutarsız Karma Model: Öğrencilerin tutarsız bir şekilde birden çok model kullanması durumunda (örn; aynı kavram üzerindeki farklı sorularda bilimsel ve bilimsel olmayan modellerin kullanılması) oluşur. Diyagonal olmayan elemanlar nispeten sıfırdan büyük olacaktır.

2.3.2.2. *Sınıf Model Yoğunluk Matrisi*

Sınıf yoğunluk matrisi daha önceden de belirtildiği gibi sınıftaki öğrenciler tarafından kullanılan modellerin özelliklerini yansıtmaktadır. Sınıf model yoğunluk matrisinin hesaplanması aşağıda belirtilmiştir.

$$D = \left(\frac{1}{N}\right)\sum_{k=1}^{N} D_k$$

$$D_k = \frac{1}{m}\begin{bmatrix} n_{1k} & \sqrt{n_{1k}n_{2k}} & \sqrt{n_{1k}n_{3k}} \\ \sqrt{n_{2k}n_{1k}} & n_{2k} & \sqrt{n_{2k}n_{3k}} \\ \sqrt{n_{3k}n_{1k}} & \sqrt{n_{3k}n_{2k}} & n_{3k} \end{bmatrix}$$

Sınıf model yoğunluk matrisinin bu formülünden anlaşılmaktadır ki, yoğunluk matrisinin çapraz elementleri fiziksel modellerin her birine uygun öğrenci model tabanlı yanıtların sayısına eşittir.

Sınıf yoğunluk matrisinin bize ne anlattığını anlamak için, bir sınıfa ait üç tipik model koşulu ele alınmaktadır (Vadnere ve Joshi, 2009):

a. Tutarlı Bir Model Durumu

Sınıftaki hemen hemen bütün öğrenciler aynı fiziksel modeli (doğru olanı kullanmak şart değil) kullanır ve bunu kullanmada sürekli tutarlı olduklarında, bu durum tutarlı bir/tek model olarak adlandırılır.

b. Tutarlı Karma Model Durumu

Sınıftaki öğrenciler birkaç farklı fiziksel modele sahiptir, ancak her öğrencinin tek bir fiziksel modeli vardır ve bu konuda tutarlıdır. Farz edelim ki, 100 öğrenciden oluşan bir sınıfta, 70 öğrenci sorulan tüm sorular için Model 1 durumunu gösteren cevaplar verirken, 25 öğrenci Model 2 durumunda sorulara cevap verip, 5 öğrenci de Model 3 durumuna göre tüm soruları yanıtlıyorsa bu durum tutarlı karma modeli belirtir.

c. Tutarsız Karma Model Durumu

Sınıftaki öğrenciler farklı fiziksel modellere sahip ve bu modelleri kullanırken tutarlı değillerse bu durum tutarsız karma model durumunu gösterir.

Belirtilen model durumlarına örnekler aşağıda sunulmuştur.

Tutarlı Bir Model Durumu	Tutarlı Karma Model Durumu	Tutarsız Karma Model Durumu
(a)	(b)	(c)
$D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$D = \frac{1}{100}\begin{bmatrix} 60 & 0 & 0 \\ 0 & 30 & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}6 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}3 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}1 \end{bmatrix}$	$D = \begin{bmatrix} 0{,}60 & 0{,}27 & 0{,}21 \\ 0{,}27 & 0{,}30 & 0{,}14 \\ 0{,}21 & 0{,}14 & 0{,}10 \end{bmatrix}$

Burada belirtilen matrislerin farklı formlarda olduğu görülmektedir. Bir kare matriste asal köşegen üzerindeki elemanların dışında kalan tüm elemanlar sıfır ise bu matrise diyagonal matris denilmektedir. Öğrencilerin çoğunun tutarlı bir model lehine olması durumunda, diyagonal elemanlardan biri diğer diyagonal elemanlardan daha büyük olacak ve diyagonal olmayanlar neredeyse sıfır olacaktır (a durumu). Eğer bireysel öğrenciler modellerini kullanmaya devam ederse ancak farklı öğrenciler farklı modellere sahiplerse, diyagonal olmayan elemanlar hala sıfır olacaktır (b durumu). Önemli sayıda öğrenci modellerini kullanmada tutarsızsa, diyagonal olmayan

elemanlar nispeten sıfırdan büyük olacaktır (c durumu). Bu bağlamda diyagonal elemanlar, öğrencilerin farklı fiziksel modelleri kullanma olasılığının dağılımını verirken; diyagonal olmayan elemanlar, öğrencilerin kendi modellerini kullanma tutarlılığını göstermektedir (Bao, 1999).

2.4. Fen Eğitiminde Astronomi

Günümüz dünyasında çağın gerektirdiği bilgi seviyesine sahip, nitelikli insan gücünü oluşturmak için fen eğitimi birincil anlamda önemli olmaktadır. Ülkemizde ve dünyadaki fen eğitimiyle ilgili alanyazın incelendiğinde, özellikle hazırlanan programlarda (AAAS, 1993; MEB, 2005, 2013, 2018; NRC, 1996), bilimin nasıl yapıldığının öğretilmesinin ve öğrenilmesinin önemi vurgulanmaktadır. ABD Ulusal Fen Eğitimi Stantları (NRC, 1996) bilim (fen) okuryazarı bireyin özelliklerini '*günlük yaşamdaki sorunları çözmek için bilim ve teknolojiyi kullanabilme becerisini kullanabilen, karar verme yeteneğine sahip, fikirleri ve olayları kanıtlar sunarak açıklayabilen, sorgulayabilen, yaratıcı düşünebilen ve mantıksal çıkarımlar yapabilen bireyler*' olarak tanımlamaktadır. Ülkemizde yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda da 'öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek' hedeflenmiş, bu bakış açısıyla Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın temel amaçları şu şekilde belirtilmiştir (MEB, 2018):

1. Astronomi, Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer ve Çevre Bilimleri ile Fen ve Mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,
2. Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerilerini ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,
3. Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark etmek ve toplum, ekonomi, doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,
4. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,
5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,

6. Bilim insanlarının bilimsel bilgiyi nasıl oluşturduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,
7. Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin merak, tutum ve ilgi geliştirmek,
8. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirmek ve uygulamaya katkı sağlamak,
9. Sosyo-bilimsel konuları kullanarak muhakeme, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek,
10. Evrensel ahlak, milli ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamaktır.

Programın belirtilen temel amaçları incelendiğinde, birinci maddede doğrudan, ikinci, üçüncü ve yedinci maddelerde de dolaylı olarak içinde bulunduğumuz çevre, gezegen ve daha geniş boyutta evrenin farkındalığından/öneminden bahsedilmektedir. Bu bağlamda, evrenin yapısı, oluşan olay ve olguların anlaşılması ve gelecek hakkında fikir yürütebilmek için astronomi konu ve kavramlarının öğretimi programda önemli bir yer edinmektedir. Ayrıca astronomik olayları açıklarken neden sonuç ilişkisini aramaya olanak tanımasıyla (örn. Güneş tutulması, gelgit olayı, vb.) bu konuların fen okuryazarlığı geliştirmede önemli rol oynadığı da anlaşılmaktadır. Bu anlamda fen eğitimi içerisinde astronomi eğitiminin gerekliliği kaçınılmazdır. Yeni Fen Bilimleri Öğretim programında yapılan en önemli değişikliklerden birinin astronomi konularının yer aldığı ünitelerin ilk sıraya çekilmesi önemini bir derece daha artırmıştır (MEB, 2018).

Uzay belirtildiği gibi muazzam bir laboratuvardır (Gülseçen, 2002; Tunca, 2005). Yeryüzünde elde edilemeyen birçok fiziksel olguya (sıcaklık, basınç, manyetik alan vb.) bu laboratuvarda sınırsız bir özgürlükte ulaşılabilmektedir (Gülseçen, 2002). Bu ortamlara doğrudan erişmek elbette ki çok kolay değildir. Ancak günümüz teknolojisi bu durumu kolaylaştırmakta, en basitinden bilgisayarlar aracılığıyla (yazılımlar, animasyonlar, simülasyonlar) bu gözlemler fen derslerinde sınıflara taşınmaktadırlar. Örneğin, Stellarium programı (bulunulan konumdan yıldızların, gezegenlerin vb. gök cisimlerinin gerçekçi canlandırmalarla görülebildiği bir

program) kullanılarak bulunulan konumun koordinatları girilerek gök cisimlerinin ne zaman nerede olacağının tespit edilmesi şeklinde bir uygulamaya sınıf ortamında akıllı tahta kullanılarak yer verilebilmektedir (Baleisis, Dokter ve Magee, 2007; Kurnaz, Bozdemir, Candan ve Ezberci, 2016; Küçüközer, Bostan ve Işıldak, 2010). Bu sayede fen bilimlerinde önemli bir eğitim aracı olarak kullanılan astronomi ile öğrencilerin ufku genişleyebilir ve bilgiler ezber düzeyinden kavrama düzeyine çıkabilir (Gülseçen, 2002). Trumper (2006) astronomi eğitimini öğrencilerin kavramsal yapılarındaki değişiklik için önemli bir etken olarak belirtmektedir. Astronomi eğitiminin gerekliliğini/fen eğitimindeki önemini dört maddede sıralamıştır:

1. Astronomi alanındaki yeni gelişmeler öğrencilerin ilgisini uyandırmakta ve öğrencilerin fen öğrenmeye karşı motivasyonunu artırmaktadır.
2. Fendeki diğer araştırma alanlarına astronomi dâhil edilebilir ve astronomi ile zenginleştirilebilir.
3. Astronomi çalışmaları, açıklayıcı modellerin geliştirilmesi, çıkarılması veya değiştirilmesi ile bilimsel bilginin gelişebilir olduğunu göstermektedir.
4. Astronomi çalışmaları, anatominin kişinin vücudunu daha iyi anlaşılmasını sağladığı gibi, dünyanın daha anlaşılabilir hale gelmesinde rol oynayıcıdır.

Temel astronomi kavramları irdelendiğinde, bu kavramlardan birisinin de günlük yaşamın dolaylı bir parçası konumunda olan yıldız kavramı olduğu dikkat çekmektedir. Bu tez çalışmasının odağında olan yıldız kavramı bir sonraki başlıkta ele alınmıştır.

2.4.1. Yıldız Kavramı

"Öğrenciler düşünmektedir ki Güneş Sistemi'mizde yüzlerce yıldız var ve Güneş bir gün karadelik haline gelecektir (Slater, 1993)."

Öğretimin her aşamasında, gerek fen bilimleri ders kitabında olsun gerek lisans astronomi derslerinde olsun sıklıkla karşılaşılan bir kavramdır 'yıldız'. Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Dünya ve Evren öğrenme alanına ilişkin ünitelerin sırasının değişmesiyle birlikte (MEB, 2018), astronomi konu ve kavramlarının öğretimine de ilk sırada yer verilmiş; bu öğrenme alanı içerisinde 7. sınıf düzeyinde "Güneş Sistemi

Ötesi: Gök Cisimleri" ünitesinin konu ve kavramları "yıldız, takımyıldızı, galaksi ve karadelik" olarak belirtilmiştir. Yıldız kavramına yönelik yer verilen kazanım ve açıklaması aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

F.7.1.2.2. Yıldız kavramını açıklar.

a. Yıldız çeşitlerine değinilir.

b. Dünyadan bakıldığı şekliyle görülen yıldız gruplarının isimlendirmesi olan takımyıldızlara değinilir.

c. Gök cisimleri arası uzaklığın ışık yılı cinsinden ifade edildiğine değinilir.

Belirtilen kazanıma göre yıldız kavramının tanımının bilimsel olarak öğretiminin sağlandığı bu düzeyde verilecek her bilginin önemli olduğu anlaşılmaktadır. *Peki, yıldız nedir?*

Yıldız, başta hidrojen ve helyum olmak üzere çeşitli iyonize olmuş gazlardan oluşan çok sıcak, yoğun, parlak bir plazma topu olarak tanımlanmaktadır (URL-4). TDK (2017) tarafından da "*Çekirdeğinde oluşan füzyon sonucunda açığa çıkan enerjiyi uzaya ışınım biçiminde yayan, ışıklı gök cisimlerinden her biri*" olarak belirtilmektedir. Alan yazın incelendiğinde yıldızlara dair farklı seviyelerde, genellikle astronomi konuları adı altında yapılan çalışmalarda, 'Yıldız nedir?' sorusuna verilen yanıtların yeterli düzeyde olmadığını, çoğunlukla alternatif fikir içerdiğini göstermiştir.

Agan (2004) çalışmasında yıldızın tanımına ilişkin '*gazlardan oluşur/gaz topudur/kayalardan oluşur/lavlardan oluşur/Güneş'ten oluşur/enerji üretir*' şeklinde farklı yanıtların olduğu belirlenmiştir. Benzer yanıtlar olmakla birlikte Bailey (2006) tarafından yapılan çalışmada ayrıca yıldızın tanımına ilişkin gökyüzünde bir ışık/yerçekimsel bir kuvvet/evrime uğrayan/kimyasal reaksiyon şeklinde yanıtların da verildiği görülmüştür. Tüm bu cevapları sınıflandıran Bailey, 391 öğrenciden yalnızca 9'unun yıldızın tanımına ilişkin doğru yanıt verdiğini, 105'nin eksik, 235'inin kısmi doğru, 17'sinin doğru ama yetersiz ve 25'inin de yanlış yanıt verdiğini belirtmiştir.

Emrahoğlu ve Öztürk (2009)'ün fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi konularındaki kavramları anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları boylamsal bir çalışmayla incelendiği araştırmada yıldızın tanımıyla ilgili "*ışık saçan gezegendir/ Aldığı ışığı yansıtan gezegendir/ Yıldızlar ışık gücünü Güneşten alan gezegenlerdir/ Güneşin aydınlattığı gök cisimleridir/ Güneş ten kopan parçalardır.*" şeklinde yanıtlar verildiği görülmüştür. Astronomideki yaygın yanlış fikirlerin bir listesini oluşturan Comins, bunların birçoğunun yıldızlar ve/veya Güneş ile ilgili olduğunu belirtmiştir (Comins, 1993, 2000).

Sadece yıldızın tanımına ilişkin değil özellikleri ve yaşam sürecine ilişkin de bireyler de ciddi alternatif fikirlerin olduğu belirtilebilir. Nitekim, Neil F. Comins (2001), *"Göksel Yanılgılar (Heavenly Errors)"* kitabından lisans öğrencilerinin yıldızlar hakkında sahip oldukları alternatif fikirlerden bazı örnekler sunmuş ve bunları özellikle "en sık yapılan yanlış astronomik inanışlar" olarak belirtmiştir:

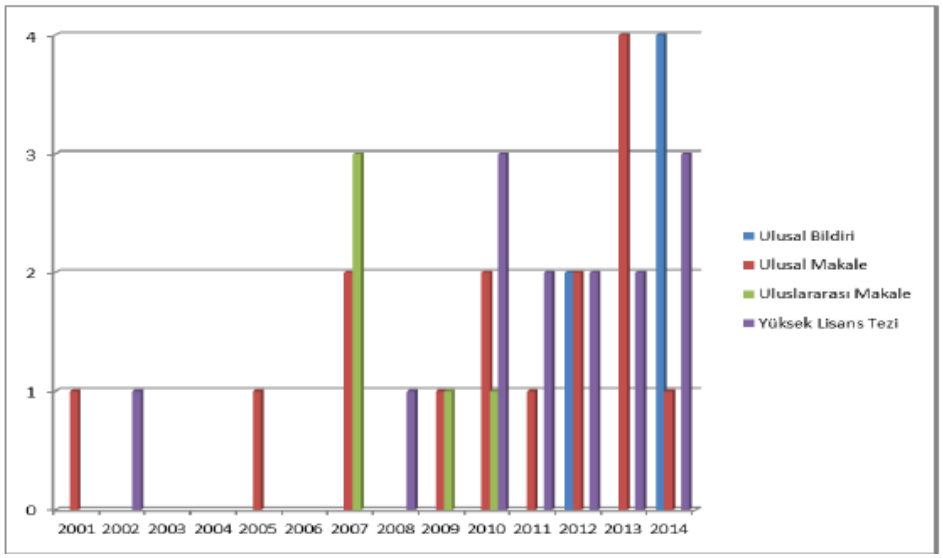
- Yıldızlar gerçekten parıldarlar.
- Kuzey Yıldız Polaris, gökyüzündeki en parlak yıldızdır.
- Yıldız kayması aslında gökyüzünden bir yıldızın düşmesidir.
- Güneş bir yıldız değildir.
- Güneş/Yıldızlar sonsuza kadar yaşayacaklar.
- Güneş, yanan gaz veya erimiş lavlardan parıldıyor.
- Güneş katıdır.
- Bütün yıldızlar sarı renklidir.
- Güneş Sistemi'nde birden fazla yıldız vardır.

2.5. İlgili Araştırmalar

Yıldız konusuyla ilgili olarak ulusal ve uluslararası düzeyde 1970'li yıllardan beri pek çok sayıda araştırma yapılmıştır. Aşağıda bu araştırmalar yapılan tez çalışması kapsamında özetlenmektedir.

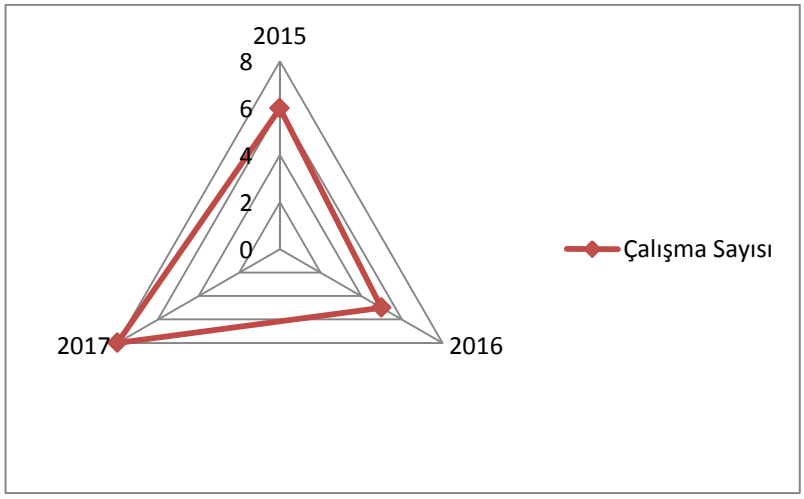
2.5.1. Yıldız Konusunda Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar

Yıldız kavramının astronominin temel kavramlarından biri olması, yapılan çalışmalarda sıklıkla incelenmesine sebep olmuştur (Baloğlu Uğurlu, 2005; Ünsal, Güneş ve Ergin, 2001; Kurnaz, 2012; Sezen, 2002; Yılmaz ve Şahin, 2014). Yurtiçinde yapılan çalışmalar incelendiğinde yıldız kavramına genellikle astronomi başlıklı çalışmalar içerisinde yer verildiği görülmekte iken (Bostan, 2008; Durukan ve Sağlam Arslan, 2013; Gündoğdu, 2014; Kaplan ve Çifçi Tekinarslan, 2013); yıldız başlıklı çalışmaların sayısında bir sınırlılık söz konusudur (İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Kurnaz, 2012; Unat, 2011). Ezberci Çevik ve Kurnaz (2016) tarafından yapılan çalışmada, yıldız kavramıyla ilgili yurt içi kaynaklı çalışmalar çözümlenerek bir bütünlük içinde yansıtmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, 2001-2014 yılları arasında yapılan çalışmalardan yıldız kavramını konu alan 39 çalışma tematik analizden geçirilmiştir. Yapılan araştırmada çalışmaların yıllara göre dağılımlarına bakıldığı zaman aşağıdaki grafik oluşturulmuştur.



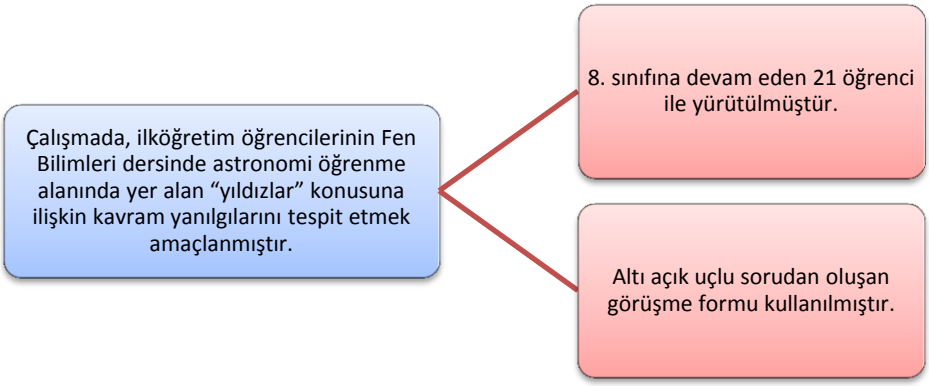
Grafik 2.2. İncelenen çalışmaların yayın türlerinin yıllara göre dağılımları (Ezberci Çevik ve Kurnaz, 2016)

Grafikten de anlaşıldığı üzere yıldız konusuna ilişkin çalışmaların 2009 yılından itibaren, özellikle yüksek lisans ve ulusal makale çalışmalarında, periyodik bir artış seyir kazanmıştır. Alanyazında 2015 ve sonrasında yapılan çalışmalar incelendiğinde bu artışın devam ettiği söylenebilir.



Grafik 2.3. Yıldız konusunda yapılan çalışmalar (2015-2017 yılları arası)

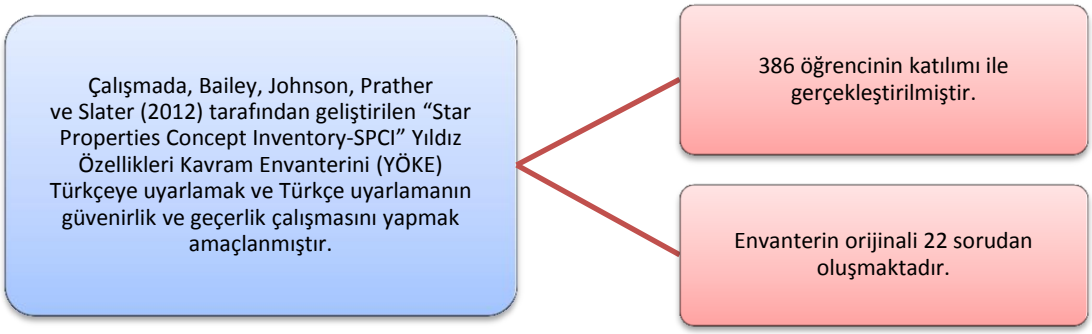
Grafik 2.3 incelendiğinde, önceki yıllara benzer şekilde yıldız konusuna astronomi başlıklı çalışmalar altında yer verildiği (Bakırcı, Artun ve Şenel, 2016; Ceylan ve Bozkurt, 2017; Çoruhlu ve Çepni, 2015; Zurnacı, 2015); Alın ve İzgi (2017), Dinçer ve Aktan (2017) ve Ezberci Çevik ve Kurnaz (2016) çalışmalarının yıldız konusunu temel aldığı anlaşılmaktadır. Yapılan bu çalışmalardan Alın ve İzgi (2017)'nin araştırmalarına ait genel bilgilere Şekil 2.5'te yer verilmiştir.



Şekil 2. 5. Alın ve İzgi (2017) tarafından yapılan yıldız konulu çalışma

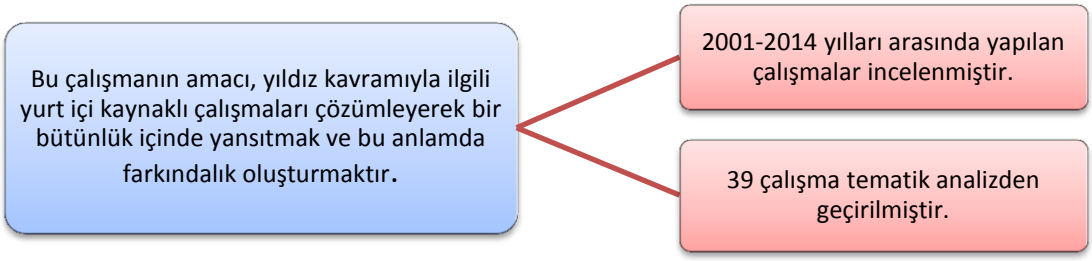
Alın ve İzgi (2017) tarafından yapılan çalışma sonucunda, 7. sınıf Fen Bilgisi dersi öğretim programında bulunan yıldızlar ile ilgili kavramların öğrenciler tarafından çok net öğrenilemediği, öğrencilerin alternatif fikirlerinin 8. sınıf düzeyinde halen devam ettiği belirtilmiştir. Bu durumun sebebi olarak, astronomi konuları üniversitelere ders kapsamında 2006 yılında girmiş olması, alan dışı öğretmen

atamaları, ders kitapları ve soyut ifadelerin yanlış somut örneklerle açıklanmaya çalışması gibi farklı nedenler öne sürülmüştür. Dinçer ve Aktan (2017)'nin araştırmalarına ait genel bilgilere Şekil 2.6'da yer verilmiştir.



Şekil 2. 6 Dinçer ve Aktan (2017) tarafından yapılan yıldız konulu çalışma

Dinçer ve Aktan (2017) çalışmasında Cronbach alfa katsayısı hesaplandığında, envanterin güvenirliği 0.835 ve testin ortalama güçlüğü de 0.33 olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmada seçeneklerin cevaplanma sayı ve oranlarından yola çıkılarak katılımcıların yıldız ve yıldızlarla ilgili bazı alternatif görüşleri belirlenmiştir. "*Yeni oluşmakta olan bir yıldıza bulutsu denilir. Yıldızlar Güneş'ten veya diğer enerji kaynaklarından aldığı ışığı yansıtır. Güneş, kırmızı dev ve beyaz cüce gök cisimleri içerisinde yüzey sıcaklığı en yüksek olan Güneş'tir.*" şeklindeki ifadeler belirlenen alternatif fikirlerden bazılarıdır. Ezberci Çevik ve Kurnaz (2016)'ın araştırmalarına ait genel bilgiler Şekil 2.7'de belirtilmiştir.



Şekil 2. 7 Ezberci Çevik ve Kurnaz (2016) tarafından yapılan yıldız konulu çalışma

Ezberci Çevik ve Kurnaz (2016) tarafından yapılan çalışma sonucunda, genelde astronomi konusu altında yıldızlara yer verildiği, yayınlanan çalışma sayısının 2010 yılından itibaren bir artış gösterdiği ve örneklemlerin belirli illerde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, yöntem çeşitliliğinin fazla olduğu, veri toplama aracı olarak en fazla çoktan seçmeli başarı testlerinin, analiz yöntemi olarak da betimsel istatistiklerinin çoğunlukla kullanıldığı görülmüştür. İncelenen çalışmaların bulgularında genellikle alternatif fikirleri belirten ifadeler vurgulanmış, elde edilen sonuçların genelinde de yıldızlar konusunda yeterli bilgiye sahip olunmadığı belirtilmiştir. Sunulan önerilerin büyük çoğunluğunda her gruba yönelik sunulduğu belirlenmiştir.

2.5.2. Yıldız Konusunda Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Alanyazında yurtdışında yapılan çalışmalar incelendiğinde, doğrudan yıldızlara odaklanan araştırmaların sınırlı olduğunu belirtilebilir. Yapılan çalışmaların genellikle yıldızların özellikleri ve oluşumu konularında olduğunu söylemek mümkündür (Bailey, 2006). Yapılan çalışmalardan nitel boyutta oldukça kapsamlı olan bir çalışma Agan (2004) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada lise ve birinci sınıf lisans öğrencilerine yıldızları anlamaları yönünde soruların olduğu klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sekizi, yer bilimleri dersini alan lise öğrencileri iken beş öğrenci hiç astronomi dersi almayan lisans öğrencileridir. Kalan dört öğrenci de astronomi dersine katılan birinci ya da son sınıflardır. Sorularda üç konuya (bir yıldız olarak Güneş, yıldızların doğası ve yıldızların uzaklıkları) odaklanılmıştır. Yer bilimleri dersini alan hiçbir öğrenci Dünya'ya en yakın yıldız olarak Güneş'i belirtmese de diğer sorulara verdikleri yanıtlar Güneş'i bir yıldız olarak bildiklerini göstermiştir. Beş lisans öğrencisinden üçü ise doğrudan Güneş'i bir yıldız olarak belirtebilmiştir. Astronomi dersini alan lise öğrencileri de her üç konuda bilimsel doğrulara yakın cevaplar verebilmişlerdir.

Yıldız konusunu temel alan bir diğer çalışma da Bailey (2006) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada amaç, lisans öğrencilerinin astronomiye giriş dersinden önce yıldızlar hakkındaki inanışlarını belirlemek ve bu bilgileri kullanarak öğretimden önce-sonra kullanmak üzere bir kavram envanteri geliştirme ve

değerlendirme yapmaktır. Öğretim sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun yıldızların yapısına ilişkin bilimsel cevap verdikleri görülürken, yıldızların enerji kaynağı hakkında, yıldızları yanma (burning) kelimesi ile ilişkilendirmelerinden dolayı, az bir kısmının bilimsel cevaplar verdikleri belirlenmiştir.

Bailey, Prather, Johnson ve Slater (2009) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin astronomiye giriş dersine katıldıkları zamanki ders öncesi yıldızlara ilişkin inanışlarını incelemek amaçlanmıştır. Bu ön fikirler için oldukça büyük bir örneklem tarafından ölçme aracına (student-supplied-response SSR survey) verilen yanıtlar incelenmiştir. Ankette "yıldız nedir, yıldız ışığı nasıl oluşur, yıldızlar nasıl oluşur, tüm yıldızlar aynı mıdır" ve daha fazlası yer almaktadır. 2,200'den fazla yanıttan elde edilen sonuçlar, öğrencilerin genellikle yıldızlarla ilgili bazı temel bilgiye sahip olmasına rağmen, bilgileri, çoğunlukla öğretim hedeflerini olumsuz etkileyebilecek derecede eksik veya yanlış olduğunu göstermiştir.

Bailey, Johnson, Prather ve Slater (2012) tarafından yapılan yıldız içerikli bir çalışma da "Star Properties Concept Inventory-SPCI (Yıldız Özellikleri Kavram Envanterini)'nin geliştirilmesidir. Bu envanter Bailey ve arkadaşları tarafından uzun bir araştırmanın sonucunda, üç uygulamanın ardından, geliştirilmiştir. Sorular yıldızın özellikleri (öncelikle kütle, sıcaklık, parlaklık ve yaşam süresi), nükleer füzyon ve yıldız oluşumunu içermektedir. Katılımcıların soruları aynı biçimde anladıklarını kontrol etmek için soruları üç soru formatında (1.açık uçlu, 2.çoktan seçmeli ve verilen cevabın açıklamasının yapıldığı, 3.çoktan seçmeli) yöneltmişlerdir. Envanterin kapsam geçerliğini 26 astronomi eğitimi alanında uzman kişinin görüşünü alarak sağlamışlardır. Envanterde ikisi demografik bilgi olmak üzere 24 soru bulunmaktadır. Envanterin üçüncü versiyonu ön-test ve son-test olarak uygulanmış olup güvenirlik sırasıyla 0,47 ve 0,76 olarak hesaplanmıştır.

2.5.3. Model Analizi Çalışmaları

Fizik eğitiminde zihinsel model çalışmalarının öncülerinden biri olan Bao (1999) öğrencilerin modellemelerinin nicel açıklamalarını yapmak için model analizi aracını geliştirmiştir. Bao (1999) çalışmasında model analizi aracıyla, öğrencilerin çoktan

seçmeli sorulardan oluşan testte verdikleri cevapları kullanarak, öğrencilerin model tabanlı yanıtlarını tespit etmiştir. Daha sonra, bu modele dayalı cevapları kullanarak, öğrencilerin model durumları hakkında bilgi içeren yoğunluk matrisleri oluşturmuştur. Fiziksel modelleri "doğru", "yanlış" ve "null" modeller olarak belirlemek için FCI'nın (Force Concept Inventory) kuvvet ve hareket içerikli beş sorusu (Hestenes vd., 1992) kullanılmıştır. Analizin ardından Bao, çoktan seçmeli sorularla ölçümün puanlara bağlı ölçümdeki bilgi kaybından daha üstün olduğunu göstermiş oldu. Bao çalışmasında bu analizi kuantum mekaniğinde öğrencilerin zihinsel modellerini incelemek için uygulamıştır. İlk olarak kuantum fiziği dersinde uygulamasını gerçekleştirmiştir. Öğrencilere ayrıca mülakatlar, kavramsal quizler ve ödev/sınav soruları yöneltmiştir. Matrisler oluşturmak için sorular kullanmış ve çalışması sonucunda da üç tür zihinsel model tanımlamıştır.

Vadnere ve Joshi (2009) fizik öğrenmede çoğu zaman öğrencilerin problemleri çözmede tutarlı olmadıkları ve benzer sorulara cevap verirken birbiriyle çelişen fikirler kullandıklarını belirtmişlerdir. Böylece, öğrencilerin farklı kavramlar üzerinde farklı modellere sahip olabileceklerini ifade etmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları analizin, bir öğrenci sınıfı tarafından öğrenme probleminin çözümlenmesinde kullanılabilir olduğunu göstermişlerdir. Maryland Üniversitesi Fizik Eğitim Araştırma Grubu (Physics Education Research Group-PERG) tarafından geliştirilen bu tür araçların bazıları çalışmada açıklanmıştır. Araştırmada multimedya öğrenme paketinin etkinliğini incelemek için on iki yıllık eğitim gören 119 öğrenci (standartta 12 öğrenci) çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. 119 öğrencinin performansıyla ilgili toplanan verilerin analizi, geliştirilen multimedya öğrenme paketinin katılımcıların zihinsel modellerini geliştirmede başarılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca ön testte sınıf yoğunluğu matrisinin büyük ölçüde diyagonal olmayan büyük elemanlar içerdiği görülmüştür. Bu da tutarsız çoklu modelin karakteristiğidir. Deney grubunda null model durumu tetikleme olasılığı ise, ön test ve kontrol grubu için son test ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde azalmıştır.

Philippi (2010) tarafından yapılan çalışmada, kolej fiziği öğrencilerinin fendeki modeller hakkındaki anlayışları ile elektrik ve manyetizma konusundaki kavramsal anlayışları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada öğrenci modellerindeki

karmaşıklığı açıklamak ve öğrencilerin elektrik ve manyetizma konusundaki soruları çözmek için birden fazla model kullandığını belirlemek için model analizinden yararlanılmıştır. Verilerin analizi, öğrencilerin fen bilgisi modellerinin anlaşılması ile elektrik ve manyetizma konularının kavramsal olarak anlaşılması arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında ilkel ya da null modelden ziyade uzmanı model lehinde iyileşme gösterdikleri belirlenmiştir.

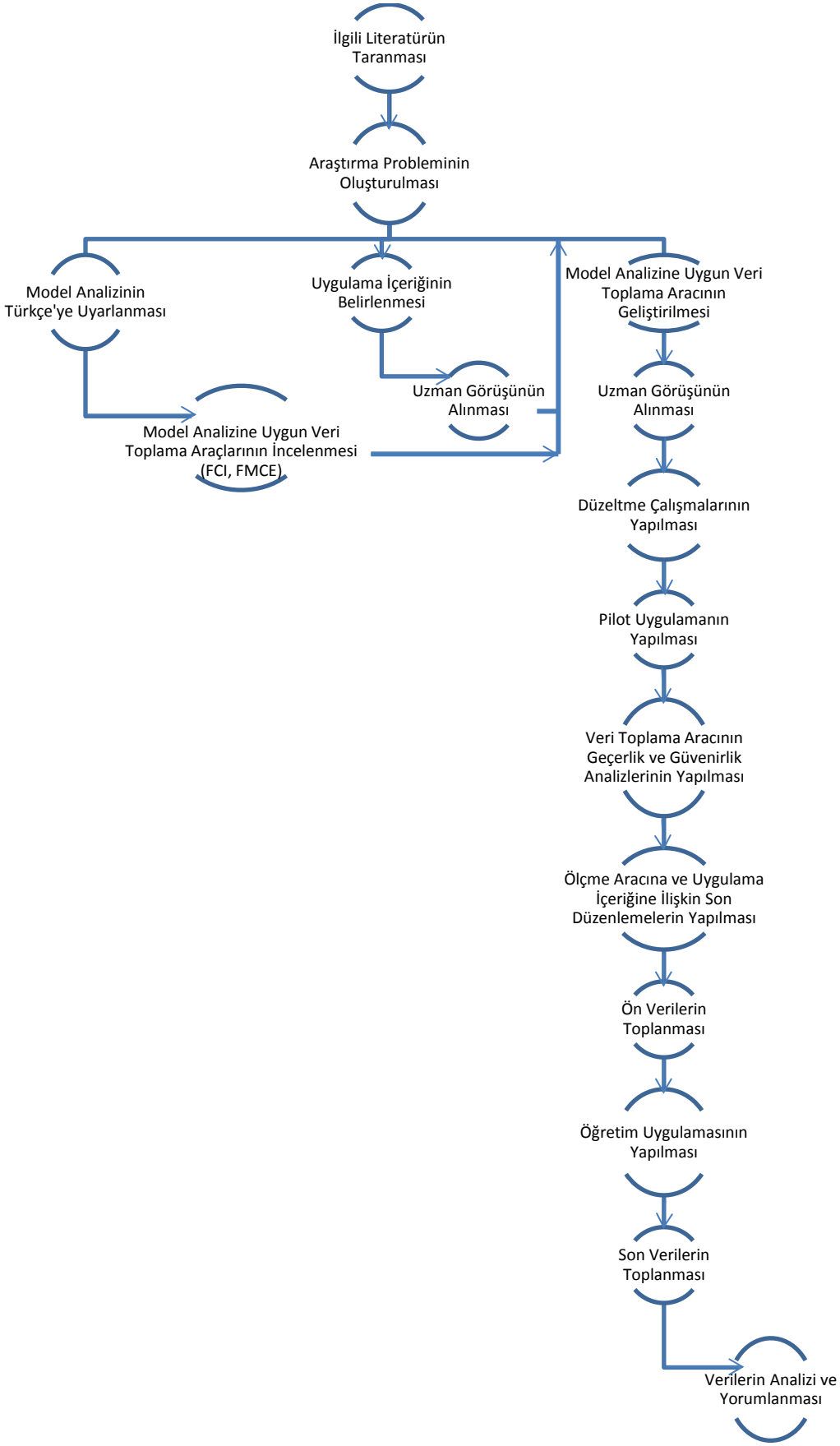
Dega (2012) tarafından yapılan çalışmanın amacı, fizik lisans öğrencilerinin elektrik potansiyeli ve enerji ile elektromanyetik indüksiyon kavramlarındaki kavramsal değişimlerini araştırmaktır. Bununla birlikte, öğrencilerin fikirlerinin kategorizasyonu, öğrencilerin bu kavramları epistemolojik ve ontolojik tanımlamalarına dayanılarak yapılmıştır. Araştırmada yarı deneysel bir tasarımda pragmatik bir karma yöntem yaklaşımı kullanılmıştır. Veriler, yeniden düzenlenen Elektrik ve Manyetizma Tanı Testi, odak grup tartışmaları ve kavram haritaları kullanılarak toplanmıştır. Nitel sonuçlarda, altı kategoride alternatif kavramlar (naive fizik, yanal alternatif kavramlar, ontolojik alternatif kavramlar, Ohm P-Primes / P-Primes, karma fikirler ve serbest/üstünkörü fikirler) ve iki kavramsal bilgi kategorisi (hiyerarşik ve ilişkisel) olduğu belirlenmiştir.

Dega ve Govender (2016) çalışmasında yoğunlaşma faktörünü kullanmıştır. Çalışmada, Etiyopya ve ABD'deki üniversite öğrenim gören birinci sınıf fen öğrencilerinin enerji ve momentum konularına ilişkin bilimsel ve alternatif kavramlarını karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Enerji ve Momentum Kavramsal Ölçek kullanılarak veriler toplanmıştır. Analizde yoğunlaşma faktörü kullanılmıştır. Öğrenci cevaplarının dağılımına bakıldığında, yanıtların% 80'inin (ETH) ve % 52'sinin (ABD), null modeli veya rastgele durumu temsil ettiğini göstermiştir. Ayrıca yanıtların% 20'si (ETH) ve % 48'i (US) bir-model durumunu temsil ettiği ve bu maddelerin hiçbirinin tamamen doğru ya da alternatif bir-model durumunu göstermemiştir. Bulgular dahilinde yapılan önerilerde, öğretmenlerin öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek için fizikteki alternatif kavramları ve ilkel düşünceleri (p-prim) belirlemede yoğunlaşma analizi yönteminin kullanımını keşfetmeleri gerektiği ifade edilmiştir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama aracı, verilerin analizi ile kullanılan istatistiksel teknikler ve çalışmanın geçerlik ve güvenirliğine ilişkin alınan önlemler yer almaktadır.

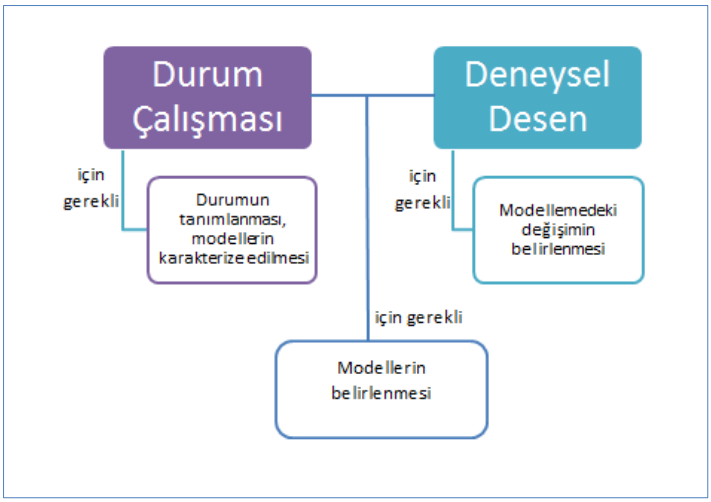
Yapılan çalışmalara genel bir bakış açısı çizmesi açısından gerçekleştirilen işlemler Şekil 3.1'de yer alan akış diyagramında özetlenmiştir.



Şekil 3. 1. Araştırma akış şeması

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma birbirine entegre edilmiş durum çalışması ve deneysel desenle yürütülmüştür.



Şekil 3. 2 Araştırma modeli

Şekil 3.2'de belirtilen desenler ayrı görünse de, belirli metodolojilerden ortaya çıkan verileri kullanarak desenler birbirleriyle iç içe geçerler (Didiş, 2012). Çalışma kapsamında temel alınan durum çalışması (case study) belirli bir duruma/güncel bir olguya ilişkin sonuçlar ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmalardır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Buradaki durum tek başına bir birey, sınıf, okul veya program olabilmektedir (Fraenkel & Wallen, 2006). Ancak buradaki durum, tek başına kolayca tanımlanabilen bir birey veya durum değildir (örn. bir birey, sınıf, organizasyon, proje vb.). Belirtilen durum bir olay (örn. kutlama), bir aktivite (örn. bilgisayarı kullanmayı öğrenme) veya devam eden bir süreç (örn. öğrenci öğretimi) olabilir (McMillan ve Schumacher, 2006).

Durum çalışmasında da, diğer araştırma desenlerinde olduğu gibi, ilk aşama araştırmanın başında sorulan, cevaplanması gereken sorular olurken son aşama da sorulan bu sorulara ilişkin elde edilen bulguları ve sonuçları belirtir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu iki aşama arasında ise verilerin toplanması, verilerin alt problemlerle ilişkilendirilmesi ve analizi gibi farklı aşamalar daha vardır. McMillan ve Schumacher (2006)'e göre de durum çalışmasının tasarımını planlamak, genel bir araştırma sorususuyla çalışmanın amaç ve önemine katkıda bulunan bileşenleri dahil

etmeyi içerir. Bu anlamda Yıldırım ve Şimşek (2011), durum çalışmasının dışarıdan bakıldığı kadar kolay ve dar kapsamlı bir araştırma türü olmadığını, tam tersi sağlam gerekçelere dayandırılması gereken bir araştırma türü olduğunu belirtmektedir.

Araştırmacı durumun diğerlerinden neden farklı olduğunu derinlemesine araştırmak istediğinde durum çalışmasına başvuracaktır. Mevcut çalışma kapsamında da temellendirilmiş zihinsel modeller ele alınıp "Fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldız kavramına yönelik temellendirilmiş zihinsel modelleri nedir?" sorusuna yanıt aramak, bu duruma ilişkin etkenleri (öğretmen adayları) bütüncül bir yaklaşımla araştırmak adına durum çalışması kullanılmıştır.

İkincil olarak kullanılan deneysel desen, tek grup ön test-son test deneysel desendir. Genel anlamda deneysel desen, bir araştırmada değişkenleri ölçebilmek ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarabilmek için kullanılan desenlerdir (Çepni, 2012). Deneysel araştırmalarda kullanılan desenler kendi içinde gruplara ayrılır. Bunlar (Aypay, 2015; Fraenkel ve Wallen, 2006; McMillan & Schumacher, 2006; URL-1):

I. Zayıf deneysel desenler
   - Vaka çalışması deseni
   - Tek grup ön test-son test desen
   - Statik grup karşılaştırmalı desen
   - Statik grup ön test-son test desen

II. Gerçek deneysel desenler
   - Son test-sadece kontrol gruplu rastgele desen
   - Ön test-son test kontrol gruplu rastgele desen
   - Solomon dört gruplu rastgele desen

III. Yarı deneysel desenler
   - Eşleştirmeli desen
   - Denkleştirilmiş desen
   - Zaman-serisi desen

IV. Faktöryel desenler

Çalışma kapsamında tek grup ön test-son test deneysel desenden yararlanılmıştır. Tek grup ön test-son test deneysel desende gruba bağımsız değişken uygulanır, öğretim öncesi ve sonrasında ölçümler yer alır (Balcı, 2013). Tek grup ön test-son test deneysel desen diyagramına aşağıda yer verilmiştir (Fraenkel & Wallen, 2006).

O	*X*	*O*
Ön test	*Uygulama*	*Son test*

Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının modelleme durumları incelendiğinden, yeni bir model analizi yaklaşımı kullanılarak çalışma nicel bir perspektifte de yürütülmüş olmaktadır. Son testten elde edilen bulguları açıklamak için iç geçerliği etkileyen unsurların (veri toplayanın özellikleri, önyargıları, katılımcıların tutumu, olgunlaşma, vb.) bu desende de tamamen kontrol altına alınmaması ve/veya elde edilen sonuçların uygulamadan ne kadar kaynaklandığı sorusunun ortaya çıkması bu desenin önemli konuları olmaktadır (Fraenkel & Wallen, 2006). Ancak yapılan araştırma mevcut öğretimin ele alınması ve önemli olan unsurun öğrenci modelleme durumlarının analizi olmasından dolayı iç geçerliğin kontrol altına alındığı söylenebilir. Geçerlik ve güvenirlik önlemlerinden daha detaylı Bölüm 3.5'te bahsedilmiştir.

Yukarıda sunulan desenler çerçevesinde çalışmada birbirine entegre edilmiş durum çalışması ve deneysel desen tercih edilmiştir. Araştırmada temel alınan model analizi yaklaşımı da, öğrenci model durumları üzerinde açık bir şekilde bilgi sağlamayı amaçlayan, nicel bir temsil çerçevesi oluşturmak için nitel araştırmaya başvuran bir yaklaşımdır (Bao, 1999; Bao & Redish, 2006). Bu kapsamda araştırmada ele alınan modeller, fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldızla ilgili temellendirilmiş zihinsel modelleridir.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bir üniversitenin Fen Bilgisi Eğitimi bölümü son sınıfta öğrenim görmekte olan 73 öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi

3 hafta süresinde hafta içi astronomi dersinin olduğu saatte, 6 saatlik öğretimle bu dersi alan öğretmen adaylarıyla çalışılmıştır.

Çalışma grubunun oluşturulmasında amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Amaçlı örnekleme, araştırmacının çalışmanın amacına bağlı olarak derinlemesine araştırma yapabilmek adına kişisel kanısına yer verdiği, bilgi açısından zengin durumların seçildiği örneklemedir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Başlıca amaçlı örnekleme çeşitleri şunlardır (Patton, 1987):

- Aşırı/aykırı durum örneklemesi
- Benzeşik örnekleme
- Maksimum çeşitlilik örneklemesi
- Tipik durum örneklemesi
- Kritik durum örneklemesi
- Ölçüt örnekleme
- Kolay ulaşılabilir örnekleme
- Doğrulayıcı veya yanlışlayıcı örnekleme
- Kartopu veya zincir örnekleme

Çalışma grubunun seçilmesinde amaçlı örnekleme çeşitleri belirlenirken üçgenleme (triangulation) tekniği kullanılmıştır. Bu kapsamda ölçüt örnekleme ve kolay ulaşılabilir örnekleme çeşitlerinden yararlanılmıştır. Ölçüt örneklemede, çalışmanın amacı doğrultusunda önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan durumlar ele alınarak çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Mevcut çalışmada da dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla çalışılmasının nedeni, astronomi dersini lisans düzeyinde ilk defa almış olmalarıdır. Bu nedenle belirlenen kriter bağlamında araştırmanın çalışma grubunun belirlenmesinde ölçüt örnekleme çeşidinin kullanılması tercih edilmiştir. Araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması, erişilmesi kolay olması olarak belirtilen kolay ulaşılabilir örnekleme de (Yıldırım ve Şimşek, 2011) diğer bir örnekleme çeşidi olarak çalışmada tercih edilmiştir. Burada ulaşım ve maliyet açısından kolaylık sağlaması adına araştırmacının çalıştığı kurumda yer alan dördüncü sınıf öğretmen adaylarının çalışma grubunda yer alması sağlanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama aracı "Yıldız Konusu Kavram Testi"dir. Testin geliştirilme süreci ve geçerlik güvenirlik çalışmalarından aşağıda bahsedilmiştir.

3.3.1. Yıldız Konusu Kavram Testi'nin Geliştirilmesi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldız konusuna yönelik modellemelerini belirleyebilmek amacıyla, araştırmacı tarafından deneme aşamasında 43 maddelik beş seçenekli Yıldız Konusu Kavram Testi (YKKT) geliştirilmiştir. Test geliştirilirken amaca uygunluğa dikkat edilmiştir. Çünkü çoktan seçmeli soruların bütün tipleri model analizini kullanmak için uygun olmamaktadır.

Bir soruda farklı seçenekler yer almalı ve bu seçenekler farklı öğrenci modellerini kapsayacak şekilde düzenlenmelidir. Eğer tek bir seçenek birden fazla öğrenci modelini yansıtıyorsa ya da birden fazla seçenek tek bir öğrenci modeliyle ilişkiliyse, yoğunlaşma faktörünün yorumlanması da karışık olabilmektedir (Bao, 2006). Örneğin, eğer öğrenci tutarlı bir modele sahipse cevapları da daha çok tutarlı modelleri temsil eden seçenekler üzerine yoğunlaşacaktır. Diğer yandan eğer öğrenci hiçbir modele sahip değilse (null model) ya da çok çeşitli modellere sahipse, cevapları da seçenekler arasında rastgele dağılmış olacaktır. Bu sayede öğrenci cevaplarının dağılma şekli, onların modelleme koşulları üzerine önemli bilgiler ortaya koymaktadır. Çalışma kapsamında da YKKT geliştirilirken sorulardaki her bir seçeneğin bir öğrenci modelini yansıtacak şekilde düzenlenmesine dikkat edilmiştir.

Genellikle bir testte çok fazla kavram grupları yer alır. Bu çalışmada geliştirilecek olan testte öğrencilerin tek bir kavram üzerindeki modellerine bakmak amacıyla sadece yıldız kavramı ele alınmıştır. Testin hazırlanmasındaki aşamalar aşağıda ayrı başlıklar halinde açıklanmıştır.

3.3.1.1. *Literatür Taraması*

Öğretmen adaylarının yıldız konusuyla ilgili var olan alternatif fikirlerini belirlemek amacıyla literatürde yer alan daha önceden yapılmış olan çalışmalar (tez ve makale)

incelenmiştir. Araştırma doğrultusunda geliştirilen testte yer alan sorulardan bir kısmı daha önceden yapılmış olan çalışmalardan revize edilerek alınmıştır. Yıldız Konusu Kavram Testi'nde yer alan sorulardan;

- 7'si Unat (2011) çalışmasından,
- 22'si Bailey (2006) çalışmasından,
- 6'sı Heyer (2012) çalışmasından (Bailey ve Heyer çalışmalarından iki soru ortak)

revize edilerek yer verilmiştir.

3.3.1.2. *Mülakat*

Ölçekten yer alan soruların bir kısmı mülakatlar yoluyla hazırlanmıştır. Burada asıl amaç, model analizini daha iyi yapabilmek için uygun seçenek sayısını oluşturmaktır. Çünkü her bir sorunun içerdiği seçeneklerin sayısı model analizinde önem taşımaktadır (Bao, 2006). Her bir sorudaki seçenek sayısının az olması öğrenci cevapları üzerinde büyük çarpıklıklara neden olacaktır. Ayrıca, yoğunlaşmayı hesaplamada tutarlılığı sağlamak adına, tüm sorulardaki seçenek sayısının da aynı olması önem taşımaktadır. Bu nedenle araştırmalara dayalı olarak (mülakat vb.) çeşitli öğrenci fikirlerini içeren uygun sayıda seçenek oluşturmak gerekmektedir. Bu kapsamda çalışmada öğretmen adaylarına ilk olarak Astronomi Kavram Testi uygulanmıştır. Belirtilen ölçek Bektaşlı (2013) tarafından geliştirilmiş olup Dünya, Güneş, Ay, yıldız, takımyıldızı, uzay gibi astronominin temel kavramlarına yönelik sorular yer almaktadır. Ölçekte yer alan sorular 18 çoktan seçmeli sorudan oluşmakta olup her soru sonunda katılımcıların cevaplarından emin olup olmadığına ilişkin seçenek (iki aşamalı) bulunmaktadır. Testin Cronbach Alfa değeri ana çalışma için 0.71 olarak hesaplanmıştır. Mevcut çalışma kapsamında öğretmen adayları ölçekten aldıkları puanlara göre üç gruba [düşük (0-5), orta (6-11), yüksek (12-18)] ayrılmışlardır.

İkinci olarak, öğretmen adaylarının Ağırlıklı Genel Not Ortalamalarına (AGNO) bakılmıştır. AGNO'ları (2,00-2,66), (2,67-3,33), (3,34-4,00) olmak üzere düşük, orta, yüksek olarak üç gruba ayrılmıştır.

Her iki kıstasa göre düşük-düşük, orta-orta ve yüksek-yüksek olan gruplar belirlenmiştir. Ölçekten 12 ve üstü puan alan öğretmen adayı olmadığı için düşük ve orta puan alan öğretmen adayları arasından AGNO'lar da dikkate alınarak rastgele ikişer öğretmen adayı seçilmiştir. Seçilen öğretmen adaylarına ait bilgiler Tablo 3.1'de yer almaktadır.

Tablo 3.1. *Mülakat için belirlenen öğretmen adaylarına ait bilgiler*

Öğretmen adayı	Ölçekten alınan puan	AGNO	Derecesi*,**
Ö1	1	2,61	D-D
Ö2	2	2,66	D-D
Ö3	6	2,78	O-O
Ö4	6	3,18	O-O
Ö5	3	3,38	D-Y
Ö6	5	3,48	D-Y

*D:Düşük, O:Orta, Y:Yüksek

**İlk derece ölçek puanını, ikinci derece AGNO'yu temsil etmektedir.

Tablo 3.1'de belirlenen öğretmen adaylarıyla "yıldız" kavramına ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelere ait transkriptler EK 1'de yer almaktadır. Öğretmen adaylarının mülakatta yer alan yıldız konusuna ilişkin alternatif fikirleri doğrultusunda konuyla ilgili beş seçenekli çoktan seçmeli sorular oluşturulmuştur. Sorulardaki çeldiricilere, belirlenen alternatif fikirler yerleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ve buna bağlı olarak seçeneklere yerleştirilen maddelerden örnekler Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2. *Öğretmen adaylarının mülakat sorularına verdikleri yanıtlar ve testte yer alan maddelerden örnekler*

Soru	Öğretmen Adaylarını Yanıtı	Testte yer alan madde
A: Yıldız denilince aklına ne gelmektedir? Yıldız nedir? Şeklini çizmeni isteyeceğim senden.	**Ö1:** [5-nokta yıldız çizdi]	**M3:** Beş nokta yıldızı şeklindedir.
A: Yıldızlar nerede doğar?	**Ö2:** Güneş'ten kopan parçalarda, zaten bütün gezegenlerde öyle oluşur, yıldızlar da öyle oluşur bence.	**M2:** Güneş'ten kopan parçada.
A: En soğuk yıldızlar hangi renktir?	**Ö2:** Beyaz. Buz rengi o yüzden.	**M5:** Beyaz.
A: Bütün yıldızlar bize aynı uzaklıkta mıdır?	**Ö4:** Öyle gördüğümüz için, gözlemlemek gibi bir şeyimiz olmadığı için bakınca aynı uzaklıkta geliyor.	M25: Dünya'dan bakıldığı zaman gökyüzünde görülen yıldızların hepsi Dünya'ya aynı uzaklıktadır.
A: Yıldızların yapısı nasıldır, nelerden oluşur?	**Ö1:** Katıdır diyebilirim.	

***A:** Araştırmacı, **Ö1, Ö2, …:** Öğretmen adayı, **M:** Soru maddesi

Sonuç olarak "Yıldız Konusu Kavram Testi"nde yer alan sorulardan;

- 7'si Unat (2011) çalışmasından,
- 20'si Bailey (2006) çalışmasından,
- 4'sı Heyer (2012) çalışmasından,
- 2'si Bailey (2006) ve Heyer (2012) çalışmalarının ikisinde de ortak olarak,
- 4'ü mülakatlardan,
- 3'ü araştırmacı ve literatür destekli,
- 2'si se mülakat ve literatür destekli
- 1'i de araştırmacı

tarafından özgün soru olarak geliştirilmiştir. Soru havuzu EK 2'de yer almaktadır.

3.3.2. Ölçeğin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bu bölümde, geliştirilen ölçeğin geçerlik ve güvenirliğe ilişkin yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

3.3.2.1. *Uzman Görüşüne Başvurma Aşaması*

İlgili literatür ve öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış görüşmelerdeki sorulara verdikleri yanıtlar doğrultusunda 43 maddeden oluşan ölçeğin taslak formu oluşturulmuştur. Düzenlenen Yıldız Konusu Kavram Testi'nde yer alan soruların tümü, ikisi Fen Bilgisi Eğitiminde, biri sınıf eğitiminde görevli konuyla ilgili ders vermiş ya da makale/proje çalışmalarında bulunmuş üç öğretim üyesinin, ayrıca anlatım/anlaşılabilirlik açısından da konuyla ilgisi olmayan bir okuyucunun görüşüne sunularak değerlendirme alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda ölçekte yer alan maddeler konuya uygunluk, seçeneklerin anlamsal ifadeleri, ölçülecek özelliği temsili, anlaşılır ve açık olması, hedef kitleyi temsili konularında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda bir soru anlaşılır ve açık olmadığından dolayı testten çıkarılmış, diğer sorular da görüşler doğrultusunda düzenlenmiştir. Yıldız Konusu Kavram Testi'ndeki 42 çoktan seçmeli sorunun testteki yeri belirlenirken içerdiği kavramlar bakımından birbirine benzer olan soruların art arda gelmemesine özen gösterilmiştir.

3.3.2.2. *Ölçeğin Uygulanması*

Pilot çalışma için ölçek, farklı üniversitelerden Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü astronomi dersini alan ve konuyu görmüş olan öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Pilot çalışmanın yapıldığı üniversiteler ve katılımcı sayıları Tablo 3.3'te görülmektedir.

Tablo 3.3. *Uygulama yapılan üniversiteler ve katılımcı sayıları*

Üniversite		**N**
Kastamonu Üniversitesi		85
Erciyes Üniversitesi	Fen Bilgisi Eğitimi	45
Niğde Üniversitesi		44
Toplam		174

3.3.2.3. *Madde Analizi*

Ölçeğin madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır.

- ***Madde Güçlük İndeksi***

Madde güçlük indeksi, bir maddeyi doğru cevaplayanların tüm cevaplayıcı sayısına oranıdır. Madde güçlük indeksinin 0'a yaklaşması (bilen sayısının azalması) maddenin zorlaştığını, 1'e yaklaşması (bilen sayısının artması) maddenin kolaylaştığını ve 0,50 olması maddenin orta güçlükte olduğunu gösterir (Güler,2012). Genellikle madde güçlük indeksinin başarı testlerinde 0,50 civarında olması istenir (bkz. Tablo 3.4).

Tablo 3.4. *Madde güçlük indeksi ve değerlendirilmesi*

Madde Güçlük İndeksi (p)	**Maddenin Değerlendirilmesi**
0.80 ve daha büyük	Çok kolay bir madde (çok fazla kişi cevaplayabilmiş)
0.65 - 0.79 arası	Oldukça kolay bir madde (Çok kişi cevaplayabilmiş)
0.35 - 0.64	Orta düzeyde bir madde
0.20 – 0.34	Oldukça zor bir madde (Az kişi cevaplayabilmiş)
0.19 ve daha küçük	Çok zor bir madde (Çok az kişi cevaplayabilmiş)

Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ait madde güçlük indeksi değerlerine Tablo 3.5'te yer verilmiştir.

Tablo 3.5. *Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ilişkin madde güçlük indeksi değerleri*

Madde	A	B	C	D	E	Boş	p:güçlük indeksi
1	31	24	38	27*	54	1	0.15
2	67	11	22	44*	27	4	0.25
3	15	24	110*	7	18	1	0.63
4	13	78*	29	7	48	0	0.45
5	7	96	10	46	14*	2	0.08
6	43	2	102*	24	4	0	0.58
7	38	28*	31	34	42	2	0.16
8	6	124*	8	27	9	1	0.71
9	48	26*	34	32	30	5	0.15
10	42	8	64*	50	9	2	0.37
11	41	27*	27	31	39	10	0.16
12	60	66	31*	9	7	2	0.18
13	47	20	48	26*	31	3	0.15
14	18	9	24	55	68*	1	0.39
15	12	31	46*	27	50	9	0.28
16	25	52*	42	24	32	0	0.30
17	44	21*	50	19	35	6	0.12
18	18	21	118*	8	9	1	0.67
19	74*	41	23	12	25	0	0.42
20	22	63*	13	33	42	2	0.36
21	26	37	91*	17	4	0	0.52
22	40	20	25	32	57*	1	0.33
23	28*	40	40	50	16	1	0.16
24	50	57*	45	4	17	2	0.33
25	29	40	26	60*	17	3	0.34
26	50	38*	22	47	16	2	0.22
27	52	22	55	15*	29	2	0.08
28	86	25	27	14	20*	3	0.11
29	25	14	17	14	105*	0	0.60
30	28	92*	24	11	20	0	0.53
31	33*	47	56	15	23	1	0.19
32	27	29	54*	27	35	3	0.31
33	34	16	30	77*	18	0	0.44
34	32	46	32	34	19*	12	0.12
35	56	24	36	33	24*	2	0.14
36	41	50	29	29*	26	0	0.17
37	51	27	41*	18	36	2	0.23
38	30	32	51*	30	27	5	0.29
39	15	33	52*	47	26	2	0.30
40	9	53	38	35	37*	3	0.21
41	29	28	37	53*	18	10	0.32
42	11	27	37	31	65*	4	0.38

*Doğru cevap seçeneği

Tablo 3.5'e göre çok kolay bir madde yoktur. Oldukça kolay maddeler 8 ve 18, orta düzeyde maddeler 3, 4, 6, 10, 14, 19, 20, 21, 29, 30, 33 ve 42, oldukça zor maddeler

2, 15, 16, 22, 24, 25, 26, 32, 37, 38, 39, 40 ve 41 ve çok zor maddeler 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 17, 23, 27, 28, 31, 34, 35 ve 36'dır.

- ***Madde Ayırt Edicilik İndeksi***

Madde ayırt edicilik indeksi sorunun içerdiği davranışa sahip olanlar ve sahip olmayanları maddenin ne kadar ayırt ettiğinin bir ölçüsüdür. Madde ayırt edicilik indeksi -1 ile +1 arasında değerler alabilmektedir (Güler, 2012).

Tablo 3.6. *Madde ayırt edicilik indeksi ve değerlendirilmesi*

Madde Ayırıcılık İndeksi	Maddenin Değerlendirilmesi
0.19 ve daha küçük	Testten çıkarılmalı ya da tamamen düzeltilmelidir.
0.20 – 0.19 arası	Gerekirse geliştirilerek ya da düzeltilerek teste alınabilir.
0.30 – 0.39	Düzeltme yapılmaksızın teste alınabilir.
0.40 ve daha yüksek	Çok iyi maddeler, teste olduğu gibi alınabilir.

Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ait madde ayırıcılık indeksi değerlerine Tablo 3.7'de yer verilmiştir.

Tablo 3.7. *Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ilişkin madde ayırıcılık indeksi değerleri*

Madde	Gruplar	Seçenekler*						D:ayırt edicilik indeksi
		A	B	C	D	E	Boş	
1	Üst grup	3	6	12	12*	14	0	0.25
	Alt grup	13	11	10	0	13	0	
2	Üst grup	27	0	1	14*	4	1	0.10
	Alt grup	7	6	13	9	11	1	
3	Üst grup	0	4	41*	0	2	0	0.55
	Alt grup	10	14	15	3	5	0	
4	Üst grup	0	36*	6	1	4	0	0.60
	Alt grup		8					
5	Üst grup	1	24	3	13	6*	0	0.12
	Alt grup					0		
6	Üst grup	1	1	42*	3	0	0	0.64
	Alt grup			12				
7	Üst grup	13	11*	8	6	9	0	0.13
	Alt grup		5					
8	Üst grup	0	42*	0	4	1	0	0.40
	Alt grup		23					
9	Üst grup	13	13*	8	8	5	0	0.19
	Alt grup		4					
10	Üst grup	10	0	21*	14	1	1	0.09
	Alt grup			17				
11	Üst grup	13	11*	8	6	8	1	0.13
	Alt grup		5					
12	Üst grup	22	8	14*	3	0	0	0.21
	Alt grup			4				

Tablo 3.7’*nin devamı*

13	Üst grup Alt grup	16	3	9	6* 9	13	0	-0.06
14	Üst grup Alt grup	1	1	1	14	30* 11	0	0.40
15	Üst grup Alt grup	1	15	12* 9	6	11	2	0.06
16	Üst grup Alt grup	3	19* 7	13	4	8	0	0.26
17	Üst grup Alt grup	13	8* 9	13	2	10	1	-0.02
18	Üst grup Alt grup	4	1	40* 22	0	2	0	0.38
19	Üst grup Alt grup	36* 7	7	1	0	3	0	0.62
20	Üst grup Alt grup	3	34* 10	0	5	5	0	0.51
21	Üst grup Alt grup	0	13	34* 11	0	0	0	0.49
22	Üst grup Alt grup	8	3	4	10	22* 7	0	0.32
23	Üst grup Alt grup	8* 4	13	7	17	2	0	0.09
24	Üst grup Alt grup	11	22* 8	11	0	2	1	0.30
25	Üst grup Alt grup	5	8	3	27* 6	4	0	0.45
26	Üst grup Alt grup	17	14* 9	2	10	3	1	0.11
27	Üst grup Alt grup	22	2	9	4* 2	10	0	0.04
28	Üst grup Alt grup	31	1	8	3	3* 6	1	-0.06
29	Üst grup Alt grup	0	0	1	1	45* 16	0	0.62
30	Üst grup Alt grup	3	37* 15	3	1	3	0	0.47
31	Üst grup Alt grup	12* 6	8	17	2	8	0	0.16
32	Üst grup Alt grup	5	3	23* 6	5	11	0	0.36
33	Üst grup Alt grup	9	1	4	31* 3	2	0	0.60
34	Üst grup Alt grup	11	12	3	13	6* 5	2	0.02
35	Üst grup Alt grup	15	5	9	5	12* 2	1	0.21
36	Üst grup Alt grup	10	10	7	15* 3	5	0	0.28
37	Üst grup Alt grup	14	11	12* 9	2	8	0	0.06
38	Üst grup Alt grup	8	11	12* 12	8	8	0	0
39	Üst grup Alt grup	1	13	20* 14	10	3	0	0.13
40	Üst grup Alt grup	1	10	12	8	16* 4	0	0.26

Tablo 3.7'*nin devamı*

41	Üst grup Alt grup	7	2	11	21* 12	3	3	0.19
42	Üst grup Alt grup	0	5	9	2	31* 7	0	0.51

Tablo incelendiğinde bazı soruların ayırt edicilik (D) değerlerinin 0.19'dan daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durum soruların bilenle bilmeyeni tam olarak ayırt edemediği ve bazı sorularının kavram düzeyinin üzerinde olduğunu göstermektedir.

- 0.19'dan düşük olan maddeler: 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 23, 26, 27, 28, 31, 34, 37, 39, 39, 41

Bu maddeler ya tamamen düzeltilmeli ya da testten çıkarılmalıdır.

İki tablo (Tablo 2.6 ve Tablo 2.7) birlikte yorumlanacak olursa, 2, 7, 11, 13, 15, 17, 23, 26, 27, 28, 31, 34, 37, 38, 39 ve 41. maddelerinin hem ayırt ediciliğinin düşük olduğu hem de anlamlı farkı yansıtmadığı görülmektedir. Bu nedenle testten çıkarılmışlardır.

Yapılan madde analizi ile testin ortalama madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri sırasıyla 0.37 ve 0.39 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, geliştirilen test ile geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir.

3.3.2.4. *Ölçeğe Ait Belirtke Tablosu*

Hazırlanan Yıldız Konusu Kavram Testi'nin kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla belirtke tablosu oluşturulmuştur. Belirtke tablosunda, yıldız konusuyla ile ilgili alternatif fikirlerin tümüne temalar içerisinde yeteri kadar yer verilmiş, fiziksel modellere uygun olmasına dikkat edilmiştir. Belirtke tablosu Tablo 3.8'de yer almaktadır.

Tablo 3.8. *Yıldız Konusu Kavram Testi belirtke tablosu*

Ana Tema	Alt Tema	Soru Maddesi
Yıldızın kimliği	Tanım	1a, 1b, 1c, 1d,1e
	Şekil	3a, 3b, 3c, 3d, 3e
	Özellik	4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 23a, 23b, 23c, 23d, 23e, 24a, 24b, 24c, 24d, 24e, 25a, 25b, 25c, 25d, 25e
	Boyut/ büyüklük/çap	8a, 8b, 8c, 8d, 8e
	Yıldızın uzaklığı	11a, 11b, 11c, 11d, 11e
Yıldızın yapısı	Yapısındaki gazlar ve yoğunlukları	6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e
	Sıcaklığı	5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 15a, 15b, 15c, 15d, 15e, 17a, 17b, 17c, 17d, 17e, 22a, 22b, 22c, 22d, 22e
	Rengi	5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 15a, 15b, 15c, 15d, 15e, 22a, 22b, 22c, 22d, 22e
	Parlaklığı	20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 21a, 21b, 21c, 21d, 21e
	Enerji üretimi	7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 18a, 18b, 18c, 18d, 18e
Yıldızın yaşam döngüsü	Dönemlere ayırma	19a, 19b, 19c, 19d, 19e
	Doğma	2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 14a, 14b, 14c, 14d, 14e
	Oluşma	16a, 16b, 16c, 16d, 16e
	Ölüm	26a, 26b, 26c, 26d, 26e

3.3.2.5. *Güvenirlik Çalışmaları*

Ölçeğinin güvenilirliğini bulmak için cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır (bkz. Tablo 3.9).

Tablo 3.9. *Yıldız Konusu Kavram Testi'ne ilişkin Cronbach's Alpha değeri*

Cronbach's Alpha	Standart Cronbach's Alpha	Değişken Sayısı
.748	.735	26

26 madde üzerinden hesaplanan Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.748 olarak bulunmuştur. Bir test için hesaplanan güvenirlik katsayısının 0.70 ve daha yüksek olması test puanlarının güvenirliği için yeterli görüldüğünden elde edilen güvenirlik katsayısı değeri Yıldız Konusu Kavram Testi'nin güvenilir bir ölçme aracı olduğunun göstergesidir. YKKT EK 3'te yer almaktadır.

3.4. Mevcut Öğretim

Dersler, dersin kendi öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Astronomi dersi kapsamında yıldız konusu, içeriğe uygun şekilde tanım, özellikleri ve yaşam döngüsü olarak işlenmiştir. Bu kapsamda öğrencilerin de katılımının sağlandığı, akıllı tahta üzerinden, soru-cevap tekniğiyle dersler yürütülmüştür. Konunun anlatım süreci toplamda üç hafta (6 ders saati) sürmüştür (bkz. Tablo 3.10).

Tablo 3.10. *Öğretim süreci*

Hafta	**Süre**	**Yıldız Konusu**
Birinci hafta	1 ders saati	Tanım, şekil, özellik
	1 ders saati	Boyut, büyüklük, çap, uzaklık
İkinci hafta	1 ders saati	Yapısındaki gazlar ve yoğunlukları, sıcaklığı
	1 ders saati	Rengi, parlaklığı, enerji üretimi
Üçüncü hafta	1 ders saati	Dönemlere ayırma, doğma, oluşma
	1 ders saati	Oluşma (devam), ölüm

Öğretim uygulaması yapılan grupta yıldızla ilgili tanım ve özelliklerin öğretilmesine yönelik dersin ilk 40 dakikalık kısmında öğretmen adaylarına ilköğretim ve orta öğretim düzeylerinde gök cisimleri, yıldız, gezegen, uydu vb. kavramlardan bahsedildiği hatırlatılmıştır. Daha sonra işlenilecek konuya yönelik merak uyandırmak, öğretmen adaylarının zihinlerindeki yıldıza ilişkin resimleri ortaya çıkarmak amacıyla öğretmen adaylarına "yıldızın ne olduğu, şeklinin nasıl olduğu, örnek neler verebileceklerine yönelik sorular sorulmuştur.

1. Yıldız nedir?
2. Yıldızın şekli nasıldır?
3. Güneş ne tür bir gök cismidir?
4. Yıldızın özellikleri nelerdir?

Öğretmen adaylarının belirtilen sorulara verdikleri cevaplar dinlendikten sonra gerekli açıklamalar yapılmış, akıllı tahtadan yıldızın şekline ve özelliklerine yönelik görseller izletilmiştir. İkinci saatte ise yıldızın boyut, büyüklük, çap ve uzaklığına yönelik power point üzerinden sunum yapılarak video izletilmiştir.

İkinci haftada yıldızın yapısına odaklanılarak iki saatlik ders kapsamında (40' + 40') yıldızın yapısındaki gazlar ve yoğunlukları, yıldızın sıcaklığı, rengi, parlaklığı ve yıldızlardaki enerji üretimine yönelik diğer derslerde olduğu gibi öğretmen tarafından açıklamalar sunulmuş, soru cevap yoluyla öğrencilerin de katılımı sağlanmıştır.

Üçüncü haftada derse başlamadan önce öğretmen adaylarına "Yıldızların da bir yaşam döngüsü var mıdır?" sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının zihinlerindeki modellemeler doğrultusunda verdikleri cevaplardan alternatif fikir içerikli olanlar öğretmen tarafından düzeltilmiş, gerekli açıklamalar yapılmıştır. İki saatlik ders kapsamında yıldızların doğma, oluşma ve ölüm süreçleri anlatılmış, genel bir tekrarın ardından ders sonlandırılmıştır.

3.5. Çalışmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Çalışmada geçerlik ve güvenirliği tehdit eden faktörleri en aza indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla araştırmacı tarafından çeşitli önlemler alınmıştır. Alınan bu önlemlere Tablo 3.11'de yer verilmiştir.

Tablo 3.11. *Çalışmada alınan geçerlik ve güvenirlik önlemleri*

Geçerlik	**İç geçerlik**	Uzman görüşünün alınması
	Dış geçerlik	Amaçlı örnekleme kullanılması
		Kullanılan yöntemin seçim gerekçesinin açıklanması
		Çalışma grubunun özelliklerinin açıklanması
		Çalışmanın uygulama sürecinin açıklanması
		Veri analiz sürecinin açıklanması
Güvenirlik	**İç güvenirlik**	Bulguların yorum yapılamadan sunulması
	Dış güvenirlik	Verilerin sonuç kısmında uygun şekilde tartışılması

İç geçerlik, araştırmacı olarak gözlemlediğimizi düşündüğümüz olaylara/anladığımızı sandığımız olgulara ilişkin yorumlarımızın gerçek durumunu yansıtma derecesi olarak belirtilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Mevcut çalışmanın iç geçerliğini sağlamak amacıyla, çalışmada kullanılmak üzere araştırmacı tarafından hazırlanan kavram testi uygulama öncesinde uzman

görüşlerine sunulmuştur. Hazırlanan test ile ilgili olarak üç öğretim üyesinin görüşleri alınmış, ardından anlatım/anlaşılabilirlik açısından da konuyla ilgisi olmayan bir okuyucunun değerlendirmesi istenmiştir. İlgili görüşlerden elde edilen veriler doğrultusunda araştırmacı tarafından soruların anlaşılırlığı, açıklığı, uygunluğu gibi hususlar açısından test yeniden incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu anlamda araştırmanın iç geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.

Dış geçerlik, araştırma sonuçlarının genellenebilirliği olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Dış geçerliği sağlamak için, çalışmanın katılımcıları çalışmanın amacına katkı sağlayacak şekilde uygun bireylerden oluşmaktadır. Bu anlamda amaçlı örnekleme kullanılmıştır. Ayrıca, araştırma modeli, çalışma grubu, verilerin toplanmasını da içeren uygulama süreci ve verilerin analizinin nasıl yapıldığı ayrıntılı olarak betimlenmiştir.

Farklı araştırmacıların aynı veriyi kullanarak aynı sonuçlara ulaşıp ulaşamayacağıyla ilgili olan iç güvenirlik kavramı araştırmanın bilimselliği açısından önem taşımaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Mevcut çalışmada iç güvenirliğini sağlamak amacıyla, araştırmanın bulguların tamamı yorum yapılmadan okuyucuya sunulmuştur.

Araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliği anlamını taşıyan dış güvenirliği (Yıldırım ve Şimşek, 2011) sağlamak içinse, veriler sonuç kısmında literatür destekli uygun şekilde tartışılmıştır. Bu şekilde çalışmanın dış güvenirliği arttırılmaya çalışılmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde model analizi elemanlarından yararlanılarak skor, yoğunlaşma faktörü ve yoğunluk sapması ile algoritmalar ve matris kullanılmıştır. İlk olarak, optik okuyucu ile elde edilen öğrenci cevapları excel dosyasında düzenlenmiştir. Yoğunlaşma faktörü ve yoğunluk sapması formülleri üzerinden her bir sorunun yoğunlaşması (C) ve yoğunluk sapması (Γ) kağıt-kalem çalışmasıyla, puanlar (S) SPSS 23 programı üzerinden hesaplanmıştır. Tablo ve grafikler excel dosyası üzerinden oluşturulmuştur.

Mevcut çalışmada yıldız kavramına ilişkin üç soru grubu belirtilmektedir. Bunlar:

- Yıldızın kimliği
- Yıldızın yapısı ve
- Yıldızın yaşam döngüsüdür.

Yıldızın kimliği soru grubunda toplamda 9, yıldızın yapısı soru grubunda 11 ve yıldızın kimliği soru grubunda da 6 soru yer almaktadır. Elde edilen analizler bu soru gruplarıyla sınırlandırılmıştır. Ancak yıldızın yaşam döngüsü soru grubunda yer alan 26. soru analize dahil edilmemiştir. YKKT oluşturulurken her ne kadar model analizine uygun bir test oluşturulsa da 26. soruda yer alan seçeneklerin birden fazla model durumuna uygun olduğu görülmüş, bu sebeple testten çıkarılmamış fakat analize de dahil edilmemiştir. Soru gruplarına öğretmen adaylarının yanıtlarının modellenmesi aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir. Yapılan analizler araştırmacı tarafından oluşturulan bu modellemeler doğrultusunda gerçekleşmiştir.

Tablo 3.12. *Yıldızın kimliği soru grubunun öğrenci yanıtlarının modellenmesi**

Soru	Model 1	Model 2	Model 3
1	D	C, E	A, B
3	B	A, C, D	E
4	B, C, E	A, D	
8	D	A, B, C, E	
9	C	A, D, E	B
11	B	A, C, D, E	
23	E	A, B, C, D	
24	D	A, B, C, E	
25	E	C, D	A, B

*Tabloda harfler kavram testindeki soruların seçeneklerini temsil etmektedir.

Model 1: Her yıldızın kendisine özgü kimlik yapısı vardır.

Model 2: Bütün yıldızlar aynı kimlik yapısına sahiptir.

Model 3: Null model.

Tablo 3.13. *Yıldızın yapısı soru grubunun öğrenci yanıtlarının modellenmesi*

Soru	Model 1	Model 2	Model 3
5	C	A, D	B, E
6	B	A, C, D, E	
7	B	A, C, D, E	
10	E	A, B, C, D	
12	C	A, B, E	D
15	C	A, B	D, E
17	B	A, C, E	D

Tablo 3.13'ün devamı

18	D	A, B, C, E	
20	B	A	C, D, E
21	C	B, D, E	A
22	D	A, B, C, E	

Model 1: Yıldızlar birbirlerinden farklı yapısal özelliklere sahiptir.

Model 2: Yıldızların belirli yapısal özellikleri yoktur.

Model 3: Null model.

Tablo 3.14. *Yıldızın yaşam döngüsü soru grubunun öğrenci yanıtlarının modellenmesi*

Soru	Model 1	Model 2	Model 3
2	C	A, B, D	E
13	A	D, E	B, C
14	B	A, C, D, E	
16	E	A, B, D	C
19	E	A, B, C, D	

Model 1: Her yıldızın belirli bir yaşam döngüsü vardır.

Model 2: Her yıldızın belirli bir yaşam döngüsü yoktur.

Model 3: Null model

Model analizine ilişkin formüllerin açıklamaları Bölüm 2.3'te sunulmakla birlikte formüllere kullanılış sırasına göre aşağıda tekrar yer verilmiştir.

Yoğunlaşma Puanı S (Score):

$$S = {nc}/{N}$$

Yoğunlaşma Faktörü C (Concentration Factor):

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \times \left(r_0 - \frac{1}{\sqrt{m}}\right) = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \times \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} n_i^2}{N}} - \frac{1}{\sqrt{m}}\right)$$

Yoğunluk sapması ┌:

$$\Gamma = \frac{\sqrt{m-1}}{\sqrt{m-1}-1} \times \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} n_i^2 - S^2}}{(N-P)} - \frac{1}{\sqrt{m-1}}\right)$$

Bu anlamda öğretmen adaylarının YKKT'ye verdikleri yanıtlar ilk olarak belirtilen formüllerden yararlanılarak analiz edilmiştir. Analizin ikinci aşamasında, birinci aşamada elde edilen değerlerden yararlanılarak öğrencilerin model durumları kategorilendirilmiştir. Öğrencilerin yanıt durumlarını ilk olarak kategorize etmek için Bao'nun üç seviyeli kodlaması kullanılmıştır (Bkz. Bölüm 2.3.1.1.). Ayrıca, çalışma kapsamında hem yoğunlaşma faktörü hem de puanlar hakkında elde edilen bilgiyle, cevaplar ve onların kategorilendirmeleri iki boyutlu grafikle de sunulmuştur (Bkz. Bölüm 2.3.1.2.). Bu doğrultuda YKKT verilerinin analiziyle elde edilen sınıflandırmalar ve grafik bulgular kısmında sunulmuştur.

Analizin ikinci aşamasında, bireysel öğrenci cevaplarının yapısal bilgisini analiz etmek ve (varsa) karma model kullanan öğrenciler üzerinde detaylı bilgi içeren model durumlarının nicel değerlendirmesini elde etmek için matrisler kullanılmıştır.

Bir Öğrencinin Cevaplarından Oluşan Model Yanıt Vektörü r_k:

$$r_k = \begin{pmatrix} n_{1k} \\ n_{2k} \\ n_{3k} \end{pmatrix} \quad \text{k= 1, 2, ..., N}$$

Bir Öğrencinin Cevaplarından Oluşan Model Vektörü u_k:

$$u_k = \begin{pmatrix} u_{1k} \\ u_{2k} \\ u_{3k} \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{m}} \begin{pmatrix} \sqrt{n_{1k}} \\ \sqrt{n_{2k}} \\ \sqrt{n_{3k}} \end{pmatrix}$$

Tek Bir Öğrenci İçin Model Yoğunluk Matrisi D_k:

$$D_k = \frac{1}{m} \begin{bmatrix} n_{1k} & \sqrt{n_{1k}n_{2k}} & \sqrt{n_{1k}n_{3k}} \\ \sqrt{n_{2k}n_{1k}} & n_{2k} & \sqrt{n_{2k}n_{3k}} \\ \sqrt{n_{3k}n_{1k}} & \sqrt{n_{3k}n_{2k}} & n_{3k} \end{bmatrix}$$

Sınıf Model Yoğunluk Matrisi:

$$D = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{k=1}^{N} D_k$$

D simetrik olduğundan ve tüm veriler gerçek olduğundan bu matris *Hermisyen matristir*. Bu matriste negatif değerler yoktur yani tüm veriler sıfıra eşit ya da büyüktür. Mevcut çalışmada da belirtilen formüllerden yararlanılarak yıldız kavramına ilişkin üç farklı soru grubundan elde edilen öğrenci yanıtlarına göre sınıf model yoğunluk matrisleri oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Bölüm 4'te sunulmuştur.

4. BULGULAR

Bu araştırmanın temel amacı; fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldızlarla ilgili modellerinin model analizi yoluyla ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki bir üniversitenin Fen Bilgisi Eğitimi bölümü son sınıfta öğrenim görmekte olan öğretmen adayları ile birbirine entegre edilmiş durum çalışması ve deneysel desen doğrultusunda veriler toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda araştırmanın problem ve alt problemleri doğrultusunda elde edilen bulgular bu bölümde yer almaktadır.

İlk olarak skorların, yoğunlaşma faktörü ve yoğunluk sapmasının yer aldığı kategorilendirmeler ve grafikler sunulmuştur. İkincil olarak, öğretmen adaylarının modelleme durumlarını nicel olarak yansıtan matrisler oluşturulmuştur. Bu aşamada öncelikle öğretmen adaylarının bireysel sonuçlarına yer verilmiş, ardından esas hedeflenen amaç doğrultusunda sınıfın tamamına yönelik yapılan analiz sonuçları sunulmuştur. Esas hedeflenenin sınıfın model durumu olmasındaki sebep, Bölüm 2'de de belirtildiği gibi, sınıfta çok sayıda öğretmen adayına sahip olmamızdan dolayı (N=73), tüm sınıf için yoğunluk matrisi düzenlemeye ve sınıfın model durumunu değerlendirmeye bu analizin imkân tanımasındandır. Bu sayede sonuç kısmında TZM'ye ilişkin ortaya konulan tartışmalar aşağıda belirtilen bulgular neticesinde yapılmıştır.

4.1. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Kategorilendirilmesi

Öğretmen adaylarının ön-test YKKT uygulamasında verdikleri cevaplarının yoğunlaşma analizi sonuçları, yoğunlaşma faktörü (C) ve skoru (S) açısından Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1. *Öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının skorlarını ve yoğunlaşma faktörünü içeren ilgili model durumları*

Soru	S	C	Model (S&C)*
1	0,07	0,10	DD
2	0,27	0,02	DD
3	0,22	0,18	DD
4	0,05	0,40	DO

Tablo 4.1'in devamı

5	0,18	0,19	DD
6	0,53	0,29	OO
7	0,03	0,11	DD
8	0,33	0,13	DD
9	0,22	0,38	DO
10	0,36	0,08	DD
11	0,32	0,27	DO
12	0,60	0,37	OO
13	0,36	0,15	DD
14	0,16	0,21	DO
15	0,23	0,16	DD
16	0,44	0,17	OD
17	0,07	0,24	DO
18	0,18	0,06	DD
19	0,49	0,25	OO
20	0,33	0,09	DD
21	0,10	0,18	DD
22	0,22	0,15	DD
23	0,07	0,28	DO
24	0,08	0,13	DD
25	0,21	0,10	DD
26	0,48	0,23	OO

*D:Düşük, O: Orta, Y: Yüksek

Tablo 4.1'de YKKT'deki 26 sorunun tamamı için oluşturulan ön-teste ait kodlama listesi görülmektedir. Tablodan S-C kategorilendirmesi incelendiğinde, öğretmen adaylarının cevaplarının dört kategoride gruplandırıldığı anlaşılmaktadır. Soruların genelinde (15 soruda) öğretmen adaylarında DD tipi modellemenin olduğu, altı soruda da DO tipinin yaygın olduğu görülmektedir. DD tipinin fazla olması yaygın hatalı model lehine eğilim olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarında dört soruda (6., 12., 19. ve 26. sorular) OO tipi modellemenin olduğu, yani adayların bu soruları iyi yaptığı görülürken, bir soruda (16. soru) OD tipi modellemenin olduğu belirlenmiştir. Ön-test S-C kategorilendirmesinin hangi soruları kapsadığını ve yüzdelikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. *Model durumlarında bulunan kavramsal sorular (Ön-test S&C)*

Model (S&C)	Soru No	%
DD	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 25	57,69
DY	-	0
YY	-	0
DO	4, 9, 11, 14, 17, 23	23,08
OY	-	0
OO	6, 12, 19, 26	15,38
OD	16	3,85

Tablo 4.2 göstermektedir ki, YKKT'deki öğretmen adaylarının yanıt modellerinin yaklaşık %58'i null model durumunda (DD), yani rastgele cevap durumuna yakındır. Yanıtların yaklaşık %23'ü orta yoğunlaşmayla birlikte düşük puanları belirtirken (DO); %15,38'i orta yoğunlaşma ve orta puanın olduğunu göstermektedir (OO). İki popüler olmayan model durumunu yansıtan 16. soruyla ilgili olarak öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının (n=32) doğru seçeneği seçtiği görülmüştür.

Öğretmen adaylarının son-test YKKT uygulamasında verdikleri cevaplarının yoğunlaşma analizi sonuçları, yoğunlaşma faktörü ve skoru açısından Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. *Öğretmen adaylarının son-test cevaplarının skorlarını ve yoğunlaşma faktörünü içeren ilgili model durumları*

Soru	S	C	Model (S&C)
1	0,48	0,26	OO
2	0,99	0,97	YY
3	0,81	0,67	YY
4	0,16	0,26	DO
5	0,95	0,90	YY
6	0,96	0,93	YY
7	0,38	0,12	DD
8	0,58	0,36	OO
9	0,71	0,55	YY
10	0,96	0,93	YY
11	0,85	0,75	YY
12	0,86	0,76	YY
13	0,97	0,95	YY
14	0,78	0,63	YY
15	0,85	0,74	YY
16	0,74	0,60	YY
17	0,26	0,13	DD

Tablo 4.3'ün devamı

18	0,53	0,28	OO
19	1,00	1,00	YY
20	0,62	0,38	OO
21	0,56	0,32	OO
22	0,78	0,63	YY
23	0,29	0,08	DD
24	0,18	0,05	DD
25	0,83	0,71	YY
26	0,78	0,62	YY

Tablo 4.3'te YKKT'deki 26 sorunun tamamı için oluşturulan son-teste ait kodlama listesi görülmektedir. Tablodan S-C kategorilendirmesine bakıldığında, öğretmen adaylarının cevaplarının dört kategoride gruplandırıldığı anlaşılmaktadır. Sorularda yaygın olarak (16 soruda) öğretmen adaylarının YY tipi modelleme gösterdiği belirlenmiştir. Buradan adaylar kavrama ilişkin iyi sonuç gösterdiği anlaşılmaktadır. Bunun yanında adaylarda beş soruda (1., 8., 18., 20. ve 21. sorular) OO tipi modellemenin olduğu, yani iki seçenek üzerinde yoğunlaşıldığı (seçeneklerden biri doğru cevap olmak üzere) görülmektedir.

Tablo 4.3'e göre, öğretmen adaylarında dört soruda (7., 17., 23. ve 24. sorular) DD tipi modellemeyi devam ettirdiği belirlenmiştir. Ayrıca bir soruda (4. soru) DO tipi modellemenin olduğu da görülmektedir. Bu anlamda, cevapların iki seçenek üzerinde yoğunlaştığı ve ikisinin de yanlış cevap olduğu anlaşılmaktadır.

Son-test S-C kategorilendirmesinin hangi soruları kapsadığını ve yüzdeliklerini belirten tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.4. *Model durumlarında bulunan kavramsal sorular (Son-test S&C)*

Model (S&C)	**Soru No**	**%**
DD	7, 17, 23, 24	15,38
DY	-	0
YY	2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 25, 26	61,54
DO	4	3,85
OY	-	0
OO	1, 8, 18, 20, 21	19,23
OD	-	0

Tablo 4.4. göstermektedir ki, son-test YKKT'deki öğretmen adayı yanıt modellerinin yaklaşık %62'si bir doğru model durumundadır (YY). Yanıtların yaklaşık %19'u orta yoğunlaşmayla birlikte orta puanları belirtirken (OO); %15,38'i düşük yoğunlaşma ve düşük puanın olduğunu göstermektedir (DD). Cevapların iki hatalı seçenek üzerinde yoğunlaştığı yalnızca 4. soruda adayların %3,85'inin yer aldığı görülmektedir. Bu soruyla ilgili olarak öğretmen adaylarının çok az bir kısmının (n=12) doğru seçeneği seçtiği belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının ön-test YKKT uygulamasında verdikleri cevaplarının skor ve yoğunluk sapması açısından analiz sonuçları Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. *Öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının skorlarını ve yoğunluk sapmalarını içeren ilgili model durumları*

Soru	**S**	**┌**	**Model (S& ┌)**
1	0,07	0,08	DD
2	0,27	0,03	DD
3	0,22	0,29	DO
4	0,05	0,42	DO
5	0,18	0,28	DO
6	0,53	0,25	OO
7	0,03	0,04	DD
8	0,33	0,19	DD
9	0,22	0,59	DY
10	0,36	0,04	DD
11	0,32	0,49	DO
12	0,60	0,26	OO
13	0,36	0,22	DO
14	0,16	0,29	DO
15	0,23	0,26	DO
16	0,44	0,13	OD
17	0,07	0,23	DO
18	0,18	0,09	DD
19	0,49	0,26	OO
20	0,33	0,12	DD
21	0,10	0,19	DD
22	0,22	0,23	DO
23	0,07	0,29	DO
24	0,08	0,11	DD
25	0,21	0,16	DD
26	0,48	0,18	OD

Tablo 4.5'te S- ┌ kategorilendirmesi incelendiğinde, yüksek ┌ deki soruların (4. ve 9. sorular) önemli derecede düşük puanlara sahip olduğu (11. soru hariç) dikkat çekmektedir. Yüksek ┌ güçlü çeldiricileri belirttiği için öğretmen adaylarının aynı çeldiriciyi seçmede eğilimli oldukları görülmektedir. Bu da yaygın hatalı modellerin olduğunun bir göstergesidir.

Öğretmen adaylarının cevaplarının kategorilendirmeleri incelendiğinde, %38,46'sının DD ve benzer oranda %38,46'sının da DO tipi modelleme durumunda olduğu, düşük skorların ve düşük yoğunluk sapmalarının yer aldığı görülmektedir. Bunun yanında sadece bir soruda (9. soru) bir alternatif model durumunu simgeleyen DY model tipinin olduğu; YY model durumunun ise ön-test sonuçlarında yer almadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.6'da 4. ve 9. sorulara ilişkin öğretmen adaylarının seçenek dağılımları görülmektedir.

Tablo 4.6. *Öğretmen adaylarının 4. ve 9. sorulara verdikleri yanıtlar*

Soru	a	b	c	d	e
4. Soru	4	46	3	16	4*
9. Soru	7	43	16*	3	2

*Doğru seçenek

Tablo 4.6'da görüldüğü üzere, öğretmen adayları 4. soruda benzer çeldiriciler üzerinde yoğunlaşırken, 9. soruda aynı çeldiriciyi seçmişlerdir. Bunun yanında her iki soruda da cevaplar farklı seçenekler üzerinde dağılmıştır.

Öğretmen adaylarının son-test YKKT uygulamasında verdikleri cevaplarının skor ve yoğunluk sapması açısından analiz sonuçları Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7. *Öğretmen adaylarının son-test cevaplarının skorlarını ve yoğunluk sapmalarını içeren ilgili model durumları*

Soru	S	┌	Model (S& ┌)
1	0,48	0,32	OO
2	0,99	1,00	YY
3	0,81	0,26	YO
4	0,16	0,36	DO
5	0,95	0,58	YY

Tablo 4.7'nin devamı

6	0,96	0,49	YO
7	0,38	0,11	DD
8	0,58	0,36	OO
9	0,71	0,66	YY
10	0,96	0,49	YO
11	0,85	1,00	YY
12	0,86	0,10	YD
13	0,97	0,41	YO
14	0,78	0,33	YO
15	0,85	0,49	YO
16	0,74	0,80	YY
17	0,26	0,22	DO
18	0,53	0,21	OO
19	1,00	-	-
20	0,62	0,21	OO
21	0,56	0,21	OO
22	0,78	0,31	YO
23	0,29	0,12	DD
24	0,18	0,08	DD
25	0,83	0,23	YO
26	0,78	0,21	YO

Tablo 4.7'de S-┌ kategorilendirmesi incelendiğinde, 2., 5., 9., 11. ve 16. sorularda yüksek puanlarla birlikte yüksek yoğunluk sapmalarının olduğu görülmektedir. Bu sorulara ait veriler incelendiğinde (bkz. Tablo 4.8.), öğretmen adaylarının büyük kısmının doğru seçeneği seçtiği, kalan kısmın ise bir ya da en fazla iki seçenek arasında dağıldığı belirlenmiştir. Tek bir alternatif seçenek üzerinde kalınması yüksek yoğunluk sapmasını işaret etmiştir.

Tablo 4.8. *Öğretmen adaylarının son-test cevaplarının skorlarını ve yoğunluk sapmalarını içeren ilgili model durumları*

Soru	**a**	**b**	**c**	**d**	**e**
2. Soru	0	0	72*	0	1
5. Soru	1	0	69*	3	0
9. Soru	17	4	52*	0	0
11. Soru	0	62*	11	0	0
16. Soru	2	0	0	17	54*

*Doğru seçenek

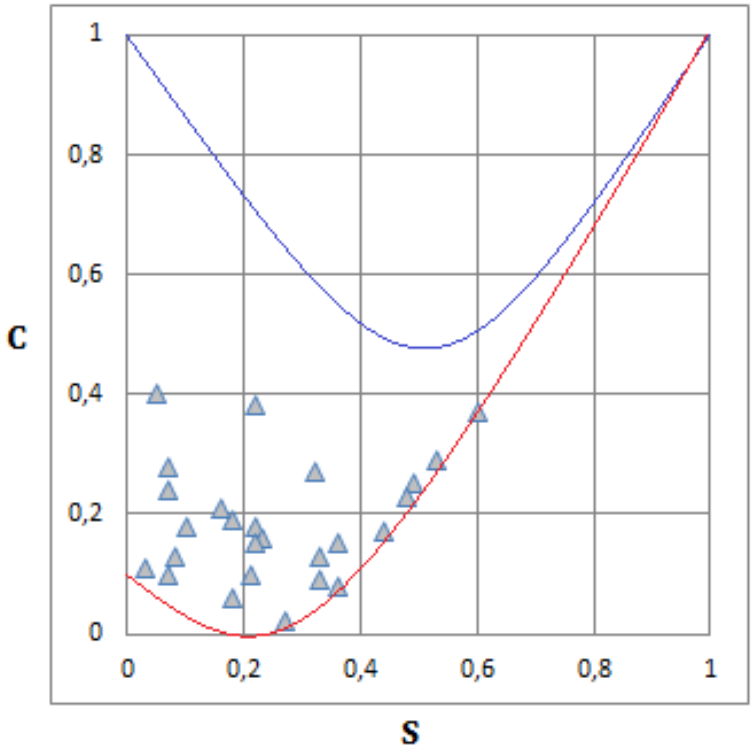
Ayrıca, Tablo 4.8'e göre öğretmen adaylarının dokuz soruda ise YO tipi modelleme gösterdiği, beş soruda OO tipi, üç soruda DD tipi, iki soruda DO tipi ve bir soruda da YD tipi modelleme gösterdiği belirlenmiştir.

4.2. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Grafik Sunumları

Elde edilen verileri görsel formatta sunmak için S-C ve S- ┌ grafikleri kullanılmıştır. YKKT'ye verilen cevaplar doğrultusunda elde edilen bu veriler ön-test, son-test, ortalama ve değişimi gösterecek şekilde grafikler üzerinde simgeler ve işaretler kullanılarak sunulmuştur.

4.2.1. S-C Grafik Analizleri

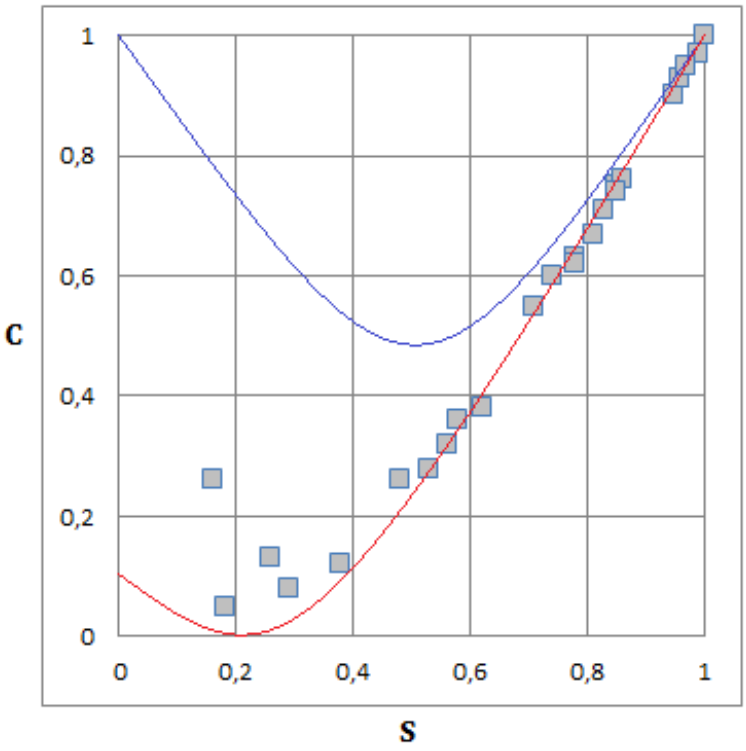
Öğretmen adaylarının ön-test YKKT uygulamasında verdikleri cevapların yoğunlaşma faktörü ve skoru açısından grafikle gösterimi aşağıda sunulmuştur.



Grafik 4.1. YKKT'deki 26 soruya yönelik ön-test S-C grafiği

Grafik 4.1. incelendiğinde, öğretmen adaylarının cevaplarının çoğunlukla DD bölgesinde yoğunlaştığı, bunu DO ve OO bölgelerindeki yoğunlaşmaların takip ettiği görülmektedir. Bunun yanında iki eğim çizgisinin birleştiği noktalara yakın olan bölgede (YY bölgesi) yoğunlaşmanın olmadığı anlaşılmaktadır. Bu anlamda öğretmen adaylarının ön-testte kavrama ilişkin iyi sonuçlar göstermediği belirlenmiştir.

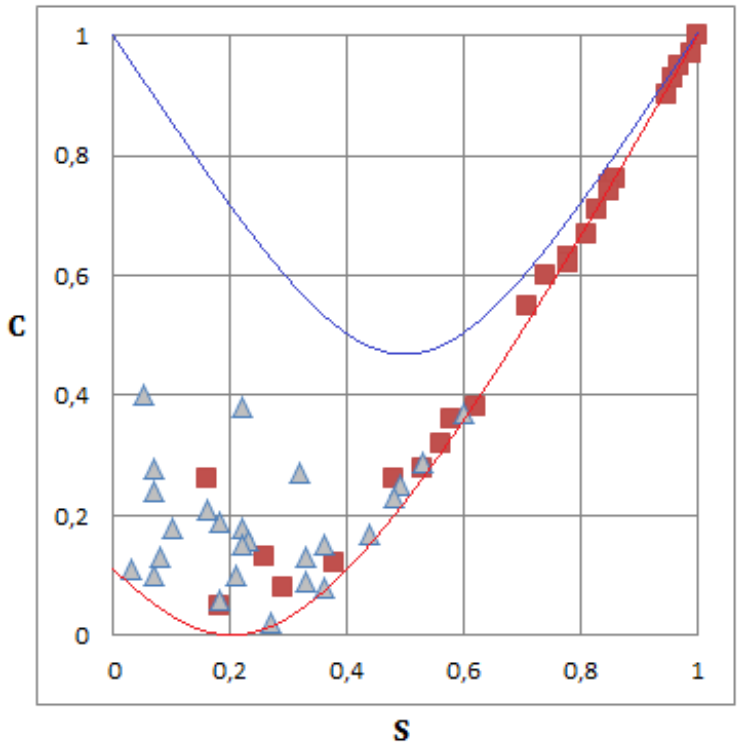
Öğretmen adaylarının son-test YKKT uygulamasında verdikleri cevapların yoğunlaşma faktörü ve skoru açısından grafikle gösterimi aşağıda sunulmuştur.



Grafik 4.2. YKKT'deki 26 soruya yönelik son-test S-C grafiği

Grafik 4.2. incelendiğinde, öğretmen adaylarının son-test cevaplarının YY bölgesinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Bunu OO bölgesindeki yoğunlaşmanın takip ettiği görülmektedir. Bunun yanında DD bölgesinde de diğer iki bölgeye göre daha az olmakla birlikte bir yoğunlaşmanın olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.3'te de belirtildiği gibi öğretmen adaylarının tek bir soruda da DO bölgesinde yer aldığı anlaşılmaktadır.

Öğretmen adaylarının YKKT uygulamasında verdikleri cevaplara yönelik S-C değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



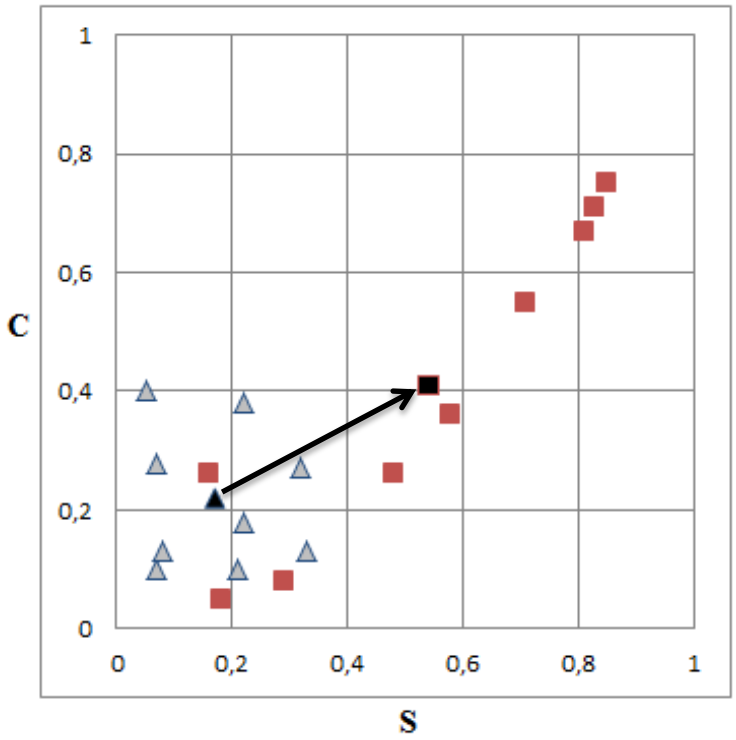
Grafik 4.3. YKKT'deki 26 soruya yönelik S-C değişim grafiği (△=ön-test, ■= son-test)

Grafik 4.3'e göre, öğretmen adayları öğretim öncesinde sorulara verdikleri cevaplar yönünden DD bölgesinde yoğunluk gösterirken, son-testte bu durumun YY bölgesine doğru kaydığı görülmektedir. Bunun yanında ön-testte ve son-testte OO bölgesindeki yoğunlaşmaların devam ettiği, bu anlamda öğretmen adaylarının bazı sorularda halen iki seçenek üzerinde yoğunluk gösterdiği anlaşılmaktadır.

Farklı kavram grupları ele alınarak, gruplarda yer alan soruların öğretmen adaylarının durumlarındaki detaylı incelemesi aşağıdaki grafiklerde ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

- **"Yıldızın Kimliği" Soru Grubu**

Yıldızın kimliği soru grubunda dokuz soru yer almaktadır. Öğretmen adaylarının bu kavram grubuna verdikleri cevaplara yönelik S-C değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



Grafik 4.4. Yıldızın kimliği soru grubuna ait S-C grafiği (△=ön-test, ■= son-test, ▲=ön-test ortalaması, ■= son-test ortalaması)

Grafik 4.4. incelendiğinde, öğretmen adaylarının yıldızın kimliği kavram grubuna ilişkin ön-testte genellikle DD ve DO bölgelerinde bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön-test puanlarının oldukça düşük olup, güçlü alternatif fikirlere sahip oldukları anlaşılmaktadır. Öğretim sonrası öğretmen adaylarının son-test durumları incelendiğinde, çoğunlukla YY bölgesinde bulundukları, bunun yanında OO ve DO bölgelerinde de yer aldıkları görülmektedir.

Ön-test ve son-test ortalamalarına ilişkin değişime bakıldığında (grafikte ok işaretiyle belirtilmiştir), büyük bir değişimin olduğu, fakat bunun OO bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Dördüncü soruda öğretmen adaylarının ön ve son testlerde DO tipini göstermişlerdir. 23. ve 24. sorularda ise son-testte DD tipi modellemede kalmaları ortalamayı etkilemektedir. 23. ve 24. sorulara detaylı bakılacak olunursa;

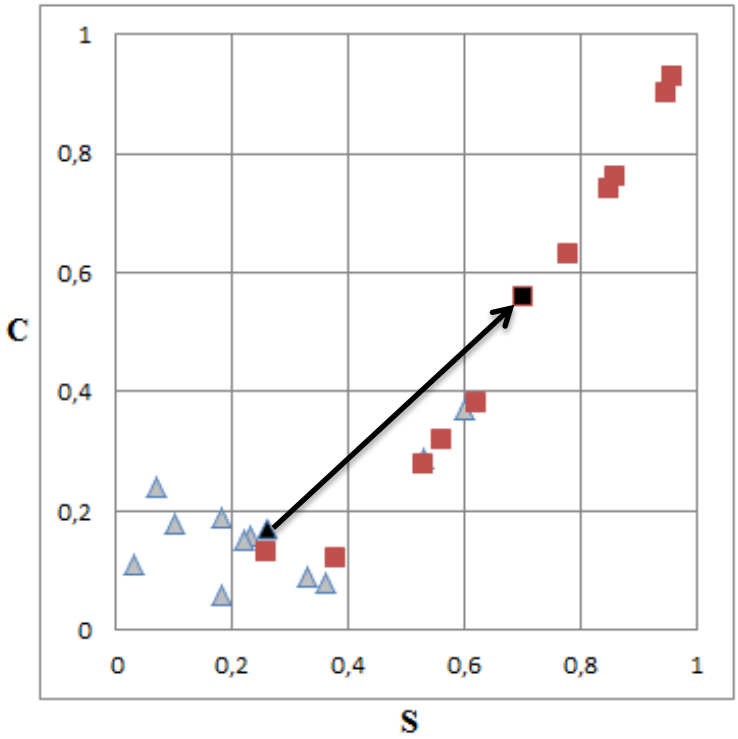
23. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın varlığının en önemli karakteristiği ve gelecekteki olaylarını belirleyen durumdur?
a. Yüzey sıcaklığı
b. Boyutu (çapı)
c. Rengi
d. Bileşimi (atomların tipi)
e. Kütle

24. Aşağıdakilerden hangisi yıldızın kalan yaşamını belirleyen özelliklerden biridir?
a. Parlaklık
b. Sıcaklık
c. Renk
d. Kütle
e. Kimyasal yapı

Belirtilen her iki soruda da öğretmen adaylarından yıldızın kimliğine ilişkin sorgulama yapmaları beklenmektedir. Öğretmen adaylarının her iki soru için de yıldızın bileşimi ve kimyasal yapısına odaklanmaları puanlarının düşük olmasına; diğer seçeneklerde de dağılımların olması ise yoğunlaşmanın düşük olmasına neden olmuştur.

- **"Yıldızın Yapısı" Soru Grubu**

Yıldızın yapısı soru grubunda 12 soru yer almaktadır. Öğretmen adaylarının bu kavram grubuna verdikleri cevaplara yönelik S-C değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



Grafik 4.5. Yıldızın yapısı soru grubuna ait S-C grafiği (△=ön-test, ■= son-test, ▲=ön-test ortalaması, ■= son-test ortalaması)

Grafik 4.5. incelendiğinde, öğretmen adaylarının yıldızın yapısı kavram grubuna ilişkin ön-testte genellikle DD bölgesinde yer aldıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön-test puanlarının ve yoğunlaşmanın düşük olduğu, cevapların rastgelelik içerdiği anlaşılmaktadır. Öğretim sonrası öğretmen adaylarının son-test durumları incelendiğinde, çoğunlukla YY bölgesinde bulunmakla beraber, OO bölgesinde de yer aldıkları görülmektedir. Ayrıca iki soruda (7. ve 17. sorular) öğretmen adayları DD bölgesinde kalmışlardır. Bu sorulardan ön ve son testlerin her ikisinde de DD bölgesinde yer alınan yedinci soruya bakılacak olunursa;

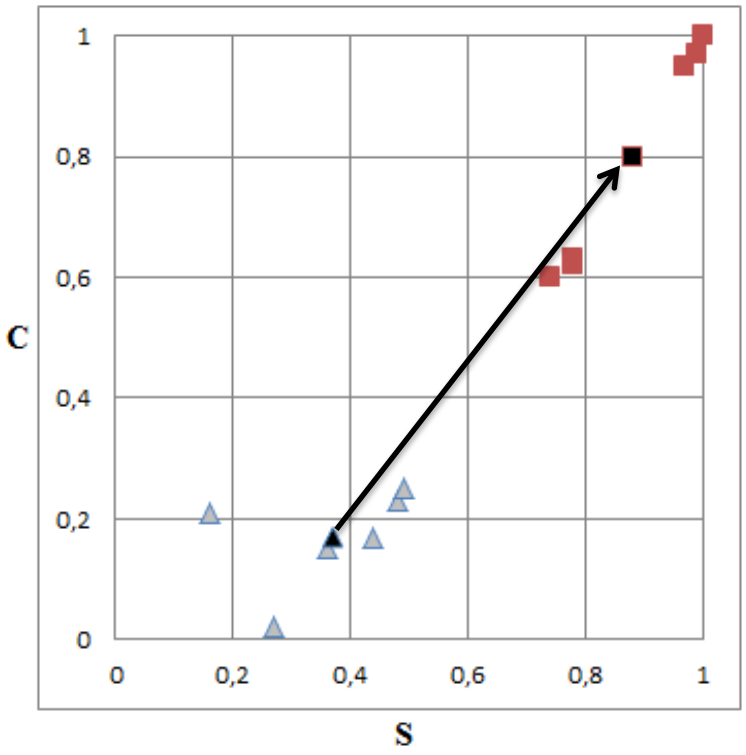
7. Gezegenimizi ısıtan Güneş, enerjisini nasıl üretmektedir?
a. Güneş'in içerisindeki gazlar yanmakta ve enerji üretilmektedir.
b. Hafif atomların daha ağır atomlara dönüşmesi sürecinde enerji yayılır.
c. Güneş içerisindeki gazlar sıkıştırılınca ısınır, enerji yayarlar.
d. Ağır atomlar daha hafif atomlara parçalanır ve süreçte enerji yayılır.
e. Güneşin içerisindeki radyoaktif çekirdeklerin bozunması sürecinde enerji yayılır.

Belirtilen soruya ilişkin öğretmen adaylarının doğru seçeneğin yanında (b seçeneği) farklı seçenekler üzerinde de yoğunlaştıkları, cevaplarının tahmin ya da rastgelelik içerdiğini, buna bağlı olarak da düşük yoğunluk faktörünün ortaya çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Grafik 6'da ön-test ve son-test ortalamalarına ilişkin değişime bakıldığında (grafikte ok işaretiyle belirtilmiştir), büyük bir değişimin olduğu, DD tipi modellemeden YY tipi modellemeye bu kavram grubunda daha fazla geçildiği (yıldızın kimliği kavram grubuna göre) belirlenmiştir.

- **"Yıldızın Yaşam Döngüsü" Soru Grubu**

Yıldızın yaşam döngüsü soru grubunda beş soru yer almaktadır. Öğretmen adaylarının bu kavram grubuna verdikleri cevaplara yönelik S-C değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



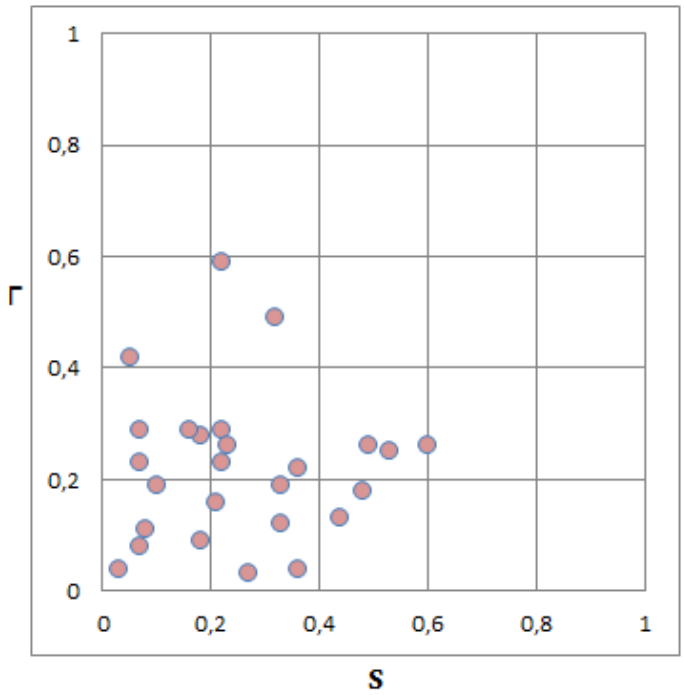
Grafik 4.6. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait S-C grafiği (△=ön-test, ■ = son-test, ▲=ön-test ortalaması, ■ = son-test ortalaması)

Grafik 4.6'ya bakıldığında, öğretmen adaylarının yıldızın yaşam döngüsü kavram grubuna ilişkin ön-testte genellikle DD ve OO bölgelerinde yer aldıkları görülmektedir. Bu anlamda öğretmen adaylarının iki ya da daha fazla seçenek arasında kaldığı, bunların genellikle alternatif fikir içerikli seçenekler olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının farklı seçenekler arasında kalması yoğunlaşma faktörünün de düşük ve orta olmasına neden olmuştur. Öğretim sonrası öğretmen adaylarının son-test durumları incelendiğinde, tamamının YY bölgesinde yer aldığı, bu anlamda öğretmen adaylarının belirtilen kavram grubuna ilişkin iyi sonuçlar gösterdiği görülmektedir.

Grafik 4.6'da ön-test ve son-test ortalamalarına ilişkin değişime bakıldığında (grafikte ok işaretiyle belirtilmiştir), büyük bir değişimin olduğu, DD tipi modellemeden YY tipi modellemeye bu kavram grubunda diğer iki kavram grubuna göre daha fazla geçildiği belirlenmiştir.

4.2.2. S- ┌ Grafik Analizleri

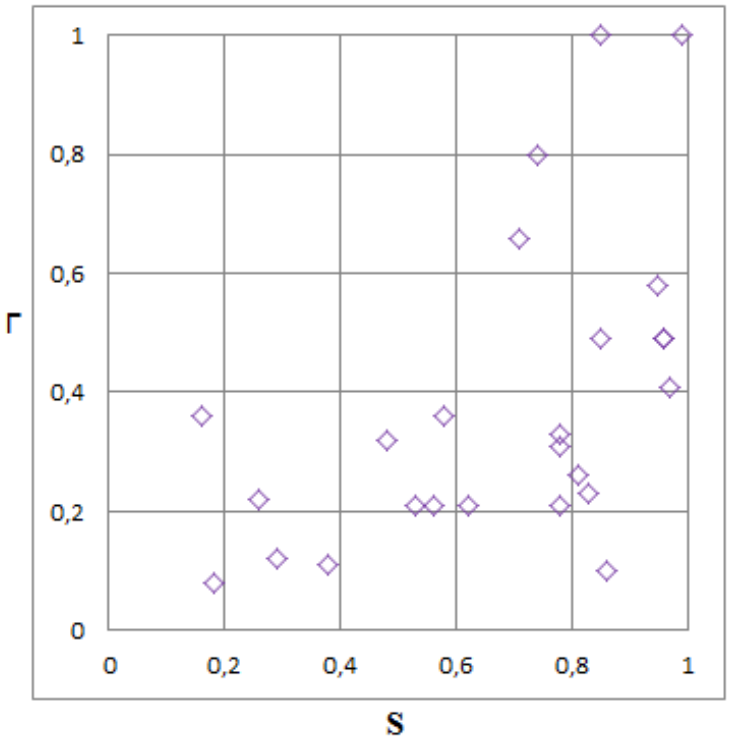
Öğretmen adaylarının ön-test YKKT uygulamasında verdikleri cevapların yoğunluk sapması ve skoru açısından grafikle gösterimi aşağıda sunulmuştur.



Grafik 4.7. YKKT'deki 26 soruya yönelik ön-test S- ┌ grafiği

Grafik 4.7'de öğretmen adaylarının yanlış cevaplarına ilişkin dağılım incelendiğinde, ön uygulama verilerinden elde edilen ┌'lerin oldukça dağınık bir yayılma gösterdiği görülmektedir. Genellikle düşük ve orta ┌'lerle birlikte düşük puanların yer aldığı belirlenmiştir.

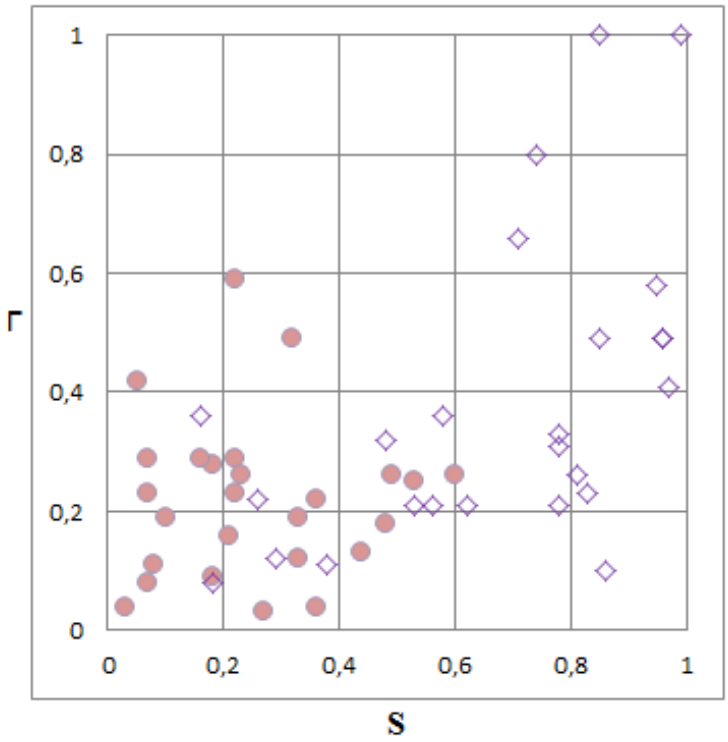
Öğretmen adaylarının son-test YKKT uygulamasında verdikleri cevapların yoğunluk sapması ve skoru açısından grafikle gösterimi aşağıda sunulmuştur.



Grafik 4.8. YKKT'deki 26 soruya yönelik son-test S- ┌ grafiği

Grafik 4.8'de öğretmen adaylarının yanlış cevaplarına ilişkin son-test dağılımları incelendiğinde, uygulamadan elde edilen ┌'lerin ön uygulamada olduğu gibi oldukça dağınık bir yayılma gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, düşük ve orta ┌'lerle birlikte yüksek puanların yer aldığı, bu anlamda öğretmen adaylarının doğru cevap lehine bir değişim gösterdiği anlaşılmaktadır.

Öğretmen adaylarının YKKT uygulamasında verdikleri cevaplara yönelik S- ┌ değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



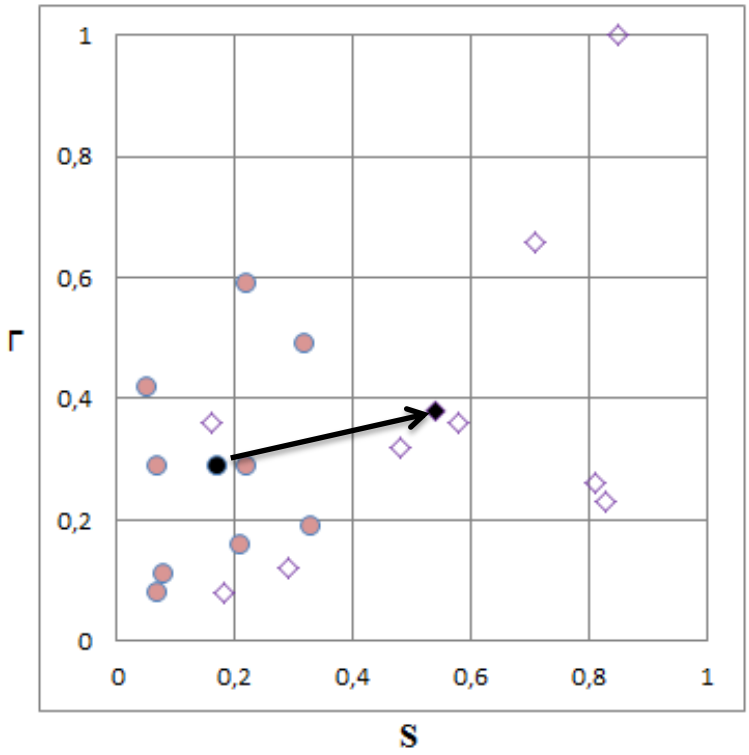
Grafik 4.9. YKKT'deki 26 soruya yönelik S- ┌ değişim grafiği (● =ön-test, ◇ = son-test)

Grafik 4.9'da belirtilen ön ve son sonuçların karşılaştırıldığı S- ┌ taslağı, yanlış yanıtlar üzerindeki öğretmen adaylarının davranışlarının çözümlenmesini incelemek için iyi birer gösterimdir. Grafik 10'a bakıldığında, öğretmen adaylarının ön ve son ┌'lerinin yayılımının dağınık olduğu, bu anlamda öğretmen adaylarının ön ve son uygulamalarda oldukça benzer yanlış cevap durumları sergiledikleri belirlenmiştir.

Soru grupları ele alındığında, bu durumun hangi sorular lehinde olduğu aşağıdaki grafiklerde ayrıntılandırılmıştır.

- **"Yıldızın Kimliği" Soru Grubu**

Yıldızın kimliği soru grubunda yer alan dokuz soruya yönelik öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ilişkin S- ┌ değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



Grafik 4.10. Yıldızın kimliği soru grubuna ait S- Γ grafiği (● =ön-test, ◇ = son-test, (● =ön-test ortalaması, ◆ = son-test ortalaması)

Grafik 4.10. incelendiğinde, skor ve yoğunluk sapması açısından öğretmen adaylarının yıldızın kimliği kavram grubuna ilişkin ön-testte genellikle DD ve DO bölgelerinde bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön-test puanlarının oldukça düşük olup, hatalı baskın model lehinde eğilim olduğu anlaşılmaktadır. Öğretim sonrası öğretmen adaylarının son-test durumları incelendiğinde, belirli bir bölgede yoğunlaşılmadığı, dağınık bir farklılaşmanın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ortalamadaki değişime bakıldığında (ok ile belirtilmiştir) son-test puanlarında önemli bir artışın olduğu anlaşılmaktadır. Bu duruma örnek olarak yıldızın şeklinin sorgulandığı üçüncü soru incelenecek olunursa, seçenekler açısından değişim Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9. *Öğretmen adaylarının üçüncü soruya verdikleri yanıtlar*

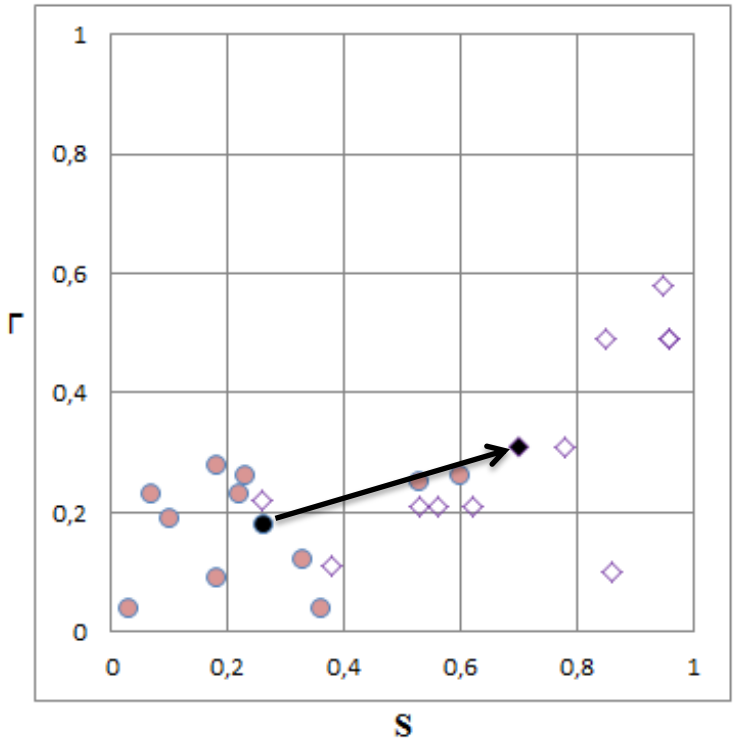
Soru			3			
Seçenekler	a	b*	c	d	e	Γ
Ön-test	8	16	10	5	34	0,29
Son-test	1	59	5	1	7	0,26

*Doğru seçenek

Tablo 4.9'da soru üç için bakıldığında, öğretmen adaylarının öğretim öncesi verdikleri yanlış cevaplar, bu anlamda sahip oldukları alternatif fikirler, öğretimden sonra önemli derecede azalmıştır. Diğer anlamda, ana çeldiricilerde (yıldızların belirli bir şekilleri yoktur; yıldızlar beş nokta yıldızı şeklindedir) büyük bir değişiklik gözlenirken, doğru seçenek üzerinde de büyük bir artış olmuştur.

- **"Yıldızın Yapısı" Soru Grubu**

Yıldızın yapısı soru grubunda yer alan 12 soruya yönelik öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ilişkin S- ┌ değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



Grafik 4. 11 Yıldızın yapısı soru grubuna ait S- ┌ grafiği (● =ön-test, ◇ = son-test, (● =ön-test ortalaması, ◆ = son-test ortalaması)

Grafik 4.11. incelendiğinde, skor ve yoğunluk sapması açısından öğretmen adaylarının yıldızın yapısı kavram grubuna ilişkin ön-testte çoğunlukla DD, ardından DO bölgesinde bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön-test puanlarının oldukça düşük olup, farklı alternatif fikirleri içeren cevapları seçtikleri anlaşılmaktadır. Öğretim sonrası öğretmen adaylarının son-test durumları

incelendiğinde, YO ve OO bölgelerinde yoğunlaşıldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte yıldızın yapısı kavram grubuna ilişkin son-test puanlarında önemli bir artışın olduğu görülmektedir. Bu duruma örnek olarak yıldızın renk ve sıcaklığının sorgulandığı 15. soru incelenecek olunursa, seçenekler açısından değişim Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10. *Öğretmen adaylarının 15. soruya verdikleri yanıtlar*

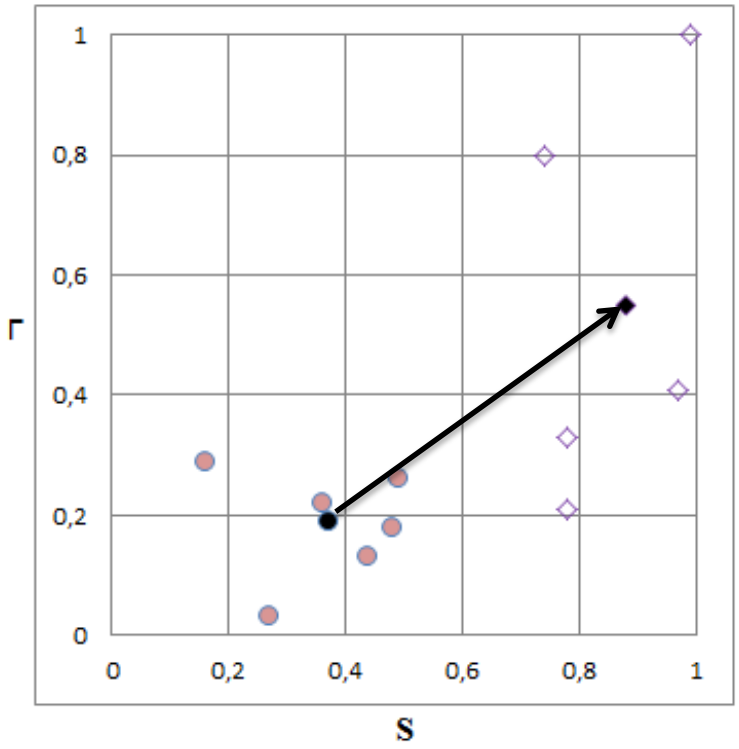
Soru			15			
Seçenekler	a	b	c*	d	e	Γ
Ön-test	32	12	17	7	5	0,26
Son-test	1	8	52	1	1	0,49

*Doğru seçenek

Tablo 4.10'da soru 15 için bakıldığında, öğretmen adaylarının öğretim öncesi verdikleri yanlış cevaplarda, öğretimden sonra önemli derecede azalma olduğu görülmektedir. Bu anlamda en sıcak yıldızların renginin kırmızı olarak belirtildiği ana çeldiricide (a seçeneği) büyük bir değişim gözlenirken, doğru seçeneği seçen öğretmen adayların sayısında da dikkat çeken bir artışın olduğu anlaşılmaktadır.

- **"Yıldızın Yaşam Döngüsü" Soru Grubu**

Yıldızın yaşam döngüsü soru grubunda yer alan beş soruya yönelik öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara ilişkin S-Γ değişimini gösteren grafiğe aşağıda yer verilmiştir.



Grafik 4. 12 Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait S- ┌ grafiği (● =ön-test, ◇ = son-test, (● =ön-test ortalaması, ◆ = son-test ortalaması)

Grafik 4.12. incelendiğinde, skor ve yoğunluk sapması açısından öğretmen adaylarının yıldızın yaşam döngüsü kavram grubuna ait ön-testte farklı bölgelere dağılım olduğu görülmektedir. Bununla beraber öğretmen adaylarının ön-test puanlarının düşük ve orta düzeyde olduğu, yoğunluk sapması açısından da düşük ve orta ┌'lerin olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrası öğretmen adaylarının son-test durumları incelendiğinde, YO ve YY bölgelerinde yoğunlaşıldığı belirlenmiştir. Yıldızım yaşam döngüsü kavram grubuna ilişkin son-test puanlarının tamamının yüksek düzeyde olması bu kavram grubuna ilişkin doğru cevaplara daha fazla eğilimin olduğunu göstermektedir.

Grafik 4.12'de ortalama bakımından incelendiğinde, hem puan hem de yoğunluk sapması açısından bir değişim olduğu, okun yüksek puanlara doğru önemli derecede ilerleme gösterdiği belirlenmiştir.

4.3. Öğretmen Adaylarına Ait Bireysel Olasılık Vektörleri

Öğretmen adaylarının ham cevapları, model tabanlı cevaplar içerisinde yer almaktadır. Her bir soru için her bir öğretmen adayının (N=73) ön-test ve son-test yanıtlarının fiziksel model alanındaki temel vektörler tarafından modellenmesi Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11. *Farklı soru gruplarına ait öğretmen adaylarının ön-test ve son-test olasılık vektörleri*

Öğretmen Adayı	Yıldızın Kimliği		Yıldızın Yapısı		Yıldızın Yaşam Döngüsü	
	Ön-test	Son-test	Ön-test	Son-test	Ön-test	Son-test
Ö1	(252)	(720)	(452)	(641)	(041)	(410)
Ö2	(162)	(621)	(191)	(560)	(041)	(320)
Ö3	(153)	(630)	(191)	(641)	(320)	(311)
Ö4	(522)	(540)	(281)	(731)	(230)	(500)
Ö5	(063)	(720)	(362)	(641)	(131)	(410)
Ö6	(441)	(810)	(452)	(920)	(131)	(320)
Ö7	(161)	(540)	(740)	(830)	(131)	(410)
Ö8	(162)	(630)	(740)	(830)	(230)	(500)
Ö9	(351)	(630)	(371)	(731)	(230)	(500)
Ö10	(072)	(720)	(380)	(830)	(230)	(500)
Ö11	(342)	(540)	(371)	(740)	(221)	(410)
Ö12	(252)	(720)	(272)	(650)	(131)	(500)
Ö13	(072)	(720)	(191)	(920)	(041)	(500)
Ö14	(072)	(630)	(272)	(740)	(041)	(410)
Ö15	(162)	(540)	(281)	(830)	(230)	(500)
Ö16	(351)	(540)	(740)	(650)	(131)	(500)
Ö17	(531)	(540)	(740)	(650)	(320)	(410)
Ö18	(450)	(720)	(740)	(920)	(311)	(500)
Ö19	(450)	(720)	(650)	(740)	(410)	(311)
Ö20	(144)	(450)	(461)	(911)	(311)	(500)
Ö21	(261)	(630)	(560)	(1100)	(122)	(500)
Ö22	(270)	(630)	(0101)	(632)	(131)	(320)
Ö23	(450)	(630)	(290)	(920)	(041)	(410)

Tablo 4.11'nin devamı

Ö24	(441)	(540)	(263)	(830)	(041)	(320)
Ö25	(531)	(531)	(281)	(1010)	(320)	(320)
Ö26	(243)	(720)	(821)	(920)	(221)	(500)
Ö27	(153)	(630)	(641)	(1100)	(041)	(500)
Ö28	(162)	(720)	(1100)	(740)	(131)	(500)
Ö29	(162)	(720)	(281)	(1100)	(230)	(500)
Ö30	(171)	(441)	(191)	(821)	(230)	(500)
Ö31	(252)	(720)	(182)	(650)	(221)	(500)
Ö32	(261)	(621)	(290)	(830)	(050)	(500)
Ö33	(441)	(531)	(272)	(920)	(131)	(500)
Ö34	(252)	(450)	(452)	(830)	(311)	(410)
Ö35	(072)	(540)	(191)	(920)	(140)	(500)
Ö36	(123)	(540)	(281)	(830)	(221)	(410)
Ö37	(630)	(540)	(461)	(911)	(320)	(320)
Ö38	(450)	(720)	(371)	(740)	(131)	(500)
Ö39	(252)	(261)	(182)	(551)	(230)	(410)
Ö40	(441)	(351)	(281)	(821)	(230)	(410)
Ö41	(612)	(630)	(191)	(1010)	(311)	(410)
Ö42	(153)	(720)	(371)	(920)	(230)	(500)
Ö43	(072)	(531)	(191)	(740)	(221)	(500)
Ö44	(333)	(630)	(281)	(560)	(311)	(410)
Ö45	(153)	(630)	(092)	(830)	(140)	(410)
Ö46	(351)	(540)	(542)	(740)	(320)	(500)
Ö47	(072)	(261)	(182)	(722)	(131)	(500)
Ö48	(261)	(342)	(290)	(740)	(212)	(410)
Ö49	(252)	(450)	(551)	(1100)	(140)	(500)
Ö50	(153)	(450)	(173)	(731)	(320)	(500)
Ö51	(252)	(270)	(551)	(731)	(221)	(500)
Ö52	(243)	(522)	(1100)	(551)	(230)	(500)
Ö53	(243)	(540)	(380)	(650)	(320)	(500)
Ö54	(333)	(720)	(092)	(1010)	(050)	(500)
Ö55	(351)	(450)	(290)	(740)	(230)	(500)
Ö56	(153)	(450)	(281)	(740)	(230)	(500)
Ö57	(351)	(810)	(0101)	(830)	(131)	(500)

Tablo 4.11'nin devamı

Ö58	(252)	(441)	(182)	(920)	(131)	(500)
Ö59	(162)	(360)	(371)	(731)	(230)	(410)
Ö60	(251)	(630)	(551)	(920)	(140)	(500)
Ö61	(252)	(720)	(272)	(920)	(320)	(500)
Ö62	(234)	(630)	(263)	(821)	(131)	(500)
Ö63	(252)	(630)	(281)	(1100)	(320)	(500)
Ö64	(360)	(162)	(182)	(362)	(230)	(320)
Ö65	(342)	(630)	(353)	(1100)	(041)	(500)
Ö66	(351)	(540)	(272)	(740)	(320)	(500)
Ö67	(342)	(441)	(191)	(731)	(221)	(410)
Ö68	(342)	(620)	(560)	(551)	(311)	(500)
Ö69	(270)	(630)	(452)	(632)	(140)	(500)
Ö70	(162)	(630)	(191)	(911)	(041)	(410)
Ö71	(162)	(630)	(371)	(731)	(140)	(500)
Ö72	(252)	(720)	(452)	(920)	(320)	(410)
Ö73	(441)	(720)	(641)	(821)	(311)	(410)

Tablo 4.11 incelendiğinde, yıldızın kimliği soru grubunda yer alan maddelere yönelik olarak her bir öğretmen adayının verdiği yanıtların model cevap vektörüne dönüştürülmüş durumları görülmektedir. Bu anlamda, öğretmen adaylarının yıldızın kimliği soru grubuna yönelik olarak ön-test yanıtlarının genellikle Model 2 ve Model 3 içerinde yer aldığı, ağırlıklı olarak Model 1 durumunu belirten öğretmen adayının az sayıda olduğu (Ö4, Ö17, Ö25, Ö37 ve Ö41 öğretmen adayları) anlaşılmaktadır. Son-testte ise, Ö39, Ö40, Ö47, Ö51 ve Ö59 öğretmen adaylarının Model 2 durumunda baskın olduğu, diğer öğretmen adaylarının ise Model 1 durumunda olduğu belirtilebilir.

Yıldızın yapısı soru grubunda yer alan maddelere yönelik olarak her bir öğretmen adayının verdiği yanıtların model cevap vektörüne dönüştürülmüş durumları incelendiğinde (bkz. Tablo 4.1.), ön-test yanıtlarının genellikle Model 2 durumunu belirttiği görülmektedir. Bunun yanında Ö7, Ö8, Ö16, Ö17 ve Ö18 öğretmen adaylarının ise aynı model cevap vektörünü [(740)] oluşturdukları dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının son-teste verdikleri yanıtların model cevap

vektörüne dönüştürülmüş durumlarına bakıldığında, öğretmen adaylarının Model 1 durumunda baskın olduğu belirtilebilir. Ayrıca, Ö21, Ö27, Ö29, Ö49 ve Ö65 öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarının tamamının Model 1 durumunu kapsaması dikkat çekmektedir.

Yıldızın yaşam döngüsü soru grubunda yer alan beş maddeye yönelik olarak her bir öğretmen adayının verdiği yanıtların model cevap vektörüne dönüştürülmüş durumları incelendiğinde (bkz. Tablo 4.11.), ön-test yanıtlarının genellikle Model 2 durumunu belirttiği görülmektedir. Bu durumun tam tersi olarak Ö19'un Model 1 durumunda baskın olduğu [(410)], Ö20, Ö34, Ö41, Ö44 ve Ö73'ün ise ağırlıklı olarak Model 1 durumunu gösterdiği [(311)] söylenebilir. Tablo 4.1'de yıldızın yaşam döngüsü soru grubunun son-test yanıtlarına bakıldığında ise, öğretmen adaylarının tamamına yakının sorulara doğru yanıtlar verdiği ve Model 1 durumunda baskın oldukları anlaşılmaktadır.

4.4. Öğretmen Adaylarına Ait Model Vektörü

Öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisini oluşturmak için ilk olarak öğretmen adaylarının bireysel model durumlarını hesaplamak gerekmektedir. Öğretmen adayların ait bireysel model yanıt vektörü, Tablo 4.11'de yer alan olasılık vektörlerinin karekökleri alınarak hesaplanmış, yıldızın kimliği soru grubuna ait bulgular Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12. *Yıldızın kimliği soru grubuna ait öğretmen adaylarının ön-test ve son-test model vektörleri*

Yıldızın Kimliği					
Öğretmen Adayı	**Ön-test**	**Son-test**	**Öğretmen Adayı**	**Ön-test**	**Son-test**
Ö1	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö38	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{2}\\ 1\end{pmatrix}$	Ö39	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{6}\\ 1\end{pmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö40	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ 2\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$

Tablo 4.12’nin devamı

Ö4	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ \sqrt{2}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö41	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ 1\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö42	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ 2\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$	Ö43	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{7}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{\sqrt{8}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö44	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{3}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö45	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö9	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}3\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö46	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$
Ö10	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{7}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö47	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{7}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{6}\\ 1\end{pmatrix}$
Ö11	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ 2\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö48	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{6}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ 2\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$
Ö12	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö49	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö13	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{7}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö50	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö14	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{7}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö51	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{7}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö52	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ 2\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ \sqrt{2}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö53	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ 2\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$

Tablo 4.12'nin devamı

Ö17	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö54	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{3}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö18	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö55	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö19	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö56	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö20	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ 2\\ 2\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö57	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$
Ö21	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{6}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö58	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ 2\\ 1\end{pmatrix}$
Ö22	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{7}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö59	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{6}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö23	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö60	$\frac{1}{\sqrt{8}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö24	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\ 2\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	Ö61	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	Ö62	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 2\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ 2\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö63	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{5}\\ \sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö64	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{6}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$
Ö28	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö65	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ 2\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$
Ö29	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{6}\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö66	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{5}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$

Tablo 4.12'nin devamı

Ö30	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\2\\1\end{pmatrix}$	Ö67	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\2\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\2\\1\end{pmatrix}$
Ö31	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö68	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\2\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö32	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{6}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	Ö69	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{7}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$
Ö33	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	Ö70	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{6}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$
Ö34	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	Ö71	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{6}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$
Ö35	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}0\\\sqrt{7}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\2\\0\end{pmatrix}$	Ö72	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö36	$\frac{1}{\sqrt{6}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{2}\\\sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\2\\0\end{pmatrix}$	Ö73	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}2\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö37	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{3}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\2\\0\end{pmatrix}$			

Tablo 4.12 incelendiğinde, yıldızın kimliği soru grubuna ilişkin fiziksel modellere tetiklenen her bir öğretmen adayı için ön-test ve son-teste ait olasılıklar üzerindeki tahminler görülmektedir. Bu bulguların, öğretmen adaylarının model yoğunluk matrislerinin belirlenmesinde öncül adım olduğu söylenebilir. Yıldızın yapısı soru grubuna ait bulgular Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13. *Yıldızın yapısı soru grubuna ait öğretmen adaylarının ön-test ve son-test model vektörleri*

Yıldızın Yapısı					
Öğretmen Adayı	**Ön-test**	**Son-test**	**Öğretmen Adayı**	**Ön-test**	**Son-test**
Ö1	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\2\\1\end{pmatrix}$	Ö38	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$

Tablo 4.13'ün devamı

Ö2	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{6}\\0\end{pmatrix}$	Ö39	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{8}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{5}\\1\end{pmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\2\\1\end{pmatrix}$	Ö40	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	Ö41	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{10}\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{6}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\2\\1\end{pmatrix}$	Ö42	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö43	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö44	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{6}\\0\end{pmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö45	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}0\\3\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$
Ö9	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	Ö46	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\2\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$
Ö10	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{8}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö47	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{8}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{2}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$
Ö11	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	Ö48	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\3\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$
Ö12	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{7}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	Ö49	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{5}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{11}\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö13	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö50	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{7}\\\sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$
Ö14	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{7}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	Ö51	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{5}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö52	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{10}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{5}\\1\end{pmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	Ö53	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{8}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$

Tablo 4.13'ün devamı

Ö17	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	Ö54	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}0\\3\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{10}\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö18	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö55	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\3\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$
Ö19	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	Ö56	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$
Ö20	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{6}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\1\\1\end{pmatrix}$	Ö57	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}0\\\sqrt{10}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$
Ö21	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{6}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{11}\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö58	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{8}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö22	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}0\\\sqrt{10}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{3}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	Ö59	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$
Ö23	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\3\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö60	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{5}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö24	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{6}\\\sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö61	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{7}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{10}\\1\\0\end{pmatrix}$	Ö62	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{6}\\\sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö63	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{11}\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{11}\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö64	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{8}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{6}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$
Ö28	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{10}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$	Ö65	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{5}\\\sqrt{3}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{11}\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö29	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{11}\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö66	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{7}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\2\\0\end{pmatrix}$
Ö30	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	Ö67	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$
Ö31	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{8}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	Ö68	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{6}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\\sqrt{5}\\1\end{pmatrix}$

Tablo 4.13'ün devamı

Ö32	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\3\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö69	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\\sqrt{3}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$
Ö33	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{7}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö70	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\1\\1\end{pmatrix}$
Ö34	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö71	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{7}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{7}\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$
Ö35	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}1\\3\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö72	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{5}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö36	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{8}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	Ö73	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{6}\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}\sqrt{8}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$
Ö37	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}2\\\sqrt{6}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix}3\\1\\1\end{pmatrix}$			

Tablo 4.13'e bakıldığında, yıldızın yapısı soru grubuna ilişkin fiziksel modellere tetiklenen her bir öğretmen adayı için ön-test ve son-teste ait olasılıklar üzerindeki tahminler belirtilmektedir. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait bulgular Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14. *Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait öğretmen adaylarının ön-test son-test model vektörleri*

Yıldızın Yaşam Döngüsü					
Öğretmen Adayı	**Ön-test**	**Son-test**	**Öğretmen Adayı**	**Ön-test**	**Son-test**
Ö1	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$	Ö38	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö39	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	Ö40	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö41	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$

Tablo 4.14'ün devamı

Ö5	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$	Ö42	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	Ö43	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{2}\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$	Ö44	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ 1\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö45	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$
Ö9	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö46	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö10	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö47	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö11	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{2}\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$	Ö48	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ 1\\ \sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$
Ö12	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö49	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ 2\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö13	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\ 2\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö50	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö14	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\ 2\\ 1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$	Ö51	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{2}\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö52	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\ \sqrt{3}\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö53	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö17	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ \sqrt{2}\\ 0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\ 1\\ 0\end{pmatrix}$	Ö54	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\ \sqrt{5}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$
Ö18	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\ 1\\ 1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$	Ö55	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\ \sqrt{3}\\ 0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$

Tablo 4.14'ün devamı

Ö19	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	Ö56	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö20	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö57	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö21	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{2}\\\sqrt{2}\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö58	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö22	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö59	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö23	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$	Ö60	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\2\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö24	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö61	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	Ö62	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö63	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö64	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$
Ö28	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö65	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö29	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö66	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö30	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{3}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö67	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö31	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö68	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö32	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\\sqrt{5}\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö69	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\2\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$

Tablo 4.14'ün devamı

Ö33	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\\sqrt{3}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{5}\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö70	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}0\\2\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö34	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$	Ö71	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\2\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$
Ö35	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}1\\2\\0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$	Ö72	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö36	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{2}\\\sqrt{2}\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$	Ö73	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\1\\1\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}2\\1\\0\end{pmatrix}$
Ö37	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{5}}\begin{pmatrix}\sqrt{3}\\\sqrt{2}\\0\end{pmatrix}$			

Tablo 4.14'te, yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ilişkin fiziksel modellere tetiklenen her bir öğretmen adayı için ön-test ve son-teste ait olasılıklar üzerindeki tahminler görülmektedir. Bu hesaplamalar Bölüm 4.3'te öğretmen adaylarının model yoğunluk matrislerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

4.5. Öğretmen Adaylarına Ait Model Yoğunluk Matrisi

Öğretmen adaylarının model vektörlerinden yararlanılarak oluşturulan, gerçek bireysel cevapların modellendiği model yoğunluk matrisleri aşağıda yer almaktadır. İlk olarak yıldızın kimliği soru grubuna ait her bir öğretmen adayının ön-test ve son-test yanıtlarından oluşturulan model yoğunluk matrisleri Tablo 4.15'te sunulmuştur.

Tablo 4.15. *Yıldızın kimliği soru grubuna ait öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisleri*

Yıldızın Kimliği		
Öğretmen Adayı	**Ön-test**	**Son-test**
Ö1	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{10} & 2\\\sqrt{10} & 5 & \sqrt{10}\\2 & \sqrt{10} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{14} & 0\\\sqrt{14} & 2 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{6} & \sqrt{2}\\\sqrt{6} & 6 & \sqrt{12}\\\sqrt{2} & \sqrt{12} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{12} & \sqrt{6}\\\sqrt{12} & 2 & \sqrt{2}\\\sqrt{6} & \sqrt{2} & 1\end{bmatrix}$

Tablo 4.15'in devamı

Ö3	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{5} & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & 5 & \sqrt{15} \\ \sqrt{3} & \sqrt{15} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{10} & \sqrt{10} \\ \sqrt{10} & 2 & \sqrt{10} \\ \sqrt{10} & 2 & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & \sqrt{18} \\ 0 & \sqrt{18} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{8} & 0 \\ \sqrt{8} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{8}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & 1 \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{6} \\ 1 & \sqrt{6} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö9	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{15} & \sqrt{3} \\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö10	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & \sqrt{14} \\ 0 & \sqrt{14} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö11	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 4 & \sqrt{8} \\ \sqrt{6} & \sqrt{8} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö12	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö13	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & \sqrt{14} \\ 0 & \sqrt{14} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö14	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & \sqrt{14} \\ 0 & \sqrt{14} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{15} & \sqrt{3} \\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö17	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{15} & \sqrt{5} \\ \sqrt{15} & 3 & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.15'in devamı

Ö18	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö19	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö20	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 4 & 4 \\ 2 & 4 & 4 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö21	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{12} & \sqrt{2} \\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{6} \\ \sqrt{2} & \sqrt{6} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö22	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö23	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö24	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{15} & \sqrt{5} \\ \sqrt{15} & 3 & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{15} & \sqrt{5} \\ \sqrt{15} & 3 & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{8} & \sqrt{6} \\ \sqrt{8} & 4 & \sqrt{12} \\ \sqrt{6} & \sqrt{12} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{5} & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & 5 & \sqrt{15} \\ \sqrt{3} & \sqrt{15} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö28	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö29	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö30	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{7} & 1 \\ \sqrt{7} & 7 & \sqrt{7} \\ 1 & \sqrt{7} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
Ö31	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö32	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{12} & \sqrt{2} \\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{6} \\ \sqrt{2} & \sqrt{6} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$

Tablo 4.15'in devamı

Ö33	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}4 & 4 & 2\\ 4 & 4 & 2\\ 2 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{15} & \sqrt{5}\\ \sqrt{15} & 3 & \sqrt{3}\\ \sqrt{5} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö34	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{10} & 2\\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10}\\ 2 & \sqrt{10} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}4 & \sqrt{20} & 0\\ \sqrt{20} & 5 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö35	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 7 & \sqrt{14}\\ 0 & \sqrt{14} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{20} & 0\\ \sqrt{20} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö36	$\frac{1}{6}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{2} & \sqrt{3}\\ \sqrt{2} & 2 & \sqrt{6}\\ \sqrt{3} & \sqrt{6} & 3\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{20} & 0\\ \sqrt{20} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö37	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{20} & 0\\ \sqrt{20} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö38	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}4 & \sqrt{20} & 0\\ \sqrt{20} & 5 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{14} & 0\\ \sqrt{14} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö39	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{10} & 2\\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10}\\ 2 & \sqrt{10} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{12} & \sqrt{2}\\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{6}\\ \sqrt{2} & \sqrt{6} & 1\end{bmatrix}$
Ö40	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}4 & 4 & 2\\ 4 & 4 & 2\\ 2 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{15} & \sqrt{3}\\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$
Ö41	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{6} & \sqrt{12}\\ \sqrt{6} & 1 & \sqrt{2}\\ \sqrt{12} & \sqrt{2} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö42	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{5} & \sqrt{3}\\ \sqrt{5} & 5 & \sqrt{15}\\ \sqrt{3} & \sqrt{15} & 3\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{14} & 0\\ \sqrt{14} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö43	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 7 & \sqrt{14}\\ 0 & \sqrt{14} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{15} & \sqrt{5}\\ \sqrt{15} & 3 & \sqrt{3}\\ \sqrt{5} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö44	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}3 & 3 & 3\\ 3 & 3 & 3\\ 3 & 3 & 3\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö45	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{5} & \sqrt{3}\\ \sqrt{5} & 5 & \sqrt{15}\\ \sqrt{3} & \sqrt{15} & 3\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö46	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{15} & \sqrt{3}\\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{20} & 0\\ \sqrt{20} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö47	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 7 & \sqrt{14}\\ 0 & \sqrt{14} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{12} & \sqrt{2}\\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{6}\\ \sqrt{2} & \sqrt{6} & 1\end{bmatrix}$

Tablo 4.15'in devamı

Ö48	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{12} & \sqrt{2} \\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{6} \\ \sqrt{2} & \sqrt{6} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 4 & \sqrt{8} \\ \sqrt{6} & \sqrt{8} & 2 \end{bmatrix}$
Ö49	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö50	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{5} & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & 5 & \sqrt{15} \\ \sqrt{3} & \sqrt{15} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö51	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö52	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{8} & \sqrt{6} \\ \sqrt{8} & 4 & \sqrt{12} \\ \sqrt{6} & \sqrt{12} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{10} & \sqrt{10} \\ \sqrt{10} & 2 & 2 \\ \sqrt{10} & 2 & 2 \end{bmatrix}$
Ö53	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{8} & \sqrt{6} \\ \sqrt{8} & 4 & \sqrt{12} \\ \sqrt{6} & \sqrt{12} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö54	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö55	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{15} & \sqrt{3} \\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö56	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{5} & \sqrt{3} \\ \sqrt{5} & 5 & \sqrt{15} \\ \sqrt{3} & \sqrt{15} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö57	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{15} & \sqrt{3} \\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{8} & 0 \\ \sqrt{8} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö58	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
Ö59	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö60	$\frac{1}{8}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & \sqrt{2} \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{2} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.15'in devamı

Ö61	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö62	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & \sqrt{8} \\ \sqrt{6} & 3 & \sqrt{12} \\ \sqrt{8} & \sqrt{12} & 4 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö63	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö64	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$
Ö65	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 4 & \sqrt{8} \\ \sqrt{6} & \sqrt{8} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö66	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{15} & \sqrt{3} \\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{3} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{20} & 0 \\ \sqrt{20} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö67	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 4 & \sqrt{8} \\ \sqrt{6} & \sqrt{8} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 4 & 4 & 2 \\ 4 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
Ö68	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 4 & \sqrt{8} \\ \sqrt{6} & \sqrt{8} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{8}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{12} & 0 \\ \sqrt{12} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö69	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö70	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö71	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{6} & \sqrt{2} \\ \sqrt{6} & 6 & \sqrt{12} \\ \sqrt{2} & \sqrt{12} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö72	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & 2 \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{10} \\ 2 & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{14} & 0 \\ \sqrt{14} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.15'in devamı

Ö73	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}4 & 4 & 2\\4 & 4 & 2\\2 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{9}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{14} & 0\\\sqrt{14} & 2 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$

Tablo 4.15 incelendiğinde, model vektörü öğeleri tarafından oluşturulan, öğretmen adaylarının bireysel model durumlarını belirten matrisler görülmektedir. Bireysel model yoğunluk matrisleri öğretmen adayları hakkında model vektöründen daha fazla bilgi içermemesine rağmen sınıftaki bütün öğretmen adayları üzerinden hesapladığı zaman, durum çarpıcı biçimde değişmektedir. Benzer şekilde yıldızın yapısı soru grubuna ait her bir öğretmen adayının ön-test ve son-test yanıtlarından oluşturulan model yoğunluk matrisleri Tablo 4.16'de yer almaktadır.

Tablo 4.16. *Yıldızın yapısı soru grubuna ait öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisleri*

Yıldızın Yapısı		
Öğretmen Adayı	**Ön-test**	**Son-test**
Ö1	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}4 & \sqrt{20} & \sqrt{8}\\\sqrt{20} & 5 & \sqrt{10}\\\sqrt{8} & \sqrt{10} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{24} & \sqrt{6}\\\sqrt{24} & 4 & 2\\\sqrt{6} & 2 & 1\end{bmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & 3 & 1\\3 & 9 & 3\\1 & 3 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{30} & 0\\\sqrt{30} & 6 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & 3 & 1\\3 & 9 & 3\\1 & 3 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{24} & \sqrt{6}\\\sqrt{24} & 4 & 2\\\sqrt{6} & 2 & 1\end{bmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & 4 & \sqrt{2}\\4 & 8 & \sqrt{8}\\\sqrt{2} & \sqrt{8} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{21} & \sqrt{7}\\\sqrt{21} & 3 & \sqrt{3}\\\sqrt{7} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{18} & \sqrt{6}\\\sqrt{18} & 6 & \sqrt{12}\\\sqrt{6} & \sqrt{12} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{24} & \sqrt{6}\\\sqrt{24} & 4 & 2\\\sqrt{6} & 2 & 1\end{bmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}4 & \sqrt{20} & \sqrt{8}\\\sqrt{20} & 5 & \sqrt{10}\\\sqrt{8} & \sqrt{10} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}9 & \sqrt{18} & 0\\\sqrt{18} & 2 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\\sqrt{28} & 4 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}8 & \sqrt{24} & 0\\\sqrt{24} & 3 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\\sqrt{28} & 4 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}8 & \sqrt{24} & 0\\\sqrt{24} & 3 & 0\\0 & 0 & 0\end{bmatrix}$

Tablo 4.16'nın devamı

Ö9	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{21} & \sqrt{3} \\ \sqrt{21} & 7 & \sqrt{7} \\ \sqrt{3} & \sqrt{7} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{21} & \sqrt{7} \\ \sqrt{21} & 3 & \sqrt{3} \\ \sqrt{7} & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$
Ö10	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö11	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{21} & \sqrt{3} \\ \sqrt{21} & 7 & \sqrt{7} \\ \sqrt{3} & \sqrt{7} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö12	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{14} & 2 \\ \sqrt{14} & 7 & \sqrt{14} \\ 2 & \sqrt{14} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{30} & 0 \\ \sqrt{30} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö13	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 9 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö14	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{14} & 2 \\ \sqrt{14} & 7 & \sqrt{14} \\ 2 & \sqrt{14} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & 4 & \sqrt{2} \\ 4 & 8 & \sqrt{8} \\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{30} & 0 \\ \sqrt{30} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö17	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{30} & 0 \\ \sqrt{30} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö18	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö19	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{30} & 0 \\ \sqrt{30} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö20	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{24} & 2 \\ \sqrt{24} & 6 & \sqrt{6} \\ 2 & \sqrt{6} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & 3 & 3 \\ 3 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
Ö21	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 5 & \sqrt{30} & 0 \\ \sqrt{30} & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö22	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & \sqrt{10} \\ 0 & \sqrt{10} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & \sqrt{12} \\ \sqrt{18} & 3 & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & \sqrt{6} & 2 \end{bmatrix}$
Ö23	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.16'nın devamı

Ö24	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{12} & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{18} \\ \sqrt{6} & \sqrt{18} & 3 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & 4 & \sqrt{2} \\ 4 & 8 & \sqrt{8} \\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 10 & \sqrt{10} & 0 \\ \sqrt{10} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & 4 & \sqrt{8} \\ 4 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{8} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{24} & \sqrt{6} \\ \sqrt{24} & 4 & 2 \\ \sqrt{6} & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö28	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{10} & 0 \\ \sqrt{10} & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö29	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & 4 & \sqrt{2} \\ 4 & 8 & \sqrt{8} \\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö30	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 9 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & 4 & \sqrt{8} \\ 4 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{8} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$
Ö31	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{8} & \sqrt{2} \\ \sqrt{8} & 8 & 4 \\ \sqrt{2} & 4 & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{30} & 0 \\ \sqrt{30} & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö32	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö33	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{14} & 2 \\ \sqrt{14} & 7 & \sqrt{14} \\ 2 & \sqrt{14} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö34	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & \sqrt{8} \\ \sqrt{20} & 5 & \sqrt{10} \\ \sqrt{8} & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö35	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 9 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö36	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 2 & 4 & \sqrt{2} \\ 4 & 8 & \sqrt{8} \\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & \sqrt{24} & 0 \\ \sqrt{24} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö37	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{24} & 2 \\ \sqrt{24} & 6 & \sqrt{6} \\ 2 & \sqrt{6} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & 3 & 3 \\ 3 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
Ö38	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{21} & \sqrt{3} \\ \sqrt{21} & 7 & \sqrt{7} \\ \sqrt{3} & \sqrt{7} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{28} & 0 \\ \sqrt{28} & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.16'nın devamı

Ö39	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{8} & \sqrt{2}\\ \sqrt{8} & 8 & 4\\ \sqrt{2} & 4 & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & 5 & \sqrt{5}\\ 5 & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{5} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$
Ö40	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & 4 & \sqrt{2}\\ 4 & 8 & \sqrt{8}\\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}8 & 4 & \sqrt{8}\\ 4 & 2 & \sqrt{2}\\ \sqrt{8} & \sqrt{2} & 1\end{bmatrix}$
Ö41	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & 3 & 1\\ 3 & 9 & 3\\ 1 & 3 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}10 & \sqrt{10} & 0\\ \sqrt{10} & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö42	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{21} & \sqrt{3}\\ \sqrt{21} & 7 & \sqrt{7}\\ \sqrt{3} & \sqrt{7} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}9 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö43	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & 3 & 1\\ 3 & 9 & 3\\ 1 & 3 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\ \sqrt{28} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö44	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & 4 & \sqrt{2}\\ 4 & 8 & \sqrt{8}\\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{30} & 0\\ \sqrt{30} & 6 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö45	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 9 & \sqrt{18}\\ 0 & \sqrt{18} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}8 & \sqrt{24} & 0\\ \sqrt{24} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö46	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{20} & \sqrt{10}\\ \sqrt{20} & 4 & \sqrt{8}\\ \sqrt{10} & \sqrt{8} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\ \sqrt{28} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö47	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{8} & \sqrt{2}\\ \sqrt{8} & 8 & 4\\ \sqrt{2} & 4 & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{14} & \sqrt{14}\\ \sqrt{14} & 2 & 2\\ \sqrt{14} & 2 & 2\end{bmatrix}$
Ö48	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 9 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\ \sqrt{28} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö49	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & 5 & \sqrt{5}\\ 5 & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{5} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö50	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{7} & \sqrt{3}\\ \sqrt{7} & 7 & \sqrt{21}\\ \sqrt{3} & \sqrt{21} & 3\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{21} & \sqrt{7}\\ \sqrt{21} & 3 & \sqrt{3}\\ \sqrt{7} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö51	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & 5 & \sqrt{5}\\ 5 & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{5} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{21} & \sqrt{7}\\ \sqrt{21} & 3 & \sqrt{3}\\ \sqrt{7} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö52	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{10} & 0\\ \sqrt{10} & 10 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & 5 & \sqrt{5}\\ 5 & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{5} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$
Ö53	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{24} & 0\\ \sqrt{24} & 8 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}6 & \sqrt{30} & 0\\ \sqrt{30} & 5 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$

Tablo 4.16'nın devamı

Ö54	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 9 & \sqrt{18}\\ 0 & \sqrt{18} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}10 & \sqrt{10} & 0\\ \sqrt{10} & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö55	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 9 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\ \sqrt{28} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö56	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & 4 & \sqrt{2}\\ 4 & 8 & \sqrt{8}\\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\ \sqrt{28} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö57	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 10 & \sqrt{10}\\ 0 & \sqrt{10} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}8 & \sqrt{24} & 0\\ \sqrt{24} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö58	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{8} & \sqrt{2}\\ \sqrt{8} & 8 & 4\\ \sqrt{2} & 4 & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}9 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö59	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{21} & \sqrt{3}\\ \sqrt{21} & 7 & \sqrt{7}\\ \sqrt{3} & \sqrt{7} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{21} & \sqrt{7}\\ \sqrt{21} & 3 & \sqrt{3}\\ \sqrt{7} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö60	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & 5 & \sqrt{5}\\ 5 & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{5} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}9 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö61	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{14} & 2\\ \sqrt{14} & 7 & \sqrt{14}\\ 2 & \sqrt{14} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}9 & \sqrt{18} & 0\\ \sqrt{18} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö62	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{12} & \sqrt{6}\\ \sqrt{12} & 6 & \sqrt{18}\\ \sqrt{6} & \sqrt{18} & 3\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}8 & 4 & \sqrt{8}\\ 4 & 2 & \sqrt{2}\\ \sqrt{8} & \sqrt{2} & 1\end{bmatrix}$
Ö63	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & 4 & \sqrt{2}\\ 4 & 8 & \sqrt{8}\\ \sqrt{2} & \sqrt{8} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö64	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{8} & \sqrt{2}\\ \sqrt{8} & 8 & 4\\ \sqrt{2} & 4 & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{18} & \sqrt{6}\\ \sqrt{18} & 6 & \sqrt{12}\\ \sqrt{6} & \sqrt{12} & 2\end{bmatrix}$
Ö65	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{15} & 3\\ \sqrt{15} & 5 & \sqrt{15}\\ 3 & \sqrt{15} & 3\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö66	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{14} & 2\\ \sqrt{14} & 7 & \sqrt{14}\\ 2 & \sqrt{14} & 2\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{28} & 0\\ \sqrt{28} & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö67	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}1 & 3 & 1\\ 3 & 9 & 3\\ 1 & 3 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}7 & \sqrt{21} & \sqrt{7}\\ \sqrt{21} & 3 & \sqrt{3}\\ \sqrt{7} & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$
Ö68	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & \sqrt{30} & 0\\ \sqrt{30} & 6 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix}5 & 5 & \sqrt{5}\\ 5 & 5 & \sqrt{5}\\ \sqrt{5} & \sqrt{5} & 1\end{bmatrix}$

Tablo 4.16'nın devamı

Ö69	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & \sqrt{8} \\ \sqrt{20} & 5 & \sqrt{10} \\ \sqrt{8} & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{18} & \sqrt{12} \\ \sqrt{18} & 3 & \sqrt{6} \\ \sqrt{12} & \sqrt{6} & 2 \end{bmatrix}$
Ö70	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 9 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & 3 & 3 \\ 3 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
Ö71	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{21} & \sqrt{3} \\ \sqrt{21} & 7 & \sqrt{7} \\ \sqrt{3} & \sqrt{7} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 7 & \sqrt{21} & \sqrt{7} \\ \sqrt{21} & 3 & \sqrt{3} \\ \sqrt{7} & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$
Ö72	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{20} & \sqrt{8} \\ \sqrt{20} & 5 & \sqrt{10} \\ \sqrt{8} & \sqrt{10} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 9 & \sqrt{18} & 0 \\ \sqrt{18} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö73	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 6 & \sqrt{24} & \sqrt{6} \\ \sqrt{24} & 4 & 2 \\ \sqrt{6} & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{11}\begin{bmatrix} 8 & 4 & \sqrt{8} \\ 4 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{8} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$

Tablo 4.16'ya bakıldığında, model vektörü öğeleri tarafından oluşturulan, öğretmen adaylarının yıldızın yapısı soru grubuna ilişkin bireysel model durumlarını belirten matrisler görülmektedir. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait her bir öğretmen adayının ön-test ve son-test yanıtlarından oluşturulan model yoğunluk matrisleri ise Tablo 4.17.'de sunulmuştur.

Tablo 4.17. *Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait öğretmen adaylarının model yoğunluk matrisleri*

Yıldızın Yaşam Döngüsü		
Öğretmen Adayı	**Ön-test**	**Son-test**
Ö1	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \end{bmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & 1 \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ 1 & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.17'nin devamı

Ö6	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö9	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö10	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö11	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & 2 & \sqrt{2}\\ 2 & 2 & \sqrt{2}\\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö12	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö13	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 4 & 2\\ 0 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö14	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 4 & 2\\ 0 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö17	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö18	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{3} & \sqrt{3}\\ \sqrt{3} & 1 & 1\\ \sqrt{3} & 1 & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö19	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{3} & \sqrt{3}\\ \sqrt{3} & 1 & 1\\ \sqrt{3} & 1 & 1\end{bmatrix}$
Ö20	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{3} & \sqrt{3}\\ \sqrt{3} & 1 & 1\\ \sqrt{3} & 1 & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$

Tablo 4.17'nin devamı

Ö21	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{2} & \sqrt{2}\\ \sqrt{2} & 2 & 2\\ \sqrt{2} & 2 & 2\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö22	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö23	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 4 & 2\\ 0 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö24	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 4 & 2\\ 0 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 2 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & 2 & \sqrt{2}\\ 2 & 2 & \sqrt{2}\\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 4 & 2\\ 0 & 2 & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö28	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö29	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö30	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & \sqrt{6} & 0\\ \sqrt{6} & 3 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö31	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}2 & 2 & \sqrt{2}\\ 2 & 2 & \sqrt{2}\\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö32	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 5 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö33	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & \sqrt{3} & 1\\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3}\\ 1 & \sqrt{3} & 1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö34	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}3 & \sqrt{3} & \sqrt{3}\\ \sqrt{3} & 1 & 1\\ \sqrt{3} & 1 & 1\end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}4 & 2 & 0\\ 2 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$
Ö35	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix}1 & 2 & 0\\ 2 & 4 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$

Tablo 4.17'nin devamı

Ö36	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & 2 & \sqrt{2} \\ 2 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö37	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö38	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & 1 \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ 1 & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö39	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö40	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö41	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö42	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö43	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & 2 & \sqrt{2} \\ 2 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö44	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö45	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö46	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö47	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & 1 \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ 1 & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö48	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{2} & 2 \\ \sqrt{2} & 1 & \sqrt{2} \\ 2 & \sqrt{2} & 2 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö49	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö50	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.17'nin devamı

Ö51	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & 2 & \sqrt{2} \\ 2 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö52	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö53	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö54	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö55	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö56	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö57	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & 1 \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ 1 & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö58	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & 1 \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ 1 & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö59	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö60	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö61	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö62	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & 1 \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ 1 & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö63	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö64	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö65	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.17'nin devamı

Ö66	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö67	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 2 & 2 & \sqrt{2} \\ 2 & 2 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö68	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö69	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö70	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö71	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö72	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{6} & 0 \\ \sqrt{6} & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Ö73	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 3 & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{5}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Tablo 4.17 incelendiğinde, model vektörü öğeleri tarafından oluşturulan, öğretmen adaylarının yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ilişkin bireysel model durumlarını belirten matrisler görülmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi, bireysel model yoğunluk matrisleri öğretmen adayları hakkında model vektöründen daha fazla bilgi içermemesine rağmen sınıftaki bütün öğretmen adayları üzerinden hesapladığı zaman o sınıftaki öğretmen adayları tarafından kullanılan modellerin özelliklerini sunmaktadır.

4.6. Öğretmen Adaylarının Bireysel TZM Durumları

Öğretmen adaylarının öğretim öncesi ve sonrasındaki bireysel model yoğunluk matrisinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda oluşturulan TZM durumları aşağıda sunulmuştur. İlk olarak yıldızın kimliğine ilişkin belirlenen TZM durumları Tablo 4.18'de yer almaktadır.

Tablo 4.18. *Öğretmen adaylarının yıldızın kimliği için TZM durumları*

Öğretmen Adayı	Yıldızın Kimliği							
	Ön-test				Son-test			
	TBBM	TBOBM	SM	TZKM	TBBM	TBOBM	SM	TZKM
Ö1				✓	✓			
Ö2				✓				✓
Ö3				✓	✓			
Ö4				✓				✓
Ö5		✓			✓			
Ö6				✓	✓			
Ö7				✓				✓
Ö8				✓	✓			
Ö9				✓	✓			
Ö10		✓			✓			
Ö11				✓				✓
Ö12				✓	✓			
Ö13		✓			✓			
Ö14		✓			✓			
Ö15				✓				✓
Ö16				✓				✓
Ö17				✓				✓
Ö18				✓	✓			
Ö19				✓	✓			
Ö20				✓				✓
Ö21				✓	✓			
Ö22		✓			✓			
Ö23				✓	✓			
Ö24				✓				✓
Ö25				✓				✓
Ö26				✓	✓			
Ö27				✓	✓			
Ö28				✓	✓			
Ö29				✓	✓			
Ö30				✓				✓
Ö31				✓	✓			
Ö32				✓				✓
Ö33				✓				✓
Ö34				✓				✓

Tablo 4.18’in devamı

Ö35	✓					✓
Ö36		✓				✓
Ö37	✓					✓
Ö38		✓	✓			
Ö39		✓				✓
Ö40		✓				✓
Ö41		✓	✓			
Ö42		✓	✓			
Ö43	✓					✓
Ö44		✓	✓			
Ö45		✓	✓			
Ö46		✓				✓
Ö47	✓					✓
Ö48		✓				✓
Ö49		✓				✓
Ö50		✓				✓
Ö51		✓		✓		
Ö52		✓				✓
Ö53		✓				✓
Ö54		✓	✓			
Ö55		✓				✓
Ö56		✓				✓
Ö57		✓	✓			
Ö58		✓				✓
Ö59		✓		✓		
Ö60		✓	✓			
Ö61		✓	✓			
Ö62		✓	✓			
Ö63		✓	✓			
Ö64	✓					✓
Ö65		✓	✓			
Ö66		✓				✓
Ö67		✓				✓
Ö68		✓	✓			
Ö69	✓		✓			
Ö70		✓	✓			
Ö71		✓	✓			

Tablo 4.18'in devamı

Ö72				✓				✓
Ö73				✓				✓

TBBM: Tutarlı Bilimsel Baskın Model; TBOBM: Tutarlı Bilimsel Olmayan Baskın Model; SM: Sıfır Model; TZKM: Tutarsız Karma Model

Tablo 4.18'de öğretmen adaylarının sahip oldukları TZM'lere bakıldığında, yıldızın kimliğine ilişkin öğretim öncesinde en fazla TZKM durumunda bulunan öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Bunun yanında 11 öğretmen adayının öğretim öncesindeki TZM'lerinin TBOBM durumunda olduğu anlaşılmaktadır. Yıldızın kimliğine ilişkin öğretim sonrasındaki durum incelendiğindeyse, TZKM durumundan TBBM duruma geçişin olduğu, adayların yaklaşık yarısının (n=38) bilimsel olarak doğru model lehinde olduğu görülmektedir. Bunun yanında 33 öğretmen adayının öğretim sonrası TZM bakımından TZKM durumunda, 2 öğretmen adayının da (Ö51 ve Ö59) TBOBM durumunda olduğu belirtilirken, SM durumunda hiçbir öğretmen adayının olmadığı söylenebilir. Ö6 öğretmen adayının yıldızın kimliğine ilişkin TZM durumuna ait matrisin çözümlenmiş örneği aşağıda yer almaktadır.

Ön-test	Son-test
$\begin{bmatrix} 0{,}44 & 0{,}44 & 0{,}22 \\ 0{,}44 & 0{,}44 & 0{,}22 \\ 0{,}22 & 0{,}22 & 0{,}11 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0{,}89 & 0{,}31 & 0{,}00 \\ 0{,}31 & 0{,}11 & 0{,}00 \\ 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 \end{bmatrix}$

Yıldızın yapısına ilişkin belirlenen TZM durumları Tablo 4.19'da yer almaktadır.

Tablo 4.19. *Öğretmen adaylarının yıldızın yapısı için TZM durumları*

Öğretmen Adayı	**Yıldızın Yapısı**							
	Ön-test				**Son-test**			
	TBBM	**TBOBM**	**SM**	**TZKM**	**TBBM**	**TBOBM**	**SM**	**TZKM**
Ö1				✓				✓
Ö2				✓				✓
Ö3				✓				✓
Ö4				✓				✓
Ö5				✓				✓
Ö6				✓	✓			

Tablo 4.19'un devamı

Ö7	✓				✓		
Ö8	✓				✓		
Ö9				✓			✓
Ö10			✓		✓		
Ö11				✓	✓		
Ö12				✓			✓
Ö13				✓	✓		
Ö14				✓	✓		
Ö15				✓	✓		
Ö16	✓						✓
Ö17	✓						✓
Ö18	✓				✓		
Ö19				✓	✓		
Ö20				✓	✓		
Ö21				✓	✓		
Ö22			✓				✓
Ö23			✓		✓		
Ö24				✓	✓		
Ö25				✓	✓		
Ö26				✓	✓		
Ö27				✓	✓		
Ö28			✓		✓		
Ö29				✓	✓		
Ö30				✓	✓		
Ö31				✓			✓
Ö32			✓		✓		
Ö33				✓	✓		
Ö34				✓	✓		
Ö35				✓	✓		
Ö36				✓	✓		
Ö37				✓			✓
Ö38				✓	✓		
Ö39				✓			✓
Ö40				✓			✓
Ö41				✓	✓		
Ö42				✓	✓		
Ö43				✓	✓		

Tablo 4.19'un devamı

Ö44		✓			✓
Ö45	✓		✓		
Ö46		✓	✓		
Ö47		✓			✓
Ö48	✓		✓		
Ö49		✓	✓		
Ö50		✓			✓
Ö51		✓			✓
Ö52	✓				✓
Ö53	✓				✓
Ö54	✓		✓		
Ö55	✓		✓		
Ö56		✓	✓		
Ö57	✓		✓		
Ö58		✓	✓		
Ö59		✓			✓
Ö60		✓	✓		
Ö61		✓	✓		
Ö62		✓			✓
Ö63		✓	✓		
Ö64		✓			✓
Ö65		✓	✓		
Ö66		✓	✓		
Ö67		✓			✓
Ö68		✓			✓
Ö69		✓			✓
Ö70		✓			✓
Ö71		✓			✓
Ö72		✓	✓		
Ö73		✓			✓

TBBM: Tutarlı Bilimsel Baskın Model; TBOBM: Tutarlı Bilimsel Olmayan Baskın Model; SM: Sıfır Model; TZKM: Tutarsız Karma Model

Öğretmen adaylarının öğretim öncesinde yıldızın yapısına ilişkin sahip oldukları TZM'lere bakıldığında (bkz. Tablo 4.19), adayların çoğunluğunun TZKM durumunda olduğu belirtilebilir. Bunun yanında 12 öğretmen adayı öğretim öncesinde TZM açısından TBOBM durumundayken, 5 öğretmen adayının da (Ö7,

Ö8, Ö16, Ö17 ve Ö18) TBBM durumunda olduğu anlaşılmaktadır. Yıldızın yapısına ilişkin öğretim sonrasındaki durum incelendiğindeyse, 44 öğretmen adayının TZM'lerinin TBBM durumunda olduğu, bu anlamda yıldızın yapısına ilişkin bilimsel açıdan doğru bilgiler edindikleri anlaşılmaktadır. Tablo 4.18'den da anlaşılacağı üzere, TBOBM ve SM durumunda öğretmen adayı bulunmamaktadır. Ancak bazı öğretmen adaylarının öğretim sonrasındaki TZM'lerinin TZKM olarak devam ettiği de görülmektedir. Bu durumu yansıtan Ö69 öğretmen adayının ilişkin TZM durumuna ait matrisin çözümlenmiş örneği aşağıda yer almaktadır.

Ön-test	Son-test
$\begin{bmatrix} 0{,}36 & 0{,}41 & 0{,}26 \\ 0{,}41 & 0{,}45 & 0{,}29 \\ 0{,}26 & 0{,}29 & 0{,}18 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0{,}55 & 0{,}39 & 0{,}31 \\ 0{,}39 & 0{,}27 & 0{,}22 \\ 0{,}31 & 0{,}22 & 0{,}18 \end{bmatrix}$

Yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin belirlenen TZM durumları Tablo 4.20'de yer almaktadır.

Tablo 4.20. *Öğretmen adaylarının yıldızın yaşam döngüsü için TZM durumları*

Öğretmen Adayı	**Yıldızın Yaşam Döngüsü**							
	Ön-test				**Son-test**			
	TBBM	**TBOBM**	**SM**	**TZKM**	**TBBM**	**TBOBM**	**SM**	**TZKM**
Ö1		✓			✓			
Ö2		✓						✓
Ö3				✓				✓
Ö4				✓	✓			
Ö5				✓	✓			
Ö6				✓				✓
Ö7				✓	✓			
Ö8				✓	✓			
Ö9				✓	✓			
Ö10				✓	✓			
Ö11				✓	✓			
Ö12				✓	✓			
Ö13		✓			✓			
Ö14		✓			✓			
Ö15				✓	✓			

Tablo 4.20’nin devamı

Ö16				✓	✓			
Ö17				✓	✓			
Ö18				✓	✓			
Ö19	✓							✓
Ö20				✓	✓			
Ö21				✓	✓			
Ö22				✓				✓
Ö23		✓			✓			
Ö24		✓						✓
Ö25				✓				✓
Ö26				✓	✓			
Ö27		✓			✓			
Ö28				✓	✓			
Ö29				✓	✓			
Ö30				✓	✓			
Ö31				✓	✓			
Ö32		✓			✓			
Ö33				✓	✓			
Ö34				✓	✓			
Ö35		✓			✓			
Ö36				✓	✓			
Ö37				✓				✓
Ö38				✓	✓			
Ö39				✓	✓			
Ö40				✓	✓			
Ö41				✓	✓			
Ö42				✓	✓			
Ö43				✓	✓			
Ö44				✓	✓			
Ö45		✓			✓			
Ö46				✓	✓			
Ö47				✓	✓			
Ö48				✓	✓			
Ö49		✓			✓			
Ö50				✓	✓			
Ö51				✓	✓			
Ö52				✓	✓			

Tablo 4.20'nin devamı

Ö53			✓	✓		
Ö54	✓			✓		
Ö55			✓	✓		
Ö56			✓	✓		
Ö57			✓	✓		
Ö58			✓	✓		
Ö59			✓	✓		
Ö60	✓			✓		
Ö61			✓	✓		
Ö62			✓	✓		
Ö63			✓	✓		
Ö64			✓			✓
Ö65	✓			✓		
Ö66			✓	✓		
Ö67			✓	✓		
Ö68			✓	✓		
Ö69	✓			✓		
Ö70	✓			✓		
Ö71	✓			✓		
Ö72			✓	✓		
Ö73			✓	✓		

TBBM: Tutarlı Bilimsel Baskın Model; TBOBM: Tutarlı Bilimsel Olmayan Baskın Model; SM: Sıfır Model; TZKM: Tutarsız Karma Model

Öğretmen adaylarının öğretim öncesinde yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin sahip oldukları TZM'lere bakıldığında (bkz. Tablo 4.20), adayların çoğunluğunun TZKM durumunda olduğu görülmektedir. Bunun yanında 17 öğretmen adayı öğretim öncesinde TZM açısından TBOBM durumunda olduğu görülürken, yalnızca 1 öğretmen adayının (Ö19) TBBM durumunda olduğu dikkat çekmektedir. Yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin öğretim sonrasındaki durum incelendiğindeyse, 9 öğretmen adayı hariç (TZKM durumunda olanlar) diğer öğretmen adaylarının tamamının (N=64) TZM'lerinin TBBM durumunda olduğu görülmektedir. Bu durum yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin olarak öğretmen adaylarının öğretim sonunda iyi sonuç gösterdiğini belirtmektedir. Ö49 öğretmen adayının ilişkin TZM durumuna ait matrisin çözümlenmiş örneği aşağıda yer almaktadır.

Ön-test	Son-test
$\begin{bmatrix} 0{,}20 & 0{,}40 & 0{,}00 \\ 0{,}40 & 0{,}80 & 0{,}00 \\ 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Yukarıda öğretmen adaylarının yıldızın kimliği, yapısı ve yaşam döngüsüne ilişkin TZM durumları belirtilmiştir. Genel olarak bakıldığında, bireysel olarak öğretmen adaylarının 'yıldız' kavramına ilişkin öğretim öncesindeki TZM'lerinin TZKM lehine olduğu görülmektedir. Öğretim sonrasında yıldız kavramına ilişkin TZM durumu içinse, öğretmen adaylarının çoğunluğunun TBBM durumunu yansıtan TZM'lere sahip oldukları belirtilebilir. Bunun tam tersi olarak bazı öğretmen adayları (Ö2, Ö37 ve Ö64) öğretim sonrasındaki TZM'lerinin TZKM durumunda olduğu da anlaşılmaktadır.

4.7. Sınıfa Ait Model Yoğunluk Matrisi

Model yoğunluk matrisi farklı tip model durumlarını içeren (model tipleri Bölüm 2'de tartışılmıştır) farklı formlarda olabilmektedir. Tablo 4.21'de yıldızın kimliği soru grubuna ilişkin ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisi yer almaktadır.

Tablo 4.21. *Yıldızın kimliği soru grubuna ait ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisleri*

	Yıldızın Kimliği	
	Ön-test	Son-test
Öğretim Grubu	$\begin{bmatrix} 0{,}01 & 0{,}01 & 0{,}01 \\ 0{,}01 & 0{,}02 & 0{,}01 \\ 0{,}01 & 0{,}01 & 0{,}01 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0{,}61 & 0{,}45 & 0{,}04 \\ 0{,}45 & 0{,}37 & 0{,}04 \\ 0{,}04 & 0{,}04 & 0{,}03 \end{bmatrix}$

Tablo 4.21 incelendiğinde, ön-testte sınıftaki birçok öğretmen adaylarının TZM bakımından birçok fiziksel modele sahip olduğu (karma model durumu) ve bunları kullanmakta tutarsız oldukları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğretimden önce sınıftaki öğretmen adaylarının çoğunun yıldızın kimliğiyle ilgili sorular hakkında sürekli olarak hatalı modeli kullandıklarını göstermektedir. Öğretimden sonra yıldızın kimliğine yönelik olarak son-testten elde edilen sınıf yoğunluk matrisine

bakıldığında (bkz. Tablo 4.22.), TZM açısından sınıfın model durumu öğretmen adaylarının doğru uzman modele oldukça eğilimli oldukları (0,61), hatalı model lehine ve null model lehinde olma olasılıklarının ise sırasıyla (0,37) ve (0,03) olduğu görülmektedir. Yıldızın yapısı soru grubuna ilişkin ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisi Tablo 4.22'de sunulmuştur.

Tablo 4.22. *Yıldızın yapısı soru grubuna ait ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisleri*

	Yıldızın Yapısı	
	Ön-test	Son-test
Öğretim Grubu	$\begin{bmatrix} 0{,}26 & 0{,}35 & 0{,}13 \\ 0{,}35 & 0{,}64 & 0{,}22 \\ 0{,}13 & 0{,}22 & 0{,}11 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0{,}70 & 0{,}38 & 0{,}08 \\ 0{,}38 & 0{,}26 & 0{,}05 \\ 0{,}08 & 0{,}05 & 0{,}03 \end{bmatrix}$

Tablo 4.22 incelendiğinde, ön-testte sınıftaki öğretmen adaylarının çoğunun yıldızın yapısıyla ilgili sorulara ilişkin sürekli olarak hatalı modeli kullandıkları, TZM'lerinin bu modellemeye yakın olduğunu belirtmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının tek bir modeli kullanmada tutarlı olmadıkları anlaşılmakta, bu durum karma model durumunu işaret etmektedir. Öğretimden sonra yıldızın yapısına yönelik olarak son-testten elde edilen sınıf yoğunluk matrisine bakıldığında (bkz. Tablo 4.20.), sınıfın TZM durumu öğretmen adaylarının doğru uzman modele oldukça eğilimli oldukları (0,70) görülmektedir. Ancak bu durum tüm sınıfın aynı fiziksel modele sahip olduğunu belirtmemektedir. Tablo 4.23'te yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ilişkin ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisi yer almaktadır.

Tablo 4.23. *Yıldızın yaşam döngüsü soru grubuna ait ön-test ve son-test sınıf model yoğunluk matrisleri*

	Yıldızın Yaşam Döngüsü	
	Ön-test	Son-test
Öğretim Grubu	$\begin{bmatrix} 0{,}34 & 0{,}35 & 0{,}11 \\ 0{,}35 & 0{,}55 & 0{,}17 \\ 0{,}11 & 0{,}17 & 0{,}11 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0{,}90 & 0{,}17 & 0{,}01 \\ 0{,}17 & 0{,}10 & 0{,}01 \\ 0{,}01 & 0{,}01 & 0{,}01 \end{bmatrix}$

Tablo 4.23 incelendiğinde, ön-testte yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin yer alan beş soruya yönelik olarak öğretmen adaylarının TZM açısından hatalı modeli kullanmada

yatkın oldukları görülmektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının bu modeli kullanmada tutarlı olmadığı, birçok öğretmen adayının birçok fiziksel modele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Öğretimden sonra yıldızın yaşam döngüsüne yönelik olarak son-testten elde edilen sınıf yoğunluk matrisine bakıldığında (bkz. Tablo 4.23.), öğretmen adaylarının doğru uzman model kullanmada oldukça eğilimli olduğunu göstermektedir. Sınıftaki öğretmen adaylarının tamamına yakınının yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin TZM'lerinin aynı fiziksel modele yönelik olduğu, ancak hatalı model durumunda olma olasılığının (0,10) ve null model durumunda olma olasılığının da (0,01) olduğu (diğer elemanların tamamı sıfıra yakın) anlaşılmaktadır. Bu anlamda öğretmen adaylarının yıldızın yaşam döngüsüne yönelik modelleme durumlarının tutarlı bir modele yakın olduğu söylenebilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldızlarla ilgili modellerinin model analizi yoluyla belirlemek amacıyla üç hafta sürecinde gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda elde edilen veriler 'Bulgular' bölümünde ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise araştırma bulgularına dayalı olarak elde edilen sonuçlar, ilgili alanyazınla ilişkilendirilerek tartışılmış, benzer konularda yapılacak araştırmalara yönelik öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar, alt problemlerin sırasına göre sunulmuştur.

5.1. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Dağılımına İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Öğretmen adaylarının ön-test ve son-test YKKT uygulamasında verdikleri cevaplarının yoğunlaşma analizi sonuçları ilk olarak yoğunlaşma faktörü (C) ve skoru (S) açısından incelenmiş, sonuçta ön-testte öğretmen adaylarında soruların genelinde DD tipi modellemenin olduğu tespit edilmiştir. OO tipi ve OD tipi modellemenin de olduğu belirlenirken, DD tipinin fazla olması yaygın hatalı model lehine eğilim olduğu sonucunu göstermektedir.

Bu tez çalışmasında yapılan analizlerin konu alanında öncü olması nedeniyle ileri çalışmalarda yoğunlaşma faktörünün madde bazındaki durumunun nasıl ele alınabileceği örnek olarak incelenebilir. Örneğin bu anlamda dikkat çeken noktalardan biri olan 12. soru ve bu soruya ait her bir seçeneği seçen öğretmen adayı sayısı aşağıda verilmiştir.

12. Bir yıldızın yaşam sürecinin çoğunluğunda üretilen enerji hangi kısmındadır?

a. Işınım katmanında
b. Taşınım katmanında
c. Çekirdekte
d. Yıldız boyunca
e. Yüzeyde

Seçenekler	a	b	c*	d	e
Ön-test	16	3	44	2	8

*Doğru seçenek

Görüldüğü üzere öğretmen adaylarının 12. soruya verdikleri yanıtlarda doğru seçenekle birlikte (c seçeneği), a seçeneği üzerinde de yoğunlaşıldığından (A seçeneğini seçen öğretmen adayları Ö4, Ö6, Ö12, Ö13, Ö16, Ö24, Ö25, Ö30, Ö35, Ö39, Ö43, Ö44, Ö47, Ö54, Ö55, Ö58'dir.) yoğunlaşma faktörünün O seviyesinde olduğu görülmüştür. Buna göre öğretmen adaylarının bireysel TZM'lerine bakıldığında, 13'ünün TZKM, 2'sinin TBBOM ve 1'inin TBBM durumunda olduğu belirlenebilir. Bu çalışmada TZM'lerin belirlenmesi öncelikli düşünüldüğünde, ileri çalışmalarda yukarıdaki durumların nedenleri, ön-test son-test karşılaştırması yapılarak detaylı şekilde irdelenebilir. Soruya bakıldığındaysa, öğretmen adaylarından yıldızın yaşam sürecinin çoğunluğunda üretilen enerjinin çekirdek haricinde ışınım katmanında da düşünenin olduğu, bu konuda bir alternatif fikre sahip olduğu görülmüştür. Bu alternatif fikrin de belirtke tablosuna göre (bkz. Tablo 3.8) yıldızın enerji üretimi konusunda olduğu görülmektedir.

Son-testte öğretmen adaylarının sorularda yaygın olarak YY tipi modelleme gösterdiği belirlenmiştir. OO tipi modellemenin de olmasının yanında YY tipi modelleme durumunun ağırlık göstermesi, adayların yıldız kavramına yönelik olarak iyi sonuç gösterdiğini belirtmektedir. Bao (1999) tarafından yapılan çalışmada da FCI testindeki 29 sorunun tamamı tüm öğrenci cevapları kategorilendirildiğinde, ön-testte öğrenci cevaplarının yedi kategoride gruplandırıldığı, YY, OY, MY, LM ve LH tiplerinde modellemenin olduğu görülmüştür. Son-testte ise yüksek yoğunlaşmayla birlikte yüksek puanlar doğrultusunda bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Dega (2012), elektrik potansiyeli ve enerji ile elektromanyetik indüksiyon kavramlarıyla ilgili yaptığı çalışmasında yoğunluk faktöründen yararlanarak elde ettiği sonuçlar doğrultusunda ön-testte öğrenci cevaplarının %90'ının DD model durumunda olduğu veya rastgele model durumuna yakın olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yanıtların sadece %10'unun OY ve OO durumunu belirttiği, öğrencilerin orta dereceli model durumunda olduğu ifade edilmiştir. Dega ve Govender (2016) ise, Etiyopyalı öğrencilerin enerji ve momentum konusundaki bilimsel ve alternatif kavramlarını yoğunlaşma faktörüyle analiz ettikleri çalışmanın sonucunda, öğrencilerin yanıtlarının dağılımının genellikle DD model tipinde olduğu görülürken, Etiyopyalı öğrencilerin %80'inin (ETH) ve ABD öğrencilerinin

%52'sinin null modeli veya rastgele durumu temsil ettiğini göstermiştir. Ayrıca, Etiyopyalı öğrencilerin % 20'sinin ve ABD öğrencilerinin %48'inin bir-model durumunu temsil ettiği ve bu maddelerin hiçbirinin tamamen doğru ya da alternatif tek model halinde olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar ve mevcut çalışma doğrultusunda yoğunlaşma faktörünün öğretmen adaylarının sadece puanlarını düşük ya da yüksek şeklinde nitelendirmekten öteye geçtiğini göstermektedir. Çünkü öğretmen adaylarının soruyu nasıl yanlış cevapladıklarına yönelik bilgiler yalnızca puanlar kullanılarak yansıtılamaz (Bao ve Redish, 2001). Oysaki bu bilgiler eğitimcilerin öğretimi planlarken yardımcı olabilecek ipuçları olabilmektedir.

Benzer şekilde, öğretmen adaylarının ön-test ve son-test YKKT uygulamasında verdikleri cevaplarının skor ve yoğunluk sapması açısından incelendiğinde, yüksek Γ deki soruların önemli derecede düşük puanlara sahip olduğu, bu anlamda öğretmen adaylarının aynı güçlü çeldiriciyi seçmede eğilimli oldukları tespit edilmiştir. Son-testte ise, öğretmen adaylarının büyük kısmının doğru seçeneği seçtiği belirlenmiş, bunun yanında bir ya da iki alternatif seçenek üzerinde dağılım gösteren adayların da olduğu, bu durumun da yüksek yoğunluk sapmasına işaret ettiği görülmüştür. Bu anlamda yoğunluk sapmasının öğretmen adaylarının yanlış cevaplarının dağılımı hakkında fikir edinmede önemli ipucu sağladığı görülmektedir. Burada yanlış cevap olarak nitelendirilen dikkat dağıtıcılar bir kelime ya da bir ifadenin basit bir kullanımı değil, adayların kendi modellemelerini uygulamalarının sonuçlarını yansıtacak şekilde tasarlanmaktadır (Bao ve Redish, 2006). Mevcut çalışmada da bu duruma paralel olarak her bir seçenek, öğretmen adayının akıl yürütmesini sağlayacak şekilde oluşturulmuş, bu sayede TZM'ler ortaya çıkarılmıştır. Tek başına incelendiğinde yüksek yoğunluk sapmalarının hatalı öğrenci modellemelerine işaret olduğu anlaşılırken, puanlarla birlikte incelendiğinde bize daha fazla bilgi verdiği görülmektedir. Mevcut çalışmada ön-testte yüksek yoğunluk sapmasındaki öğretmen adaylarının düşük puanlara sahip olması bu konuda TZM'lerinin baskın hatalı model lehinde olduğunu göstermektedir. Son-testte ise yüksek yoğunluk sapmasıyla birlikte yüksek puanların olması, öğretmen adaylarının TZM'lerinin doğru modele yakın olduğunu gösterirken, tek bir alternatif seçenek üzerinde yoğunlaşıldığını da kanıtlamıştır. Dega (2012) çalışmasında yoğunluk sapmasına ilişkin olarak, öğrencilerin yanıtlarının %83.3'ünün düşük puanlı ve düşük konsantrasyon sapması

olan null model durumunda (DD) olduğu belirlenmiştir. Yanıtların sadece %16,7'sinin orta model durumda (DO, OO ve OY) olduğu görülmüştür. Bunun yanında, doğru tek model durumunun (YY) ve alternatif bir model durumunun (LH) olmadığı saptanmıştır. Bu anlamda sadece 'doğru cevapların sayısının artıp azaldığı' yönünde kısa bir sonuca ulaşmak yerine, çeldiriciler üzerinde de derinlemesine bilgi edinmek açısından yoğunluk sapmasını değerlendirmenin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu konu da Bao (1999) da, probleme ilişkin tamamlanmış bir resim görmek için, problemi mümkün olan tüm açılardan görmeye ve amaca en uygun bilgiyi bulup incelemeye ihtiyacın olduğunu belirtmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalardan Unat (2011) çalışmasından öğretmen adaylarının Yıldızlardan Yıldızsılara ünitesine ait konu alan bilgilerinin yetersiz olduğu ve çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit etmiştir. İyibil ve Sağlam Arslan (2010) ise çalışmalarında yıldızlara ilişkin öğretmen adaylarının zihinsel modelleri tespit edip, adayların genel olarak bilimsel bilgilerle uyumlu olmayan zihinsel modellere sahip olduklarını belirlemişlerdir. İyibil (2010) temel astronomi kavramlarına yönelik öğretmen adaylarının zihinsel modellerini incelediği çalışmasında yer verdiği yıldız kavramıyla ilişkili olarak, tanımın sorgulandığı soruda adayların önemli bir bölümünün anlamama seviyesinde toplandığı, şekli için adayların yaptıkları çizimlere bakıldığında adayların anlamama seviyesinde bulundukları görülmüştür. Ayrıca, yıldızların hareket etme durumlarıyla ilgili soruya verdikleri cevaplara bakıldığında okul öncesi ve fizik öğretmen adaylarının anlamama ve sınıf ile fen bilgisi öğretmen adaylarının kısmi anlama seviyelerinde bulundukları, parlama nedeninin açıklamasını gerektiren soruya adayların verdikleri cevapların genellikle kısmi anlama seviyesinde yer aldıkları, yıldızların atmosferi ile ilgili soruya verdikleri cevaplarla adayların daha çok cevap verememe seviyesinde yer aldıkları, yapısıyla ilgili soruda adayların neredeyse tamamının cevap verememe seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Sonuçta, adayların yıldızlar hakkında bilimsel düzeyde bilgi sahibi olmadıkları ve sahip oldukları anlama düzeyleri için öğrenim gördükleri programlar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçların mevcut çalışma sonucuyla uyumlu olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmanın diğer çalışmalardan farkıysa, betimsel analizi değil model analizini kullanmak olmuştur.

Bir diğer bulgu olarak elde edilen puan ve yoğunlaşma faktörlerinin iki boyutlu grafikler şeklinde sunulması, model analizinin sonuçlarını daha iyi inceleyebilme fırsatı tanımaktadır. Bu durum Ainsworth (2006) tarafından da belirtildiği gibi, bir durumun/sürecin iki veya daha fazla şekillerde sunulması yani çoklu gösterimi, bilginin anlaşılırlığını artırmaktadır. Mevcut çalışmada da bununla ilişkili olarak puan ve yoğunlaşma faktöründen elde edilen bulgular grafiklerle sunulmuş, sonuçta öğretmen adayları öğretim öncesinde tüm sorulara verdikleri cevaplar bakımından DD bölgesinde yoğunluk gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum öğretim öncesinde öğretmen adaylarının yıldız konusundaki sorulara verdikleri cevapların hiçbir baskın modelin yer almadığı rastgelelik bölgesinde olduğunu göstermektedir. Son-testte bu durumun YY bölgesine doğru kaydığı, ayrıca bazı sorularda OO bölgesindeki yoğunlaşmaların devam ettiği tespit edilmiştir. Bu anlamda öğretim sonrasında öğretmen adaylarının çoğunluğunun mümkün bir baskın modeli temsil eden bir-model bölgesinde oldukları, aynı zamanda bazı öğretmen adaylarının da mümkün iki popüler modelin olduğu iki-model bölgesinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Bu durumu daha iyi irdeleyebilmek adına sorular soru grupları bazında incelendiğinde, öğretmen adaylarının yıldızın yaşam döngüsü soru grubundaki ön-test yanıtlarının rastgelelik içeren bölgede olduğu, bu anlamda öğretim öncesinde adayların bu konuya ilişkin bilgilerinin bir ya da daha fazla alternatif fikir içerikli olduğu, hiçbir baskın modelin yer almadığı anlaşılmaktadır. Fakat son-testte bu durumun tamamen bir baskın modelin yer aldığı bir-model bölgesine kaydığı, adayların yıldızın yaşam döngüsü konusunda öğretim sonrası bilgilerinin yeterli düzeyde olduğu dikkat çekmiştir. Diğer bir deyişle, öğretmen adayları belirtilen kavram grubuna ilişkin son-testte iyi sonuçlar göstermiştir. Yıldızın kimliği ve yıldızın yapısı soru gruplarında ise, öğretmen adaylarının ön-test cevaplarının güçlü alternatif fikir içerikli çoğunlukla rastgele bölgede olmakla birlikte, iki baskın model bölgesinde de olunduğu belirlenmiştir. Son-testte ise kavram gruplarına ilişkin olumlu yönde bir kayma olmakla beraber, yıldızın yapısı soru grubu ortalamasının yıldızın kimliği soru grubu ortalamasından daha iyi yönde olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda öğretmen adaylarının modelleme durumlarının son-testte en iyi yıldızın yaşam döngüsü soru grubunda olduğu (Bir-model bölgesi), ardından yıldızın yapısı soru grubunda (Bir-model bölgesi) ve son olarak da yıldızın kimliği soru grubunda olduğu (İki-model bölgesi) görülmüştür.

Öğretmen adaylarının verdikleri yanlış yanıtlar hakkında bilgi edinmek içinse S-┌ taslağı oluşturularak incelenmiştir. Sonuçta, ön-testte ┌'lerin oldukça dağınık bir yayılma gösterdiği, düşük ve orta ┌'lerle birlikte düşük puanların yer aldığı belirlenirken, üç soruda yüksek ┌'lerin olduğu belirlenmiştir. Son-testte de ┌'lerin ön uygulamada olduğu gibi oldukça dağınık bir yayılma gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak son-testte düşük ve orta ┌'lerle birlikte yüksek puanların yer aldığı, bu anlamda öğretmen adaylarının doğru cevap lehine bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanında sekiz soruda ise yüksek ┌'lerin olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, yüksek ┌'lerin güçlü çeldiricileri belirtmesinden dolayı, öğretmen adaylarının aynı çeldiriciyi seçmede eğilimli oldukları söylenebilir. Bu durum aynı zamanda hatalı öğrenci modelleri tarafından oluşturulan yanıtların bir yansıması da olabilir (Bao, 1999).

S-┌ taslağı soru grupları açısından incelendiğinde, yıldızın kimliği soru grubuna ilişkin son-test puanlarında ön-test puanlarına göre artış olmasına rağmen ┌'lerin dağınık bir yayılma gösterdiği belirlenmiştir. Yıldızın yapısı soru grubunda, ┌'lerden yola çıkarak öğretmen adaylarının soruların çoğunluğunda güçlü çeldiricileri seçme yönünde eğilimli olmadıkları, birden fazla çeldiriciye yoğunlaşıldığı görülmüştür. Bunun yanında üç soruda ise bir ya da iki alternatif seçenek üzerinde dağılım gösteren adayların da olduğu, bu durumun da yüksek yoğunluk sapmasına işaret ettiği tespit edilmiştir. Yıldızın yaşam döngüsü soru grubundaysa, son-teste verilen yanıtların ön-teste verilen yanıtlara göre göre hem puan hem de yoğunluk sapması açısından ciddi bir değişim gösterdiği, son-testte puanların yükselmesiyle birlikte, öğretmen adaylarından birkaçının tek bir çeldiriciye yoğunlaşması da düşük ┌'lerle birlikte yüksek ┌'lerin de grafikte yer almasına yol açmıştır. S-┌ grafiklerinin en önemli avantajını ┌'lerin puanlardan etkilenmemesi olarak belirten Bao ve Redish (2001), yoğunlaşma faktörünün puanlardan büyük ölçüde etkilendiğini, bu anlamda yanlış cevaplar hakkında S-C grafiğinden daha fazla bilgi edinilebildiğini ifade etmektedir. Bao (1999) da yaptığı çalışmada FCI'daki 29 soruya ilişkin ön ve son verilerin S-┌ grafiğini oluşturmuş ve sonuçta öğrencilerin son ┌'lerinin ön uygulama verilerinde olduğu gibi oldukça dağınık olduğunu, bu sebeple öğrencilerin ön ve son uygulamalarda oldukça benzer yanlış cevap durumları sergilediklerini belirtmiştir.

Genel anlamda bakıldığında yoğunlaşma faktörü, puanlar ve yoğunluk sapması arasındaki ilişkilerden yola çıkarak öğretmen adaylarının yıldız kavramına ilişkin modellemeleri hakkında değerlendirme yapmak, cevapların dağılımını detaylı bir şekilde yorumlamak adına elde edilen bu hesaplamaların önemli anlamlar içerdiği görülmektedir. Aynı zamanda model analizinin bu kısmının, mevcut öğretim öncesinde öğretmen adaylarının modellemelerini değerlendirmek, öğretim sonrasında ise hem mevcut öğretimin etkililiğini değerlendirmek hem de modelleme durumlarındaki değişimi görmek adına niceliksel bir değerlendirme imkânı sunduğunu söylemek mümkündür.

5.2. Öğretmen Adaylarının YKKT'ye Verdikleri Cevapların Model Tahminlerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmada ikinci olarak matrisler kullanılarak bireysel öğrencilerin TZM durumları ve sınıf model durumu ortaya çıkarılmıştır. Bu anlamda öğretmen adaylarının ham cevapları model tabanlı vektörlere dönüştürülmüştür. Ardından bireysel model yanıt vektörleri oluşturulmuş ve bu vektörlerden yararlanılarak gerçek bireysel cevapların modellendiği model yoğunluk matrisleri elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının bireysel model yoğunluk matrislerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda her bir öğretmen adayının TZM durumları ortaya çıkarılmıştır. Sonuçta, öğretmen adaylarının çoğunluğunun yıldız kavramına ilişkin öğretim öncesinde sahip oldukları TZM'lerinin TZKM durumunda olduğu belirlenmiştir. Bu durum öğretim öncesinde öğretmen adaylarının yıldıza ilişkin bilimsel ve bilimsel olmayan fikirlere sahip olduklarını ve bunları kullanmada tutarlı olmadıklarını göstermektedir. Seçeneklerin her birinin öğretmen adaylarının düşüncelerini yansıtacak doğrultuda oluşturulması, bize analiz sonucunda TZM'leri bulmaya olanak tanımıştır. Bu anlamda öğretim öncesinde öğretmen adaylarının birbirlerinden farklı ve benzer TZM durumlarında olmakla birlikte, daha çok karma model durumunda olan öğretmen adayının bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin bir kavramla ilgili zihinsel yapılarının oluşumunda okul bilgilerinin, kültürel değerlerin ve kişisel deneyimlerinin etkili olduğu belirtilmektedir (Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994). Bu anlamda öğretmen adayları için de bireysel olarak sahip oldukları bu farklılıklardan dolayı TZM'lerinin farklı olduğunu söylemek mümkündür. İyibil (2010) çalışmasında da öğretmen

adaylarının yıldız kavramına ilişkin zihinsel modellerinin ezberci, ilişkisel ve uyumsuz modeller arasından en fazla, kavrama dair hiçbir bilimsel nitelik taşımayan cevaplardan oluşan model türü olan uyumsuz modele sahip olduklarını görmüştür. Vosniadou (1991) ise çalışmasında öğrencilerin yıldızların, ay gibi, ışığını güneşten aldıkları görüşüne sahip olduklarını belirterek bu görüşü sentez model olarak ifade etmiştir. Sentez modelleri, adayların öğrendikleri bilimsel bilgilerle sahip oldukları tecrübeleri harmanlayıp oluşturdukları modelleme olarak belirten Vosniadou ve Brewer (1992)'in modellemesinin bu açıdan mevcut çalışmadaki karma model ile uyumlu olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmada öğretim sonunda her bir öğretmen adayının TZM durumlarına bakıldığındaysa, adayların çoğunluğunun TBBM durumunu yansıtan TZM'lere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu anlamda mevcut öğretimin öğretmen adaylarının zihinsel model gelişiminde etkili olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarına ait bireysel durumu yansıtan bu analizin öğretim üyeleri açısından, sınıf ortamındaki öğretmen adaylarının bireysel öğrenmelerindeki durumu belirlemek adına elverişli olduğunu söylemek mümkündür.

Öğretmen adaylarının bireysel model yoğunluk matrisleri daha sonra sınıf model yoğunluk matrisini oluşturmak için kullanılmış ve her bir soru grubuna ait ön-test ve son-test matrislerine ulaşılmıştır. Sonuçta, yıldızın kimliği soru grubuna yönelik ön-testte öğretmen adaylarının TZM bakımından birçok fiziksel modele sahip olduğu (karma model durumu) ve bunları kullanmakta tutarsız oldukları; son-teste ait sınıf yoğunluk matrisine bakıldığındaysa TZM açısından sınıfın model durumu öğretmen adaylarının doğru uzman modele oldukça eğilimli olduklarını göstermiştir. Sonuçta öğretmen adaylarının öğretim sonundaki model yoğunluk matrisinin büyük ölçüde diyanonal olmayan büyük elemanlardan oluştuğu görülmüştür. Bu durum tutarsız çoklu modelin olduğunu kanıtlamaktadır. Yoğunluk matrisinin köşegen elemanlarını incelendiğinde, bir öğretmen adayının TZM olarak uzman model durumunu 0,61 olasılıkla göstermesinin olası olduğu, hatalı model durumunu 0,37 ve null model durumunu 0,03 olasılıkla gösterdiği belirlenmiştir. Yıldızın yapısı soru grubuna ilişkin ön-testte sınıftaki öğretmen adaylarının tek bir modeli kullanmada tutarlı olmadıkları anlaşılmakta, ancak TZM'lerin hatalı model lehine eğilimde olduğu belirlenmiştir. Son-testten elde edilen sınıf yoğunluk matrisindeyse, sınıfın TZM durumu öğretmen adaylarının doğru uzman modeli kullandığını göstermiş ancak bu

durum tüm sınıf için geçerli olmamıştır. Sonuçta öğretmen adaylarının yıldızın yapısı kavram grubuna ilişkin öğretim sonundaki model yoğunluk matrisinin diyanonal olmayan büyük elemanlardan oluştuğu görülmüştür. Yoğunluk matrisinin köşegen elemanlarını incelendiğinde, bir öğretmen adayının TZM olarak uzman model durumunu 0,70 olasılıkla göstermesinin olası olduğu, hatalı model durumunu 0,26 ve null model durumunu 0,03 olasılıkla gösterdiği tespit edilmiştir. Bu anlamda öğretmen adaylarının yıldızın yapısına ilişkin son-test durumlarının tutarsız karma model olduğu anlaşılmaktadır. Ön-testte yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin öğretmen adaylarının TZM açısından hatalı modeli kullanmada yatkın oldukları ve bunu kullanmada da tutarlı olmadıkları belirlenmiştir. Son-testte ise, öğretmen adaylarının doğru uzman model kullanmada oldukça eğilimli olduğu, öğretmen adaylarının tamamına yakınının yıldızın yaşam döngüsüne ilişkin TZM'lerinin aynı fiziksel modele yönelik olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda öğretmen adaylarının TZM'lerinin doğru uzman model lehine en fazla yıldızın yaşam döngüsü kavram grubunda olduğu söylenebilir. Yıldızın yaşam döngüsüne ait son-test sınıf yoğunluk matrisinde diyagonal elemanların (0,90; 0,10; 0,01) olması (bkz. Tablo 4.10) bu durumu doğrulamaktadır. Uzman modeli işaret eden diyagonal eleman (0,90) diğer diyagonal elemanlardan daha büyük olmakla birlikte, diyagonal olmayan elemanlarında neredeyse sıfıra yakın olmaları öğretmen adaylarının tutarlı durumu sergileme olasılıklarının büyük olduğunu göstermektedir.

Vadnere ve Joshi (2009) tarafından yapılan, siyah cisim ışımasını/radyasyonunu konu alan çalışmada deney ve kontrol gruplarına ait model yoğunluk matrisleri oluşturulmuş ve sonuçta, ön-test için sınıf yoğunluğu matrisinin büyük ölçüde diyagonal olmayan büyük elemanlar sergilediği görülmüştür. Bunu tutarsız çoklu modelin karakteristiği olarak belirten yazarlar, bir öğrencinin, uzman davranışını tetiklemesi, alternatif fikir durumunu ya da null durumunu göstermesinin muhtemel olduğunu belirtmektedir. Yoğunluk matrisinin köşegen elemanlarını incelediklerinde, bir öğrencinin uzman durumunu 0,46 olasılıkla tetiklemesinin olası olduğu, alternatif fikir içerikli hatalı model ve null model durumlarına girme olasılığının da sırasıyla 0,36 ve 0,18 olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yıldız kavramının anlaşılma düzeyi üzerine çalışan Agan (2004) lise ve üniversite 1. sınıf öğrencileri ile yaptığı araştırma sonucunda, öğrencilerin Güneş ve yıldızlar, yıldızların doğası ve yıldızlara olan uzaklıklar konularındaki olası varsayımları (örn. Güneş diğer yıldızlardan büyüktür. Yıldızlar ateş ya da lavdan oluşur.) sıralamıştır. Bu anlamda öğrencilerin sahip oldukları bu ilkel modelleri tuttuklarını ancak Güneş'in yıldızlarla ilgili olduğu fikrini içeren sentetik modellerle ilerleyebileceklerini belirtmiştir. Son olarak Agan (2004)'e göre, öğrenciler bu sentetik fikri terk ederler ve Güneş'in Dünya'ya en yakın yıldız olduğu bilimsel modele ulaşırlar. Çalışma sonucunda da, gerçekleştirilen lise seviyesindeki astronomi kursunun öğrencilerin yıldız kavramına ilişkin bilimsel bilgiler geliştirmelerini sağladığını göstermiştir. Agan (2004) bu durumu yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla belirlemiştir. Benzer şekilde 4 açık uçlu soru kullanarak betimsel bir çalışma yürüten İyibil ve Sağlam Arslan (2010), çalışmalarının sonucunda fizik öğretmen adaylarının önemli bir bölümünün (%41) yıldız kavramıyla ilgili bilimsel bilgilerden uzak bilgilerle ilişkili model türü olan Zihinsel Model 4 olarak belirtilen model durumuna sahip oldukları belirlenmiştir. Mevcut çalışmada benzer sonuçlar elde edilmekle birlikte, öğretmen adaylarının puanları her ne kadar öğretim sonrası artış gösterse de sınıfın modelleme durumu incelendiğinde mevcut öğretim öncesi ve sonrası durumlarının karma model lehine olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak nicel yolla analizler yapılmış ve bu yol kullanılarak da öğretmen adaylarının modellemelerinin ortaya çıkarılabileceği gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışma ile elde edilen zihinsel modeller TZM olarak ifade edilmiştir. Bunun sebebi Bölüm 2.2'de de belirtildiği gibi belirlenecek zihinsel modelin öğretmen adaylarına sunulan sorular ve seçenekler temelinde olmasından dolayıdır. Zihinsel modeller değişime açık olduğundan (Norman, 1983) tam olarak belirlenmesi oldukça zordur. Bu anlamda belirlenen modelleri TZM olarak ifade etmenin daha doğru olacağı söylenebilir.

Bu duruma bir de Greca ve Moreira (2000)'nın zihinsel model çalışmasından yola çıkarak bakacak olunursa, Greca ve Moreira'ya göre zihinsel modeller öğrencilerin etraflarını çevreleyen dünyayı açıklamak için ortaya çıkardıkları içsel gösterimlerdir. Bu modeller tüm öğrenciler arasında tutarlı olmadığından kişiye özgüdür. Aynı zamanda bu modeller öğrencilerin sınıfa getirdikleri ön bilgiler de olduğundan, sınıf

ortamında bu bilgileri yorumlayabilirler (hibrid model oluşturma), öğretim süresince ezbere gidebilirler ya da zihinlerindeki modellere uygun tutarlı yeni modeller oluşturabilirler. Bu anlamda öğrenciler bir modelleme sürecinden geçerler. Bu aşamada eğer biz öğrencilerin öğretim öncesinde ve/veya sonrasında modelleme durumlarını nicel yolla/model analiziyle ortaya çıkarmak istiyorsak, öğrenene seçenekler bazından sınırlar çizdiğimizden dolayı bu modelleri TZM olarak ifade etmek yerinde olacaktır.

Sunulanlar çerçevesinde bakıldığında, model analizi yönteminin uygulanmasında belirli aşamaların olduğu görülmüş, bu aşamalar;

- Yoğunlaşma faktörünün hesaplanması,
- Puanların hesaplanması,
- Yoğunluk sapmasının hesaplanması,
- Kategorilendirmenin yapılması ve
- Grafiklerin oluşturulmasını içeren birinci algoritma ile muhtemel öğrenci model durumlarının nicel değerlendirmesi yapılmıştır. Ardından;
- Bireysel olasılık vektörlerinin hesaplanması,
- Bireysel model yanıt vektörlerinin hesaplanması,
- Öğretmen adaylarına ait model yoğunluk matrislerinin oluşturulması,
- Sınıf model yoğunluk matrisinin oluşturulmasını içeren ikinci algoritma ile model tahmini yapılarak model yoğunluk matrisi olarak saklanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda TZM'ler tespit edilmiştir.

Bu bağlamda, model analizi yöntemi diğer analiz yöntemlerinden farklı olduğunu söylemek mümkündür. Burada TZM belirlemek için nitel araştırmalardan elde edilen bilgiler (öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler) analize dahil edilmektedir. Bu bilgiler daha sonra katılımcıların aynı kavram grubundaki sorulara verdiklerin yanıtların tutarlılığını/uyuşumunu ölçmek için kullanılmaktadır. Sonuçta nitel yaklaşımla niceliksel bir işlem yapılmaktadır. Bu nedenle Bao ve Redish (2006) nicel bir araç olmasına rağmen, model analizinin ağırlıklı olarak nitel yöntemlere dayandığını belirtmektedirler.

6. ÖNERİLER

Mevcut çalışmada yoğunlaşma faktörü kullanılarak, öğretmen adaylarının mevcut öğretim öncesinde ve sonrasındaki belirlenen kavrama (yıldız) ilişkin TZM ortaya çıkarılmıştır. Bu anlamda yoğunlaşma faktörüyle sadece doğru cevapları değil öğretmen adaylarının sahip olduğu yanlış cevaplar hakkında da bilgilerin bir kısmını tutup, TZM'lerin ortaya çıkarılabileceği görülmüştür. Bu anlamda bundan sonraki çalışmalar için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

Öğretmen Yetiştirme Programını Kapsamında Eğitimciler İçin Öneriler

- Çalışmada astronominin temel kavramlarından yıldıza yer verilmiş ve öğretmen adaylarının bu kavrama ilişkin modelleme durumlarına bakıldığında hatalı model içerikli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Gerek 2018-2019 güz eğitim-öğretim yılında yeniden düzenlenen fen bilgisi öğretmenliği lisans programı düşünüldüğünde gerekse ilköğretim fen bilimleri dersi öğretim programına bakıldığında, astronomi konu ve kavramlarına verilen önemin arttığı tezin ilk bölümünde vurgulanmaktadır. Bu anlamda, öğretmen adaylarının bu konular hakkındaki mevcut bilgi birikimlerinin değerlendirilmesi adına yoğunlaşma faktörü ve sınıf yoğunluk matrisleri kullanılabilir.
- 2018-2019 güz eğitim-öğretim yılında yeniden düzenlenen fen bilgisi öğretmenliği lisans programında IV. Yarıyılda "Fen Öğretim Programları" yer almaktadır. Bu ders kapsamında fen öğretim programlarının geçmişten günümüze gelişimi, vb. konularla birlikte, kullanılan yöntem, teknik, araç-gereç ve materyaller, ölçme değerlendirme yaklaşımı konuları da yer almaktadır. Bu konular kapsamında model analizi yönteme de yer verilmesi önerilmektedir.

Araştırmacılar İçin Öneriler

- Model analizi kapsamında gerçekleştirilecek araştırmalarda, araştırmacıların öncelikli olarak model analizinin anlamı, doğası ve uygulanmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmaları incelemeleri önerilmektedir.
- İyi geliştirilmiş çoktan seçmeli bir testte bireylerin yanıtlarının yapısını incelemek için, cevapların dağılımı hakkında yararlı bilgiler sağlayan model analizi yöntemi kullanılabilir.
- Bu çalışma boylamsal olarak yapılabilir, bu sayede katılımcıların TZM'lerindeki değişim aşamaları olarak değerlendirilebilir.
- Yalnızca öğretmen adaylarının değil öğrencilerin de modelleme durumları sadece nitel değil model analizi yöntemiyle nicel olarak da ortaya çıkarılabilir.
- Sadece öğretmen adaylarının değil, farklı mesleki tecrübeye sahip öğretmenlerle de bu çalışma gerçekleştirilebilir.
- Model analizi yönteminin aşamaları nicel yollarla yapılsa da bu süreç ilk öğrenen açısından karmaşık olabilmektedir. Bu anlamda, uygulamak isteyen araştırmacılara yönelik çalıştaylar düzenlenerek, katılımcıların bilgi eksikliklerini uygulamalı etkinlikler giderilebilir.
- Farklı öğretim yöntemleriyle (Örneğin, yıldız kavramı için teknoloji destekli öğretimle, vb.) öğrencilerin/öğretmen adaylarının gelişimi tamamlanabilir ve bu durum model analiziyle izlenebilir.
- İki ya da daha fazla öğretim yönteminin etkililiği bu yolla tespit edilebilir.
- Bao ve Redish (2001) tarafından da belirtildiği gibi bu yöntem, daha etkili çoktan seçmeli testlerin geliştirilmesinde yararlı bir araçtır. Bu çalışma kapsamında yıldız kavramına yönelik çoktan seçmeli test geliştirilmiştir. Diğer kavramlar üzerinde de test geliştirilmesi sırasında model analizi yönteminden yararlanılabilir.
- Mevcut çalışmada sınıf model yoğunluk matrisleri hesaplanması ile sınırlandırılmış, özdeğer ve özvektör ayrışmaları yapılmamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda özdeğer ayrışmasını kullanarak, öğrencilerin ortak model durumlarının yapısı ve farklı öğrenciler arasındaki tutarlılık hakkında niceliksel bir değerlendirme elde edilebilir.

- Mevcut çalışma kapsamında çoktan seçmeli testte yer alan her bir sorunun puanı SPSS 23 programıyla yapılırken, yoğunlaşması (C) ve yoğunluk sapması (Γ) kağıt-kalem çalışmasıyla hesaplanmıştır. Sonraki çalışmalar için C ve Γ hesaplamalarının da uygun yazılım oluşturularak hesaplanması, analizin daha hızlı ve güvenilir sonuç vermesi açısından yararlı olabilir.
- Modellerle ilgili analizlerin daha kolay yapılabilmesi için kullanılan algoritmalar bir program haline getirilebilir. Ayrıca elde edilen analizleri yorumlayıp sonuçları kullanıcıya verebilecek zeki yazılımlar geliştirilebilir. Bunun yanında bulanık mantık temelli bir çıkarım mekanizmasından yararlanılabilir.
- Bu çalışmada çoktan seçmeli sorular üzerinden analizler yapılırken sadece doğru seçenekler değil yanlış seçenekler üzerinden de analizler yapılmış, yanlış seçeneklerinde eğitimciler için önemli ipuçları sağladığı görülmüştür. Bu anlamda çoktan seçmeli testlerin basit bir başarı ya da kavram testi olmaktan çıktığı, sadece doğru seçeği seçenlerin doğru bildiği anlamını taşımadığı, çeldiricilerin de doğru bilenlerin yönelebilecekleri seçenekler olabileceği araştırmacılar tarafından unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

AAAS (1993). Benchmarks for science literacy. New York.

Agan, L. (2004). Stellar Ideas: Exploring Students' Understanding of Stars. *Astronomy Education Review 3*(1), 77.

Ainsworth, S., (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16,* 183-198.

Alın, G., & İzgi, Ü. (2017). İlköğretim öğrencilerinin yıldızlar konusuna ilişkin kavram yanılgılarının incelenmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi, 10,* 202-214.

Atasoy, B., Kadayıfçı, H., & Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması (Çizimler ve açıklamalar yoluyla yaratıcı düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5*(4), 679-700.

Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(2), 111-124.

Aypay, A. (2015). *Araştırma yöntemleri desen ve analiz.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Bailey, J. M. (2006). Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars (PhD dissertation). The University of Arizona, Tucson, AZ, USA.

Bailey. J. M. Johnson B. Prather. E. E., & Slater. T. (2012). Development and validation of the Star Properties Concept Inventory. *International Journal of Science Education. 34,* 2257-2286.

Bailey. J. M. Prather. E. E. Johnson. B., & Slater. F. T. (2009). College students' preinstructional ıdeas about stars and star formation. *Astronomy Education Review, 8*(1), 010110-010117.

Bakırcı, H., Artun, H., & Şenel, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı fen öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi (gök cisimlerini tanıyalım). *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(1), 514-543.

Balcı, A. (2013). *Sosyal bilimlerde araştırma: Yöntem, teknik ve ilkeler.* 10. Baskı, Ankara: Pagem Akademi.

Baleisis, A., Dokter, E., & Magee, M. (2007). Programming the universe: stellarium scripting as an inquiry tool in introductory college astronomy. *Bulletin of the American Astronomical Society, 39,* 737.

Baloğlu Uğurlu, N., (2005). İlköğretim 6.sınıf öğrencilerinin dünya ve evren konusu ile ilgili kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(1), 229-249.

Baltacı, A. (2013). *Astronomi konusunun çoklu yazma etkinlikleri ve yaparak yazarak bilim öğrenme metodu kullanılarak öğretilmesinin değerlendirilmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bao, L. (1999). *Dynamics of student modeling: A theory, algorithms, and application to quantum mechanics.* PhD. dissertation, University of Maryland, Maryland.

Bao, L., & Redish, E. F. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. American Journal of Physics, 69(7), 45-53.

Bao, L., & Redish, E. F. (2006). Model analysis: Representing and assessing the dynamics of student learning. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 2*(1), 010103, 1-16.

Bauer, M., & Schoon, I. (1993). Mapping variety in public understanding of science. Public Understanding of Science, 2(2), 141-155.

Bektaşlı, B. (2013). The Development of astronomy concept test for determining preservice science teachers' misconceptions about astronomy. *Education and Science, 38*(168), 362-372.

Bektaşlı, B. (2014). In-service science teachers' astronomy misconceptions. *Mediterranean Journal of Educational Research, 15*,1-10.

Biggs, J. (1999). Teaching for quality learning at university. Buckingham, UK: Society for Research into Higher Education and Open University Press.

Bolat, M., & Altınbaş, A. (2014). Ben de astronomi öğreniyorum. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Adana.

Bostan, A. (2008). Farklı yaş grubu öğrencilerinin astronominin bazı temel kavramlarına ilişkin düşünceleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Briggs, C. L. (1986). Learning how to ask: A sociolinguistic appraisal of the role of the interview in social science research (No. 1). Cambridge University Press.

Bülbül, E., İyibil, Ü.G., & Şahin, Ç. (2013). Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin astronomi kavramıyla ilgili algılamalarının belirlenmesi. *Journal of Research in Education and Teaching, 2*(3), 182-191.

Cartier, J., Rudolph, J., & Stewart, J., (2001). The Nature and Structure of Scientific Models NCISLA, Working Paper, School of Education, University of Wisconsin–Madison.

Case, J. M., & Fraser, D. M. (1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change. *International Journal of Science Education, 21*(12), 1237-1249.

Ceylan, E., & Bozkurt, O. (2017). GEMS programının fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, öz yeterliliklerine, tutumlarına ve bilimsel muhakemelerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14*(38), 45-70.

Cin, M. (2007). Alternative views of the solar systems among Turkish students. *International Review of Education, 53*(1), 39-53.

Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: Implications from research. International Journal of Science Education, 27(2), 183-198.

Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education, 31,* 357-382.

Comins, N. F. (1993). Sources of Misconceptions in Astronomy. https://physics.umaine.edu/wp-content/uploads/sites/80/2012/11/Sources-of-misconceptions.pdf

Comins, N. F. (2000). An In-your-face Approach to Student Misconceptions About Astronomy. 195th Meeting of the American Astronomical Society Atlanta, GA.

Comins, N. F. (2001). *Heavenly Errors: Misconceptions About the Real Nature of the Universe.* New York: Columbia University Press.

Corpuz, E. G., & Rebello, N. S. (2005, April). Introductory college physics students' mental models of friction and related phenomena at the microscopic level. Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Dallas, TX.

Çelen, Ü. (2008). Klasik test kuramı ve madde tepki kuramı yöntemleriyle geliştirilen iki testin geçerlilik ve güvenirliğinin karşılaştırılması. *İlköğretim Online, 7*(3), 758-768.

Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş.* 6. Baskı, Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Çolak, O. (2014). *Astronomi dersinin öğretiminde bilgisayar destekli eğitim yönteminin öğrenci başarısına etkisi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Dega, B. G. (2012). *Conceptual change through cognitive perturbation using simulations in electricity and magnetism: a case study in ambo university, ethiopia.* Unpublished Doctoral Thesis, University of South Africa.

Dega, B. G., & Govender, N. (2016). Assessment of students' scientific and alternative conceptions of energy and momentum using concentration analysis. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 20,* 201-2013.

Demircioğlu, H., Vural, S., & Demircioğlu, G. (2013). Üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modelleri: Maddenin tanecikli yapısı. *Eğitim Bilimleri Dergisi, 38,* 65-84.

Didiş, N. (2012). *Lisans öğrencilerinin gözlenebilir fiziksel büyüklüklerin kuantize olması hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Middle East Technical University, Ankara.

Dinçer, E. O., & Aktan D. Ç. (2017). Yıldız Özellikleri Kavram Envanteri uyarlama çalışması. *Journal of Human Sciences, 14*(2), 2021-2034.

Ding, L., & Beichner, R. (2009). Approaches to data analysis of multiple-choice questions. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research, 5*(020103), 1-17.

DiBatista D., & Kurzawa L. (2011). Examination of the quality of multiple-choice ıtems on classroom tests. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 2*(2), 1-23.

Duit, R., & Glynn, S. (1996). *Mental modelling.* In G. Welford, J. Osborne and P. Scott (eds) Research in Science Education in Europe (London: The Falmer Press).

Durukan, Ü.G., & Sağlam Arslan, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını ilişkilendirme durumlarının analizi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 1*(2), 97-109.

Emrahoğlu, N., & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanılgılarının incelenmesi üzerine boylamsal bir araştırma. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18*(1), 165–180.

Erbaş, A.K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(4), 1-21.

Etkina, E. Warren, A., & Gentile, M. (2006). The role of models in physics ınstruction. *Phys. Teach. 44*, 34-39.

Ezberci Çevik, E., & Kurnaz, M.A. (2016). Türkiye'de yıldızlarla ilgili yapılan bazı çalışmaların tematik incelenmesi. *İlköğretim Online, 15*(2), 421-442.

Fraenkel, J. K., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education (6th ed.).* New York: McGraw-Hill, Inc.

Gentner, D. (2002). Mental models, psychology of. In N. J. Smelser & P. B. Bates (Eds.), International encyclopedia of the social and behavioral sciences (pp. 9683-9687). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science.

Gentner D., & Stevens A.L. (1983). *Mental Models.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gilbert, S. W., & Ireton, S. W. (2003). Understanding models in earth and space science. Arlington, VA: NSTA Press.

Gilbert, N., & Terna, P. (1999) How to build and use agent-based models in social science. Discussion Paper. 16/01/2018 tarihinde https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30796674/gil_ter.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1516055342&Signature=kbbQsDiougyD%2BwgXZdv1MNBNHG8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHow_to_build_and_use_agent-based_models.pdf adresinden alınmıştır.

Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and Technology education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), Developing models in science education (pp.3-17). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gobert, J. D., & Pallant, A. (2004). Fostering students' epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal of Science Education And Technology*, *13* (1), 7-22.

Göncü, Ö., & Korur, F. (2012*). İlköğretim öğrencilerinin astronomi temelli ünitelerdeki kavram yanılgılarının üç aşamalı test ile tespit edilmesi.* X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde.

Greca M. I., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education, 22*(1), 1-11.

Güler, N. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme.* Ankara: Pegem Akademi.

Gülseçen, H. (2002). Astronominin diğer temel bilimlerle ilişkisi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Ankara.

Gündoğdu, T. (2014). *8. sınıf öğrencilerinin astronomi konusundaki başarı ve kavramsal anlama düzeyleri ile fen dersine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & Bağcı, N. (2004). eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1*(1), 35-48.

Harrison, A. G. (2001). Models and PCK: Their relevance for practicing and preservice teachers, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, Missouri.

Harrison, A. G., & Treagust, D., F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. School Science and Mathematics, 98 (8), 420-429.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models, International Journal of Science Education, 22(9), 1011- 1026.

Hestenes, D. (1996). Modeling methodology for physics teachers. Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education, College Park, MA.

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhammer. G. (1992). Force concept ınventory. *Phys. Teach., 30*(3), 141-151.

Heyer, I. (2012). *Establishing the Empirical relationship between non-science majoring undergraduate learners' spatial thinking skills and their conceptual astronomy knowledge.* Unpublished doctoral thesis, The University of Wyoming.

İyibil, Ü.G. (2010). *Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

İyibil, Ü., & Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik Öğretmen Adaylarının Yıldız Kavramına Dair Zihinsel Modelleri. *NEF-EFMED, 4*(2), 25-46.

Kalkan, H., & Kıroğlu, K. (2007). Science and Nonscience Students' Ideas about Basic Astronomy Concepts in Pre-service Training for Elemantary School Teachers. *Astronomy Education Review, 6*(1), 15-24.

Kalkan, H., Ustabaş, R., & Kalkan, S. (2007). İlk ve orta öğretim öğretmen adayı öğrencilerinin temel astronomi konularındaki kavram yanılgıları. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özetler Kitabı, s. 356.

Kaplan, G. & Çifçi Tekinarslan, İ. (2013). Zihinsel yetersizliği olan ve olmayan öğrencilerin astronomi kavramlarındaki bilgi düzeylerinin karşılaştırılması. *İlköğretim Online, 12*(2), 614-627.

Kayapınar, A. (2015). Matematiksel problem çözme stratejileri öğretiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme performanslarına ve öz düzenleyici öğrenmelerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Kayhan, C. H. (2010). Model ve zihinsel modeller. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3*(2), 407-422.

Keçeci, T. (2012). İlköğretim öğrencilerinin astronomiyle ilgili kavramları anlama düzeyi ve astronomi dersinin eğitim için önemi. *Pegem Akademi Yayıncılık,* 1-12.

Kurnaz, M. A. (2011). Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Trabzon.

Kurnaz, M. A. (2012). Yıldız, kuyruklu yıldız ve takımyıldız kavramlarıyla ilgili öğrenci algılamalarının belirlenmesi. *AİBÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(1), 251-264.

Kurnaz, M. A, Bozdemir, H., Candan, S., & Ezberci, E. (2016). Temel astronomi kavramlarına yönelik teknoloji destekli uygulama örnekleri geliştirme ve etkililiğini inceleme. KÜ-BAP01/2015-6.

Kurnaz, M. A., & Değermenci, A. (2012). Mental models of 7th grade students on sun, earth and moon. *Elementary Education Online, 11*(1), 137-150.

Kurz, T. B. (1999). A review of scoring algorithms for multiple-choice tests. Paper presented at Annual Meeting of the Southwest Educational Research Association, January 21–23, San Antonio, TX.

Küçüközer, H. (2007). Prospective science teachers' conceptions about astronomical subjects. *Science Education International, 18*(2), 113-130.

Küçüközer, H., Bostan, A., & Işıldak, R.S. (2010). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının bazı astronomi kavramlarına ilişkin fikirlerine öğretimin etkileri, *OMÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 29*(1), 105-124.

Küçüközer, H., Küçüközer, A., Yüzümezoğlu, K., & Korkusuz, M., E. (2010). Elementary school students' conceptions regarding astronomical phenomena. *e-Journal of New World Sciences Academy*, *5*(1), 521-537.

Kühne, T. (2005) *What is a model?* In: Bezivin J, Heckel R (Hrsg) Language Engineering for Model-Driven Software Development, number 04101 in Dagstuhl Seminar Proceedings. Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum für Informatik (IBFI), Schloss Dagstuhl.

Lesh, R., & Doerr, H. (2003). Beyond Constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah.

Limboz, F. (2012). Tarihsel süreç içerisinde astronomiye genel bir bakış. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Ankara.

Lin, J.W., & Chiu, M.H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education, 29*(6), 771–803.

Mavis, B. E., Cole, B. L., & Hoppe, R. B. (2001). A survey of student assessment in U.S. medical schools: *The balance of breadth versus fidelity. Teaching and Learning in Medicine, 13,* 74-79.

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). *Research in education: Evidence-based inquiry (6th ed.).* Pearson Education.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2005). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı (6-8. sınıf). Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.

MEB (2013). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.

MEB (2018). İlköğretim fen bilimleri dersi (ilkokul ve ortaokul 3-8. sınıflar) öğretim programı. 13.07.2018 tarihinde ulaşılmıştır. http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf

Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö., & Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(4), 88-98.

National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standarts.* Washington, DC: National Academy Press.

Norman, D. (1983) Some observations on mental models. In D. Gentner and A. Stevens (eds) Mental models (Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J.) 6-14.

Ogan Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, *29* (5), 555–593.

Oğuz, S., Kurnaz, M.A., Karatekin, K., & İbret, B.Ü. (2012). Temel astronomi kavramlarına ilişkin sınıf öğretmen adaylarının algılarının belirlenmesi. 11. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu'nda sunulmuş bildiri, Rize.

Örnek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education, 3*(2), 35-45.

Özden, Y. (2014). *Öğrenme ve Öğretme.* (12. Baskı) Ankara: Pegem Yayıncılık.

Özsoy, G. (2007). İlköğretim beşinci sınıfta üstbiliş stratejileri öğretiminin problem çözme başarısına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı, Ankara.

Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation.* Newbury Park, CA: Sage.

Philippi, K. H. (2010). *An examination of student understanding of the use of models in science and conceptual understanding of electricity and magnetism.* University of New Orleans Theses and Dissertations. 1114.

Pekdağ, B.(2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7*(2),79-110.

Samurçay, N. (1981). Yaratıcılığı Geliştirme Yöntemleri. Eğitim ve Bilim Dergisi, 30, 14-26.

Sayan, Y., & Hamurcu, H. (2018). İlköğretim fen ve teknoloji dersi için geliştirilen materyallerin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine ve öz kavramlarına etkileri. *Education Sciences,13*(2), 106-120.

Sezen, F. (2002). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Astronomi Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları,* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Shen, Z., Tan, S., & Kiau, S. (2017). *Using cognitive maps of mental models to evaluate learning challenges: a case study.* Twenty-third Americas Conference on Information Systems, Boston.

Slater, T. F. (1993). *The effectiveness of a constructivist epistemological approach to the astronomy education of elementary and middle level in-service teachers:* PhD Dissertation, University of South Carolina.

Şenel Çoruhlu, T., & Çepni, S. (2015). "Güneş sistemi ve ötesi: uzay bilmecesi" ünitesinde zenginleştirilmiş 5e öğretim modeline uygun hazırlanan öğrenme ortamlarının öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*(2), 343-369.

Şensoy, A. (2012). Temel astronomi kavramlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Taner, M.S., Manap,Ö., & Yetkiner, R. (2017). Ülkemizdeki astronomi etkinliklerinin Fen Bilimleri Programı üzerine olası etkileri. *Anadolu Öğretmen Dergisi, 1*(2), 83-87.

TDK, 2017. *Büyük Türkçe Sözlük.* 10.11.2017 tarihinde ulaşılmıştır. http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5a384324077fb5.10001244

Tekin, H. (2004). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme.* Ankara: Yargı Yayınevi.

Tunca, Z. (2005). Türkiye'de İlk ve Ortaöğretimde Astronomi Eğitim ve Öğretiminin Dünü, Bugünü, 29.12.2014 tarihinde ulaşılmıştır. Site: http://www.fedu.metu.edu/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Astronomi/panel/t1-5d.pdf

Trumper, R. (2001). A cross-agestudy of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of ScienceEducation, 23*(11), 1111-1123.

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.

Türkoğlu, O., Örnek, F., Gökder, M., Süleymanoğlu, N., & Orbay, M. (2009). On pre-service science teachers' pre existing knowledge levels about basic astronomy concepts, *International Journal of Physical Sciences, 4*(11), 734-739.

Ulusoy Taş, A. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin 'doğal ve yapay çevre' hakkındaki zihinsel modellerinin araştırılması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Aydın.

Unat, O. (2011). *Fizik öğretmen adaylarının yıldızlardan yıldızsılara ünitesine ilişkin pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

URL-1. Crick's First DNA Doodle, 23/12/2017 tarihinde https://Tr.Pinterest.Com/Pin/74239093827090445/ adresinden alınmıştır.

URL-2. Structure of the Double Helix, 23/12/2017 tarihinde https://geneed.nlm.nih.gov/topic_subtopic.php?tid=15&sid=16 adresinden alınmıştır.

URL-3. Piaget'in Zihinsel Gelişim Kuramı, 28/02/2018 tarihinde http://www.gunescocuk.com/pluginAppObj_77_01/Piaget-.pdf adresinden alınmıştır.

URL-4. What is a Star?, 12/12/2017 tarihinde https://www.khanacademy.org/partner-content/amnh/the-universe/stars/a/what-is-a-star adresinden alınmıştır.

Ültay, E., Dönmez Usta, N., & Durmuş, T. (2017). Eğitim alanında yapılan zihinsel model çalışmalarının betimsel içerik analizi. *Yaşadıkça Eğitim, 31*(1), 21-40.

Ünal, G., & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi, 171*, 188-196.

Ünsal, Y., Güneş, B., & Ergin, İ., (2001). Yükseköğretim Öğrencilerinin Temel Astronomi Konularındaki Bilgi Düzeylerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21*(3), 47-60.

Vadnere, R., & Joshi, P. (2009). On analysis of the perceptions of standard 12 students regarding a physics concept using techniques of quantum mechanics. *Physics Education Journal, 26*(4), 279-290.

Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies, 23*, 219-237.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction, 4*(1), 45-69.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology, 24*, 535-585.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science, 18,* 123-183.

Williams, M. D. Hollan, J. D., & Stevens, A. L. (1983) Human Reasoning about Simple Physical System. In D. Gentner ve A. L. Stevens (Eds.), Mental Models, 131-154.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Nitel araştırma yöntemleri.* 18. Baskı, Ankara: Seçkin Yayınevi.

Yılmaz, E. (2014). 7. Sınıf temel astronomi kavramlarının etkin öğretimine yönelik bir eylem araştırması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yılmaz E., & Şahin, M. (2014). *8. sınıf öğrencilerinin astronomiye yönelik tutumları ile astronomi başarısı arasındaki ilişki.* XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Adana.

YÖK (2018). Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı. 12.10.2018 tarihinde erişilmiştir. http://www.yok.gov.tr/documents/10279/41805112/Fen_Bilgisi_Ogretmenligi_Lisans_Programi.pdf

Zurnacı, A.(2015). *Fen eğitiminde astronomi uygulamaları.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir.

EKLER

EK 1 Görüşme Yapılan Öğretmen Adaylarına Ait Transkriptler

EK 2 Soru Havuzu (Yıldız Konusu Kavram Testi)

EK 3 Yıldız Konusu Kavram Testi

EK 1 Görüşme Yapılan Öğretmen Adaylarına Ait Transkriptler

Ö1

Araştırmacı (A) :O zaman başlayalım, hani diyorsun ya hiç bir ilgim yok astronomiyle hiç bir fikrim yok diyorsun ama en azından hani günlük gözlemlerinden yola çıkarak bir kaç fikrini öğrenmek istiyorum, ilk olarak Zühal yıldız denilince aklına ne geliyor mesela?
Ö1:Yıldız ışık kaynağı, başka da bir şey gelmiyor.
A: Nelere yıldız denir?
Ö1:Ay da bir yıldız olarak geçiyor mu?
A:Bilmem
Ö1:Bir fikrim yok ya
A:Olsun hani nelere yıldız denir sence?
Ö1:Işık kaynağıdır dedin, Güneşte bir ışık kaynağı olduğu için yıldızdır.
A: Yıldızların ne gibi özellikleri vardır?
Ö1:Işık saçar.
A:Başka? Düşünebilirsin.
Ö1:Bu kadar.
A:yıldızlara örnek verebilir misin? Bir tane verdin sanırım...
Ö1:Çobanyıldızı, kutup yıldızı.
A:Başka geliyor mu aklına?
Ö1:Kuruklu yıldız.
A:Tamam. Peki, bir yıldız şekli çizmeni istesem mesela yıldızın şeklini nasıl çizersin?
Ö1:Genel klasik bir şey [çiziyor] şeklimde çok iyi değildir hocam işte şöyle yani.
A:Yok olsun çok önemli değil.
Ö1:Bunun gibi.
A:Hım, o şekildedir diyorsun. Neden o şekildedir sence yıldız? Niye öyle olduğunu düşünüyorsun?
Ö1:Hocam şimdi yukarı[iii] gökyüzüne baktığımız da da öyle bir de mesela Türk bayrağındaki ay yıldızın şekli de o şekilde olduğu için o şekilde yaptım.
A:O yüzden bu şekildedir diyorsun. Peki, bu şekilde hani yıldızlar bu şekildedir dedin. Yıldızların yapısı nasıldır? Yani içerisinde neler ya da ne vardır? Bir fikrin var mı?
Ö1:Hiç bir fikrim yok desem .
A:Ya ne olabilir mesela hangi elementler vardır desem sana mesela.
Ö1:[duraksadı]
A:Yok mu? Tahmin edebilirsin mesela ne olduğunu yıldızın içeriğinde hangi elementler olması sana daha mantıklı geliyor?
Ö1:[duraksadı]Yok vallahi yok inan hiç yok hiç ilgim alakam yok.
A:Peki şey mi katı mıdır? Sıvı mıdır? Gaz mıdır?
Ö1:Katıdır.
A:Katıdır diyorsun yıldızlar için. Peki, yıldızların sıcaklıkları birbirinden farklı mıdır? Hepsi aynı sıcaklıkta mıdır?
Ö1:Hep farklı sıcaklıklardadır.
A:Farklı sıcaklıklarda olduğunu düşünüyorsun?
Ö1:Yanlış da olabilir.
A:Yoo, neden öyle düşündün mesela?
Ö1:Şey, güneşe yakınlık derecesinden dolayı mı? O yüzdendir.
A:O yüzden diyorsun tamam. Ortalama bir yıldızın sahip olduğu sıcaklık yani yaklaşık ne kadardır sence? Ortalama bir yıldız?
Ö1:Çoktur ama şimdi bir değer söylemem gerekiyor mu?
A:Yok illa söylemen gerekmiyor, karşılaştırma da yapabilirsin, değer de söyleyebilirsin, yaklaşık bir değer söyleyebiliyorsan
Ö1:Ya çoktur yani hani öyle şimdi söyleyeceğim de çok düşük çıkar diye çok korkuyorum.
A:Haa yok yok, on mu yüz mü bin mi daha fazla mı?
Ö1:Üç yüz beş yüz arası.
A:Üç yüz beş yüz ney birim olarak?
Ö1:Üç yüz beş yüz santigrat derece.
A:Üç yüz beş yüz santigrat derece diyorsun, tamam. Peki, bu yıldızların sıcaklıklarıyla renkleri arasında bir ilişki var mıdır?
Ö1:Hangisi daha sıcaksa onun rengi daha böyle [ii] şey etrafları daha Çok ışık saçan mı daha sıcak oluyordu?

EK 1'in devamı

A:Daha sıcak renkte, daha sıcak olan rengi nasıldır?
Ö1:Daha kırmızı gibi böyle daha koyu gibi
A:Daha kırmızıdır diyorsun. Yani en sıcak yıldızlar o zaman hangi renktir?
Ö1:Koyu renk, kırmızımsı gibi böyle.
A:Neden öyle düşündün?
Ö1:Çünkü ateş öyle kırmızı ya...
A:Ha, o yüzden diyorsun. En soğuk yıldızlar hangi renktir?
Ö1:Beyaz.
A:Neden?
Ö1:Buz rengi o yüzden.
A:Buz rengi o yüzden diyorsun, güzel. Yıldızlar ışıma yapar mı?
Ö1:[duraksadı]bilmiyorum ki.
A:Bilmiyorum diyorsun
Ö1:Hiç fikrim yok şu an.
A:Yani şey ışık saçar mı yıldızlar? Işıma yapar mı?
Ö1:Yapar.
A:Işıma yapar diyorsun. Şeyi hatırlıyor musun mesela modern fizik derslerinden hatırlarsın elektromanyetik bir tayf vardı böyle belirli görülebilen ışık dalga boyları vardı. Sence hangi dalga boylarında ışıma yapıyordur? Hangi dalga türlerinde?
Ö1:Bir isim verseniz iki üç tane ben onu içinden seçsem.
A:Aaa yok bilmiyorum aklına ne geliyorsa.
Ö1:Aklıma gelmiyor ki işte siz üç dört seçenek söyleseniz ben içinden hatırlatacağım ama.
A:İşte elektromanyetik tayf örneğini verdim dalga türleri dedim, geliyor mu aklına bir şey?
Ö1:Vallahi gelmiyor.
A:Pekii o zaman şeyi sorayım yıldızlar enerji kaynağı olarak düşünebilir mi?
Ö1:Düşünülebilir.
A:Düşünülebilir diyorsun o zaman yıldızlar enerjisini nerden alıyordur?
Ö1:Güneşten.
A:Güneşten alıyordur dedin. Peki, sen güneşte bir yıldız dedin en başta güneş enerjisini nerden alıyordur?
Ö1:Evrenden.
A:O da evrenden alıyordur diyorsun, tamam.[ii] Dünya'ya en yakın yıldız hangisidir? Biliyor musun?
Ö1:Neye en yakın?
A: Dünya'ya en yakın yıldız?
Ö1:merkür, Venüs. Venüs İkinci sırada sonra mars ikisinin arasında olduğu için
A:Hangisidir? Dünya'ya en yakın yıldız?
Ö1:Venüs.
A:Venüs dür diyorsun, neden diye sorsam?
Ö1:Şimdi şöyle sıralamaya koyunca.
A:Neye göre sıraladın?
Ö1:Güneşe yakınlık sırasına göre Merkür, Venüs, dünya, mars diye şey marsla Venüs'ün arasında, daha yakın Venüs'e
A:Venüstür diyorsun dünyaya en yakın gezegen. Tamam. Peki, geceleri mesela gökyüzüne baktığımız zaman işte milyonlarca yıldız görüyoruz bazı yıldızlar dünyadan bakıldığında bir aradaymış gibi görüyoruz yan yanaymış gibi neden bu şekilde görürüz?
Ö1:Mantıklı soru şu an.
A:Hiç düşündün mü neden acaba?
Ö1:Valla hiç düşünmedim de...
A:Neden bir araya gelmiş gibi bir aradaymış gibi görüyoruz?
Ö1:Birbirlerinin enerjilerinden dolayı olabilir mi?
A:Nasıl?
Ö1:Yakınlık olarak mesela.
A:Yakın enerjiye sahip olanlar bir arada mıdır diyorsun?
Ö1:Evet.
A:O şekilde diyorsun.[ii] peki mesela baktığımız zaman bütün yıldızlar bize aynı uzaklıkta mıdır?
Ö1:Şöyle bakınca aynı uzaklıkta geliyor ama.
A:Aynı uzaklıkta görünüyor diyorsun hepsini.
Ö1:Hepsi yanlış oldu.

EK 1'in devamı

A:Yoo şey değil ne biliyorsan, neden hepsi aynı uzaklıkta dedin?
Ö1:Öyle gördüğümüz için, gözlemlemek gibi bir şeyimiz olmadığı için bakınca aynı
A:Hepsi aynı uzaklıkta geliyor değil mi? peki yıldızların belli bir yaşam süreci var mıdır sence?
Ö1:Yıldızlar da kayboluyor diye biliyorum ama yanlış da olabilir yani belli bir ömürleri vardır
A:Belli bir ömrü vardır diyorsun[ii] nasıl hani nasıldır bu ömrü? Ne oluyordur?
Ö1:Yıldızlar[ii] ışık enerjilerini kaybediyor olabilir.
A:Kaybettikleri zaman.
Ö1:Yok oluyor.
A:Yok oluyor diyorsun. Peki, yıldızın kütlesiyle yaşam süreci arasında bir ilişki var mıdır?
Ö1:Kütlesiyle vardır, büyüklü küçüklü oluyor ya şimdi yıldızlar, kütlesi ne kadar büyük olursa yaşam süreci de o kadar uzun olur.
A:o kadar uzun oluyor diyorsun. Şey olarak mı dedin. Büyüklü küçüklü derken boyut olarak mı dedin?
Ö1:Boyut.
A:Boyutu büyük olan kütlesi büyüktür ve daha fazla yaşam süreci vardır diyorsun. Tamam. Peki, bu hani belli bir yaşam süreci vardır dedin ya bunları belli dönemlere ayırabilir miyiz? Şu dönem yıldızın şu dönemi bu dönemi diye? Var mıdır?
Ö1:Mesela kaybolmasına yakın büyüklüğü boyut olarak küçülüyordur ilk oluşmaya başladığında küçük ışığı aldığı zaman büyüktür böyle büyük orta küçük gibi tekrar kaybolmaya yakın.
A:Büyüme dönemi?
Ö1:Orta dönem bir de yok olmaya yakın dönem.
A:Yok olma Kaybolma diyorsun peki o zaman [ii] hani başından şey yapacaksak işte ilk dönemi diyorsun bir yıldız hani nasıl oluşur en baştan? Başta söylemiş miydin yıldız nedir deyince sanki?
Ö1:Işık kaynağıdır dedim.
A:Nasıl oluşur?
Ö1:Nasıl oluştuğuna dair de bir şey demedim.
A:Hı, tamam o zaman.
Ö1:Bilmiyorum çünkü.
A:Hani dedin ya o kütle büyür büyür o baştaki kütle nasıl oluşuyor?
Ö1:Ya güneşten aldığı enerjiyle öyle olur ama nasıl ilk başta nasıl oluştuğunu bilmiyorum. Yıldızların nasıl oluştuğunu bilmiyorum.
A:Tahmin edebilir misin? Nasıl oluşuyor olabilir o kütle?
Ö1:Tahmin edemem.
A:Yoo düşünebilirsin, kafa yoralım.
Ö1:Ya böyle şeydeki hareketlerden dolayı güneşin, dünyanın hareketinden dolayı yıldızlar öyle oluşuyor olabilir.
A:Hangi hareketinden güneşin dünyanın?
Ö1:Mesela şu [ii] güneşin kendi, güneşin dünyanın etrafında dönmesi sonucu falan filan
A:Dönmes, sonucunda yıldızlar oluşuyor diyorsun. Tamam. Yıldızlar Nerede oluşur? Deyim o zaman. Nerede doğarlar? Nerede oluşur yani bir yıldız?
Ö1:Evrende.
A:Evrende oluşur diyorsun tamam. Peki, yıldız hani dedin ya mesela yıldız da hani oluştu dedin ondan sonra kütlesi artar dedin ya işte bir orta dönem demiştin değil mi?
Ö1:Evet.
A:O orta dönemde neler oluyor?
Ö1:Sıcaklığı artıyor olabilir.
A:Sıcaklığı artıyor.
Ö1:Etrafında saçtığı ışık enerjisi artıyor olabilir başka da
A:Bunlar diyorsun. Ana kol yıldız diye hiç bir şey duydun mu daha önceden?
Ö1:Hayır.
A:Duymadın. Peki, hani daha sonra dedin ki yıldız artık şey olmaya başlar işte küçülüp kaybolmaya başlar dedin yani yıldız bu kaybolmaya başladığı zamanı ne zaman başlıyor? Hani büyüyor büyüyor büyüyor dedin ya kütlesi artıyor ne oluyor da artık kaybolmaya başlıyor?
Ö1:Şey güneşten aldığı enerjisi azaldığında kaybolmaya başlıyordur.
A: Azaldığında kaybolmaya başlıyordur diyorsun. Peki, bu süreci nasıl tamamlıyor?

EK 1'in devamı

Ö1:Şey, Oluşmasından yok olmasına kadar ki süreç mi?
A:Yok şey dedin[ii] artık küçülmeye başlıyor dedin ondan sonra enerjisi azalmaya başlıyor dedin ne oluyor bu süreç sonunda nasıl tamamlıyor kaybolma sürecini?
Ö1:Yok, anlamadım.
A:Hani yıldız şey yaptı oluştu kütlesi arttı sonra dedik ki işte sen dedin ki güneşten aldığı enerjisi azalmaya başlayınca artık o kaybolma sürecine giriyor dedin demi bu süreç nasıl tamamlanıyor?
Ö1:Enerjisini kaybediyor tamamen böyle rengi de gitmiş oluyor ışık enerjisinden dolayı kütlesi de küçülüyor daha sonra şu yıldız kayması gibi bir şeyler oluyor o oluyor o da
A:yıldız kayması gibi görünümü oluyor ve kayboluyor diyorsun. Süpernova diye bir şey hiç duydun mu?
Ö1:Hayır.
A:Hiç duymadın. Siyah cüce?
Ö1:Bunlar yıldız isimleri mi?
A:Bilmem.
Ö1:Yıldız isimleri gibi geliyor da.
A:Süpervona yıldız ismi diyorsun. Siyah cüce?
Ö1:O da yıldız ismi.
A:Siyah cüce de yıldız ismi diyorsun?
Ö1:Biraz önce çağrıştırdı çünkü.
A:Tamam, güzel yok ne çağrıştırıyorsa. Teşekkür ediyorum o zaman.

Ö2

A:İlk olarak hani gözlemler yapıyoruz gök cisimlerini gözlemliyoruz astronomiye ilgin var mıdır bilmiyorum hani sever misin, sevdiğin bir alan mı onunla ilgili sorular soracağım. İlk olarak mesela yıldız deyince aklına ne geliyor?
Ö2:Hocam yıldız deyince hıı bana göre geceleri ışık vermeyi sağlayan.
A:hıı
Ö2:Gezegende bir çok en çok olan başka...
A: hıı
Ö2:Başka nasıl anlatsam onu...
A: Şeklini mi?
Ö2:hıı altıgen olan...
A:Altıgen şekli olan.
Ö2: Boyutları normalde çok büyük olduğu bilinen ama bizim çok küçük olarak bildiğimiz gök cisimleri olarak biliyorum.
A:Biz neden küçük olarak biliyoruz.
Ö2:ya biz çünkü çok olduğunu bildiğimiz için çoksa küçüktür diye bir mantığa bürünüyoruz gibi geliyor.
A:hıhı
Ö2:Çok büyük ama.
A:Boyutları normalden çok büyük diyorsun.
Ö2:Evet.
A:Nelere yıldız denir?
Ö2:Nelere yıldız denir hıı...
A:Aslında saydı birçoğunun özelliğini şimdi ama hani illa suysa yıldızdır böyle tanımlamak ister misin şu şunlara yıldız denir demek istersen nasıl bir tanım yapabilirsin?
Ö2:ııııı ışık veren... hıhı söyleyebilirsin söylediklerini tekrar.
Ö2:ıı daha sonra ne diyebilirim neye yıldız denir. dediğim gibi altıgen bir sekli olan
A:hıhı
Ö2:aslında her şey yıldızdır aslında gezegenler hariç
A:Gezegenler içerisinde dışında
Ö2:Evet gökyüzünde.
A:Tüm gök cisimlerine yıldız diyebiliriz.
Ö2:ee tüm gök cisimleri yani.
A:Yıldız yapıyor tamam.
A:Peki bir yıldız şekli çizmeni istesem bunun üstüne?
Ö2:evet(5-nokta yıldız şekli çiziyor)

EK 1'in devamı

A:Neden bu şekle sahiptir yıldızlar?
Ö2:e yani çünkü gördüğümüz kadarıyla tam olarak çıplak gözle bu şekilde görüyoruz
A:hıhı
Ö2:Geceleri evet.
A:O yüzden bu şekle sahiptir diyorsun?
Ö2:Evet.
A:Temel kuvvetlerle bir ilişkisi olabilir mi bu şekle sahip olmasının?
Ö2:Temel kuvvetlerle temel kuvvet dediğiniz.
A:bilmem gerçi temel kuvvet
Ö2:Bence olamaz yani.
A:Olamaz diyorsun tamam peki yıldızların bu şekle sahiptir dedin işte ışık kaynağı olan gezegen dışında olan bunlara yıldız deriz dedin?
Ö2:Evet.
A:Peki yıldızların yapısı nasıldır? yani içyapısı asıldır, nelerden oluşur? Bir fikrin var mı?
Ö2:Yani yıldızların okuduğum kadarıyla güneşten kopan parçalardan oluştuğu gibi duydum da
A:hıhı
Ö2:Tam emin değilim aslında.
A:hıhı
Ö2:Bunun için parlak cisimlerden oluşan
A:Ya içinde ne vardır yıldızların
Ö2:İçinde
A:hıhı iç yapısı nasıldır
Ö2:(sessizlik)
A:Ya da yapısında hangi elementler bulunur mu?
Ö2:Hangi elementler bulunur. Yok bir şey diyemeyeceğim bu konuda
A:yani şey tahmin edebilir misin yani şu vardır içinde şundan dolayı diyebileceğin?
Ö2:yok hocam bir şey diyemiyorum.
A:yani peki nasıldır katı, sıvı, gaz?
Ö2:hııı katıdır diyebilirim
A:katıdır diyorsun yıldızlar
Ö2:yani
A:tamamdır.peki yıldızların sıcaklıkları birbirinden farklı mıdır yoksa hepsi aynı sıcaklıkta mıdır
Ö2:yok değişiktir yıldızlarda birbirinin aynısı değildir. Bir sürü çeşidi vardır. kuyruklu yıldız mesela sayabiliyorum çeşidi vardır, farklıdır yani
A:Sıcaklılklarıda o yüzden farklıdır diyorsun?
Ö2:hıhı
A:pekiortalama bir yıldızın sıcaklığı ne kadardır? Tahmini?
Ö2:200
A:200 nedir birim olarak?
Ö2:santigrat derece
A:200 santigrat derece vardır diyorsun
A:Yıldızların sıcaklıkları ile renkleri arasında bi fark bi ilişki var mıdır?
Ö2:yani şöyle ki
A:hıhı
Ö2:daha sıcak olan bi yıldızın rengi daha parlaktır diye düşünüyorum
A:daha parlak diye düşünüyorsun işte mesela sarı, kırmızı, yeşil mavi gibi bir renk söyleyebilir misin en sıcak yıldızlar hangi renktedir
Ö2:Kırmızı renktedir bana göre.
A:Neden?
Ö2:Yani sıcak olduğu için.
A:Sıcak olunca kırmızı mı aklına geliyor.
Ö2:evet yani güneş
A:Güneşten dolayı diyorsun güneşte kırmızı o yüzden sıcak olduğu için?
Ö2:kırmızı turuncu gibi.
A:kırmızı turuncu gibi sıcak olanlar ya en soğuk yıldızlar hangi renktedir.
Ö2:En soğuk beyazdır.
A:neden(gülüyolar)?

EK 1'in devamı

Ö2:Soğuk deyince aklıma beyaz geliyor.
A:tamam ama şey aklına o 0şekilde geldi bir sebebi var mıdır
Ö2:yasebebi olduğu için söylemedim aslında baya beyazdır
A:beyazdır diyorsun bir sebebi yok
Ö2:hııııı yok.
A:Yoktur diyorsun tamam. Peki yıldızlar ışıma yapar mı?
Ö2:Yapar.
A:Işıma yaparlar diyorsun.
Ö2:Evet.
A:Nasıl yani yaparlar derken açıklamanı istesem?
Ö2:ışık yayar ondan mı bahsediyorsunuz? yapar tabiki
A:ışık yayar diyorsun peki
Ö2:evet
A:hani hatırlıyor musun bizim bir tane elektromanyetik tayfımız vardı belli dalga boyları vardı görebildiğimiz dalga boyları göremediklerimiz.
Ö2:hıhı
A:Sence bu yıldızlar elektromanyetik tayfın hangi dalga türlerinde ışıma yapar?
Ö2:Hangi dalga türleri...
A:hangi dalga boyutunda hangi dalga türlerinde
Ö2:Renk olarak mı soruyorsunuz dalga rengi falan?
A:Dalga boyutları olarak hatırlıyor musun elektromanyetik tayfın
Ö2:spektrum falan onlar mı fizikten
A:Aynen
Ö2:tam hatırlayamadım mor ötesi ışınlardır en fazla
A:neden
Ö2:fiziktede ışınlar en fazla morda yayılır
A:hıhı
Ö2:öyle bir mantık kurdum yani
A:o yüzden mor ötesi ışınlar. Peki yıldızlar enerji kaynağı olarak düşünülebilir mi ,enerji kaynağı mıdır acaba
Ö2:tabiki.
A:O zaman bu yıldızın enerjisi nerden geliyor?
Ö2:güneşten geliyor diyorsun güneşten mi alıyor yoksa güneşten koptu demiştin o yüzden mı
Ö2:evet güneşten koptuğu için bir enerjisi varır. Almıyorda...
A:almıyoda güneşten koptuğu için diyorsun bir enerjisi vardır peki dünyaya en yakın yılız hangisidir fikrin var mı?
Ö2:Kuyruklu yıldız.
A:Kuyruklu yıldızdır, neden?
Ö2:Merkür,venüs gezegenler yıldıza girmiyor demi hocam?
A:Bilmem ben bilmiyorum.
Ö2:Kuyruklu yıldız ya öyle duymuştum yani
A:öyle duymuştun.
Ö2:öyle ya gezegenler girmiyorsa yıldızlara, giriyorsa yoksa Merkür.
A:Yoksa merkür
Ö2:Dünyaya mı dediniz pardon?
A:Dünyaya en yakın yıldız?
Ö2:Gezegense Venüs de.
A:Yıldızsa?
Ö2:yıldızsa kuyruklu yıldız
A:kuyruklu yıldızdır diyorsun aaa peki geceleri gökyüzüne baktığınız zaman yıldızlar bir arada bulunuyormuş gibi görüyoruz yan yana görürüz hiç öyle gördün mü
Ö2:evet.
A:neden?
Ö2:eee o hava olaylarından dolayı oluyordu sanırım
A:hava olaylarından dolayı diyorsun. hava nasıl olursa biz o şekilde görürüz?
Ö2:nasıl desem (sessizlik) hıııı mesela hava açık olursa yıldızlar görünür, bulutlarla kaplı olursa görünmez.

EK 1'in devamı

A:hıı diyorsun.o bir aradaymış gibi görmemizin sebebi de mi bu hava olaylarıdır.
Ö2:Geceleri mi soruyorsunuz?
A:evet geceleri milyonlarca yıldız görürüz ama bazı yıldızları bir aradaymış gibi görüyoruz bakıldığında bir arada bulunuyormuş gibi görünür onun sebebi nedir?
Ö2:yıldızların benzer özelliklerine göre sıralanıyor sanırım oda olabilir
A:hııı benzer özellikte olanlar bir arada mıdır diyorsun.
Ö2:evet
A:hım peki gördüğümüz yıldızlar geceleri gökyüzüne baktığımız da görülen yıldızlar hepsi bize yanı uzaklıkta mıdır
Ö2:hayır farklı uzaklıkta yıldızların çoğu farklı olduğu için farklı uzaklıkta bulunurlar.
A:farklıdır derken nrleri farklıdır?
Ö2:yapısı ,büyüklüğü
A:Yapısı
Ö2:Dediğimizgibi ışık yayması, rengi.
A:rengibuna göre diyorsun uzaklıkları değişir diyorsun.
Ö2:Evet.
A:Mesela bize yakın olan yıldızlar ne gibi özelliklere sahiptir. Daha mı sıcaktır daha mı soğuktur daha mı parlaktır?
Ö2:bize yakın olan yıldızlar daha soğuktur
A:daha soğuktur boyutu için bir şey diyebilir misin?
Ö2:Boyutu daha küçüktür.
A:daha küçüktür
Ö2:güneşe yakın olanlar daha büyüktür ve daha parlaktır. bize yakın olanlar daha küçüktür ve daha soluktur
A:Daha soluktur diyorsun tamam peki yıldızların belli bir yaşam sürei var mıdır
Ö2:varddırdoğar,üyür ve ölür yıldızlar
A:diyosun nasıl gerçekleşir peki kısaca açıklasan bana vardır dedin yaşam süreci
Ö2:var o u biliyorum da
A:yani yaşam sürecinden söz edebiliriz diyorsun
Ö2:evet
A:ozamanpeki şöyle başlayalım ıı bi yıldızın kütlesiyle yaşam süreci arasında bir ilişki var mıdır?
Ö2:vardır
A:nasıl bir ilişki vardır
Ö2:hıı yani insan olarak da düşünebiliriz aslında bana göre küçükse küçüktür yani büyür
A:büyür
Ö2:daha sonra ölür
A:haa büyüdükçe ölümü mü yaklaşır demek istiyorsun
Ö2:evet
A:ilk başta küçüktür
Ö2:küçüktür
A:peki yıldızların yaşam sürecinde belli dönemlere ayırabilir miyiz dedim sen sanırım ayırdın
Ö2:evet
A:nasıl döneme ayırıyorsun
Ö2:ya şimdi doğar, güneşten kopar vs.
A:hıhı
Ö2:büyür ve büyüdükten sonra ölür
A:ölür diyorsun peki o zaman baştan başlayacak olursak yılız nasıl doğar nasıl oluşur?
Ö2:güneşten kopan parçalar farklı açılarla zaten bütün gezegenlerde öyle oluşur, yıldızlarda öyle oluşur bence
A:hıhıyani güneşten bir parça koptu yıldız mı oluştu yoksa o kopan parçalar bir araya gelerek i yıldı oluştu
Ö2:parçabir araya gelir tab.
A:hıı parçalar bir araya gelerek bir 0yılız oluşturur diyorsun.
Ö2:Evet.
A:hıı peki sürekli böylemi olur. yani şuanda mı güneşten kopuyor parçalar yıldızlar oluşuyor hala
Ö2:Hala yıldızlar tabiki.
A:Tabiki

EK 1'in devamı

Ö2:Bir süreç yani dünya olduğu sürece güneş olduğu sürece devam eder.
A:Devam eden bir süreçtir bu diyorsun. Peki yıldızlar nerede doğar?
Ö2:Samanyolunda.
A:Samanyolu ,samanyolu ney yani
Ö2:Bütün gezegenlerin kapsayan
A:Kapsayan nedir?
Ö2:boşluk evren ne diyeyim nasıl diyeyim
A:Samanyolu evreni mi diyoruz, samanyolu boşluğu mu diyoruz oraya
Ö2:Yıldızları kapsayan
A:hıhı
Ö2:Boşluğu diyoruz sanırım evren boşluktur.
A:samanyolu boşluğunda mı doğar diyorsun
A:tamam samanyolu boşluğunda doğar diyorsun tamam peki bir yıldız doğdu, doğduktan sonra büyür diyorsun o büyüme sürecinde neler oluyor neler gerçekleşiyor? yani ne oluyor da yıldız büyüyor.
Ö2:hacimce büyüdüğünü düşünüyorum kütlesi artıyor.
A:hıhı
Ö2:ısık verme süresi de artar, ışın süresi de artar
A:ışıma süresi, mi dedin
Ö2:yok ışıma süresi değil
A:Neyi?
Ö2:Işık verme gücü.
A:ışık verme gücü artıyor.
Ö2:ama nasıl büyür o konuda bir fikrim yok
A:nasılbüyür kütlesi artar aynı şekilde
Ö2:o şekilde büyür de nasıl arttığını bilmiyorum
A:neden arttığını bilmiyorsun. anakol yıldız diye birşey duydun mu. anakol yıldız?
Ö2:duymadım
A:duymadın peki yıldız tamam işte doğdu, kütlesi arttı büyümeye başladı ne zaman ölüm süreci başlar yıldızın?
Ö2:ne zaman...
A:ne oluyor da ölüm süreci başlar, kütlesi arttı arttı arttı?
Ö2:patlıyo mu acaba?
A:bimem ama patlıyor olabilir mi diyorsun?
Ö2:ptlıyosa ya patlıyordur başka nasıl ısı kaybı olabilir ki ya şeyde olabilir büyüyecek...
A:hıhı
Ö2:daha sonra küçülerek kaybolabilir o şekilde de olabilir
A:ha bir süre sonra küçülmeye başladığı anada
Ö2:o şekilde de kaybolabilir. tam fikrim yok
A:tam fikrim yok diyorsun oya patlıyordur diyorsun ya da
Ö2:ya patlamazda,2.dediğim gibidir büyük ihtimalle
A:peki o zaman, küçülmeye başladı ,ölüm süreci başladı bunu nasıl tamamlar
Ö2:tamamenyok oluyor kaybolur küçüldü
A:küçüldü kayboldu diyorsun yıldız tamamen yok oluyor diyorsun?
Ö2:samanyoluna çıkar kaybolur işte.
A:haküçüldükçe samanyolundan çıkmaya başıyor
Ö2:evet
A:boşluktan
Ö2:boşluktan çıkamaz da
A:onu diyeceğim sana nasıl oluyor bu iş?
Ö2:hocam küçülür daha sonra kaybolur
A:kayboldu diyorsun süpernovayı duydun mu hiç süpernova
Ö2:süpernova duydum da süpernova.
A:bi fikrin var mı?
Ö2:Yok hocam
A:Siyah cüce?
Ö2:Duydum bir yıldız ismiydi sanırım
A:bi yıldız ismi diyorsun tamam.

EK 1'in devamı

Ö2:Evet
A: Tamam o zaman görüşmemiz bu kadardı, teşekkür ediyorum.

Ö3

A:O zaman başlıyoruz. Zaten başında açıklamalarımızı yapmıştık neler yapmamız gerektiğini bahsettik sorularımızdan başlayabiliriz. Şimdi ilk olarak astronomi dersini alacaksın ve derste birçok kavramla karşılaşacaksınız hımm ilk olarak sana sormak istediğim yıldız kavramından başlayalım yıldız deyince aklına ne geliyor?
Ö3:Yıldızlar deyince aklıma ışık kaynağı geliyor işte geceleri gökyüzünde.
A:hıhı
Ö3:Yer değişimi hani yıldız kayması yani yıldızların hareketi o aklıma geliyor ve milyonlarca olduğu
A:Milyonlarca olduğundan diyosun yıldız kayması dedin yıldız kayması derken neyi kastediyorsun?
Ö3:Yani gökyüzüne geceleri baktığımızda yıldızların yer değiştirme hareketi gibi yani başka bir yere kayması.
A: Şey mi bu kayma ani bir kayma mı hızlı mı kayma mı yoksa yavaş yavaş hıı yaptığı yer değiştirme
Ö3:gözle görülebilir
A:haa gözle görülebilir
Ö3:gözle görülebilecek bir hızda olduğunu görebiliyoruz
A:yaptığı yer değiştirme
Ö3:yani gözle görülebilir gözle görülebilecek bir hızla olduğunu görebiliyoruz
A:yıldızların yer değiştirmesini
Ö3:dikkat edince bir süre sonra duruyor.
A:neden duruyordur peki sence ya da neden yer değiştiriyordur önce onu sorayım ya da yıldızlar gerçekten kayıyor mu dur oradan başlayalım.
Ö3:yıldızlar gerçekten kayıyordur hani.
A:yani tüm yıldızlar o şekilde hareket eder mi?
Ö3:hani gökyüzüne baktığımız zaman yıldızların hepsini ayırt edemediğim için şöyle düşünüyorum biri hareket ediyorsa .
A:hıhı
Ö3:bu şekilde olanların hepsi da hareket edebilir.
A:hıhı
Ö3:ay ve bu aynı şekle sahip olanlar
A:hıhı yıldızların hepsi aynı boyutta aynı şekle sahip midir
Ö3:hayır değil
A:ozaman şöyle sorayım nelere yıldız deriz biz yani bir yıldıza baktığımız zaman hani sen diyosrun ya bakıyorum akşamları diye baktığın zaman gördüğün her şey yıldızdır diyebiliyormuşum.
Ö3:Hayır diyemem
A:Nelere diyebiliyorsun mesela?
Ö3:ışık kaynağı olanlara diyorum genelde ışık kaynağı olanlar ama bunların dışında ışık kaynağı olup ta yıldız olmayanlarda var
A:mesela
Ö3:kuyruklu yılız mesela yıldız değil ama güneş bir yıldız geceleri yok.
A:diyosun o zaman nelere yıldız diyebiliriz ışık kaynağı olanlara yıldız deriz?
Ö3:ışık kaynağı olanlara.
A:ışık kaynağından kastettiğin ne ben orayı şey yapamadım
Ö3:dünyayı aydınlatması
A:Aydınlatıyorsa diyorsun?
Ö3:Hocam dünyanın gece simsiyah olması gerekirken bir aydınlık yani alacakaranlık tabiri var işte o
A:hıhı
Ö3: onu yakalamasına yani onun oluşmasını sağlıyor ışınların gelmesi
A:hıhı peki geceleri gökyüzüne baktığında mesela diyorsun ya kuyruklu yıldızda görüyorum diyorsun yıldızda görüyorum diyorsun kuyruklu yıldızla yıldızı nasıl ayırt edebiliyorsun ya da ayırt edebilir misin
Ö3:Ayırt edemem.
A:ayırt edemem diyorsun hıı o zaman şu yıldızdır şu kuyruklu yıldızdır diyemiyorsan geceleri gökyüzüne baktığında hepsinin ışık kaynağı olarak mı tanımlıyorsun

EK 1'in devamı

Ö3:yani genel anlamda ışık kaynağı olarak çünkü onların özel teleskopla falan bakılması gerekiyor ki onun özellikleri var mesela bu özellikleri yakaladığımızda işte bu kuyruklu yıldız veya normal yıldız yani öyle diye biliyoruz çıplak gözle baktığımız zaman öyle bir ayrım yapmak söz konusu olamaz
A:mesela teleskopla baktığımız zaman hangi özelliği görürsün bu yıldızdır diyebilirsin şekil renk boyut açısından bir şey söyleyebilir misin
Ö3:yoğunluk olabilir ışık yoğunluğu
A:mesela şekil olarak hıı ben sana desem bir yıldız çizsen mesela şekil olarak çizebilir misin
Ö3:yani genel itibariyle
A:yıldız şekli hıhı yıldız şekli çizmeni isteyim mesela hıhı
Ö3:şimdi şöyle bir...
A:hıhı
Ö3:güneşte bir yıldız güneşte görüyoruz oda bir yıldız
A:hıhı neden o zaman farklı çizdin şekillerini yani sabit bir şekli yok mu
Ö3: sabit bir
A:1 2 3 4 5 nokta yıldız ,5 noktalı yıldız çizdin yuvarlak çizdin eee belli bir şekle sahip değil midir dedin
Ö3: belli şekle sahip değil çünkü yıldız bu beşgen olarak çizdiğim yıldız hani gök yüzüne baktığımda bu şekli yani sembolik olarak gök yüzüne baktığım zaman
A:bunu da görüyorum diyorsun
Ö3:bu şekli görebiliyorum
A:yani bu şekle sahip olmasının bir nedeni var mıdır peki mesela güneş neden yuvarlaktır neden diğer yıldızlar bu şekildedir
E:Boyutuyla alakalı olabilir hocam çünkü güneş üzeri bir milyon dünyadan 150 ilyon kt daha büyük
A:hıhı
Ö3: o yüzden şekil olarak biraz daha dairesel
A:hıııı
Ö3:ama diğerleri küçük boyutta olduğu için belki yoğunlukları küçük olduğu için biz baktığımızda bu şekilde gözüküyor olabilir
A: Yoğunlukları derken neyi kastediyorsun?
Ö3: gaz bulutları üzerindeki gazların yoğunluğu
A:hıı içerdiği gazların yoğunluklarını kastediyorsun tamam yıldızlara örnek vermek istesem ne veririsin söyledin cümlelerde
Ö3:güneş
A:güneş başka bildiğin var mı yıldız
Ö3:başka bildiğim kutup yıldızı var
A:biraz önce sanki kutup yıldızı yıldız değil dedin gibi kuyruklu yıldıza yıldız dedin kutup yıldızı örnek veriyorsun başka var mı aklına gelen
Ö3:aklıma gelen şuanda bunlar
A:tamam hıı yıldızların mesela bu şekillerini çizdin özelliklerinden biraz bahsetmeni istesem ne söyleyebilirsin
Ö3:eee mesela beşgen olarak küreselleştiriyoruz yıldız geceleri gökyüzünde olurken güneş te bir yıldız ama onu sadece gündüz görürüz. dünyayı ısıtan hem ışık hem de ısı kaynağı olarak görüyoruz
A:hıhı
Ö3:diğerlerinide ise mesela ısı kaynağı olduğunu düşünmüyorum
A:hıhı
Ö3:çünkü geceleri soğuk gecelerin çıkmasıyla dünya iniyor
A:hıı tüm yıldızlar ısı kaynağıdır diyemeyiz diyorsun ama ışık kaynağıdır diyebiliyorsun
Ö3:hıhı
A:anladım sadece yıldızlar içerisinde bir tek güneş mi hem ısı hem ışık kaynağıdır
Ö3:dünyaya ulaşacak kadar ısı sadece güneşte olur tahmin ediyorum çünkü diğerlerinin gece öyle bir etkisi yok. sayıları milyonlarca hatta milyarlarca yani en az güneş kadar ısı olması beklenir ama öyle bir durum görmüyoruz
A:peki olabileceğini düşünüyor musun mesela , işte diğer beş nokta şeklinde görülen yıldızlarda ısı kaynağı olabilir mi?
Ö3:belki olabilir ama bu
A:ama bilemiyorum diyorsun

EK 1'in devamı

E. bu ışık dünyaya ulaşacak kadar değil yani zaten ışıkları hepsi bir arada belli bir topluluk olduğu zaman olur güneş kadar bir ısı yayacak olduğunu düşünmüyorum,
A:anladım peki yıldızların yapısı hakkında ne söyleyebilirsin hani biraz önce yoğun oldukları falan bana biraz bahseder misin
Ö3:buzlarla kaplı olması lazım
A:buzlrla kaplı diyorsun
E:Gazlarla kaplı
A:gazlarla kaplı oldukları diyorsun hıı peki yapısında hangi elementler vardır biliyormusun? hani gazlardan oluşur diyorsun hangi elementlerden oluştuğunu biliyor musun
Ö3:yani dünyayı oluştura gazların belki yıldızları da oluşturdukları olabilir
A:mesela
Ö3:hani baktığımız zaman o başka bir gezegen veya yıldız işte oksijen var diyorlar yaşam için su, suyu oluşturan gazlar olabilir neden çünkü o gazlar birleştirip suyu oluşturabilir
A:hıı yıldızların yapısında vardır diyorsun peki bunların dağılımı hakkında bir şey söyleyebilir misin mesela şu daha fazla şu daha azdır diye
Ö3:hepsinde farklı
A:gezegende farklı yıldızda farklı, yıldızlar içinde demi?
Ö3:yıldızlar içinde olabilir
A: her yıldızda yoğunlukları farklıdır diyorsun peki yani eşit midir oksijen dedin ya da suyu oluşturan elementler
Ö3:eşit olduğunu düşünmüyorum
A:suyu oluşturan elementler derken neleri kastettin mesela
Ö3:iştehidrojen oksijen mesela hidrojen biraz daha fazla olacak oksijen yanıcı olduğu için bu oranlar değişirse zaten yaşamı olumsuz etkiliyor
A:hıhı
Ö3:oralarda yaşam olduğunu şuan düşünmediğimiz için ama oranları ve bunların ayrıntılarını ve birbirleriyle aynı olmadığını düşünüyorum
A: o zaman şey mi mesela diyorsun ya işte yıldızlar gazlardan oluşmuştur yoğunluklardan diyosun ama suyu oluşturan elementleri de içerir o zaman yıldızın yapısı hem gaz hem sıvı mı nasıl
Ö3:sıvıda olabilir hocam çünkü baktığımızda zaman oradaki sıcaklık burayla bir değil bizim atmosfer etrafında hani o ışınların hepsi üzülerek enerji geçilerek
A:hıhı
Ö3:hani o ışınları hepsi süzülerek ve belli bir enerji geçirilerek oluyor şöyle bir şey var ya uzay mekiği gönderiyoruz yani 7 -8 tane katı var her şeyi algılayabiliyor her şeyi parçalanıyor ya sıcaklıkları falan düşünüldüğünde bu şekil düşünceye sahibim
A:anladım güzel peki yıldızların işte dediğin gibi farklılıkları var diyorsun sıcaklıkları da farklı mıdır birbirlerinden
Ö3:evet sıcaklıkları farklıdır yani zamanla farklılaşabilir nasıl söyleyeyim on u bazı yıldızların zamanla sönüyor diğerleri daha parlak
A:hıhı
Ö3:biraz daha mat, biraz daha sönük
A:hıhı parlaklıkları farklıdır diyorsun
Ö3:işte en parlak yıldız bakıyorsun gökyüzünde diğerleri biraz daha mat bunların belki yaşı belki buldukları yıl milyonlarca yıl olmalı
A:hıhı
Ö3:bunların bir enerjileri olmalı enerjilerin bittiği veya enerjilerin azaldığına göre sönüklüğü veya parlaklıkları
A:bu parlaklığı farklı olduğu için mi sıcaklıkları farklıdır
Ö3:evet
A:diyosun peki ortalama bir yıldızın sahip olduğu sıcaklık sence ne kadar olabilir
Ö3:tahmini yani 100 santigrat diyeyim 1000 sanigrat diyeyim belki onun çok çok üzerinde bu sıcaklıkların milyonlarca santigrat derece falan olabilir ya da çünkü uzaydalar daha deminki verdiğim örnek gibi çıktıkça ısı arttığı için o katmanlar büyüyor
A:neye çıktıkça
Ö3:yani uzaya doğru çıktıkça yani gökyüzünden atmosfer den uzaklaştıkça o yıldızların sıcaklığı o kadar olmalı ki orda durabilsinler
A:hıı o zaman sen şey mi diyorsun daha uzaktaki yıldızların sıcaklıkları daha fazla mı diyorsun

EK 1'in devamı

Ö3:belli bir sıcaklıkta belli bir uzaklıkta uzaya çıktığımızdaki yıldızların hepsi bir arada yani belli bir sıcaklıktan sonra hepsinin içinde birbirinin farklılığı vardır ve bi santigrat dereceye kadar hani onlar koruyor.
A:hıhı
Ö3:onlar zamanla sönüyo yani enerjisi azalıyo
A:hıhı anladım peki yıldızların renkleriyle ilgii bişey söyleyebilirmisin
Ö3:çıplak gözle baktığımız zaman beyaz biraz daha sarı açık sarı tonlarında ama diğer şek,lde renkleri farklı mıdır uzayda farklı bulunabilir yani
A:hıhı
Ö3: bide ışıkları yansıttıkları için
A:hıhı
Ö3:enerjisini güneşten alıyor oradan gönderiyorsa şeffaf olabilirler o ışığı direk yansıtacakları için
A: hıhı
Ö3: o şekilde de olabilir
A:ama mesela niye enerjisini güneşten alıyorsa ,güneşte bir yıldızdır dedin değil mi
Ö3:evet
A:diğer yıldızlar enerjilerini güneşten mi alıyordur
Ö3:yani güneşten alıyordur derken illaki belli bir iç enerjileri olmak zorunda burada bulunuyorlarsa belli bir enerjilerini korumak zorundalar
A:hıhı
Ö3: mesela güneşin enerjisi çok fazla olduğu için gün içerisinde burada hani beslenip veya beslenmiyorsa
A:hıı besleniyorsa vardır diyorsun
Ö3:yani bu ışıkları yansıtmış veya aydan gelen ışınları da yansıtmış olabilirler
A:hııı anladım
Ö3:kendilerini bir ışık kaynağı
A:olbilir
Ö3:beraber yansıtıyor olabilirler
A:anladım peki sıcaklıklarıyla renklerini ilişkilendirebilir misin acaba aralarında bir ilişki var mıdır sıcaklığıyla renkleri arasında
Ö3:yani mantıksal olarak düşündüğümüzde bazılarına parlak diyoruz enerjilerine fazla o zaman
A:hıhı
Ö3:ışığın rengi veya ışığın yoğunluğu ile birlikte rengi değişebilir
A:hıhı
Ö3:biraz daha sönükse mat diyoruz
A.hıhı
Ö3: o zaman da
A:hııı mat sönük şeklinde söyleyebiliriz
Ö3:hani biraz daha parlak olanlar beyaza yakın hani biraz daha sönük olanlar açık sarı
A:hıhı
Ö3:enerjileri azalmışsa ışık sarı olabilir
A:peki mesela e4n sıcak yıldızlar hangi renktedir sence
Ö3:en sıcak yıldızlar sarı ve kırmızı renkte çünkü en sıcak yılız güneş hani
A:hıhı
Ö3:güneş olarak düşünüyorum güneş dünyayı ısıtıyor belki gezegenleri de .sıcaklık kaynağı olarak güneş olarak
A:bu yüzden sarıdır diyorsun
Ö3:biraz daha sarı ve kızılımsı hani batarken kızılımsı görüyoruz
A:hıhı
Ö3:bu yüzde sarı ve kızılımsı olur
A:en soğuk yıldızlar
Ö3:en soğuk yıldızlarda beyazdır yani
A:neden
Ö3:neden şöyle hani ışığı yansıttığı zaman gökyüzü parlak olduğu zaman belirgin oluyorlar hatta böyle mat beyaz biraz daha tarifi nasıl olur hani mat beyaz diyebilirim sarı parlıyorlar beyaz biraz da biraz daha kararıyor.

EK 1'in devamı

A:hııı parlaklıkları gittikçe diyorsun yıldız soğur ve beyaz olur demek istiyosun o zaman tamam peki biraz önce dedin ya yıldızlar kendin içinde enerji barındırırlar yani yılızları biz bir enerji kaynağı olarak düşünebilir miyiz
Ö3:enerji kaynağı olarak düşünebiliriz hocam hani dünyanın içinde bir iç enerji varsa dünyadaki hani bu enerji varsa diğer gezegenlerde olduğu düşünülüyor veya uzay sistemlerindeki bütün bilimlerin hepsinde olduğu düşünülebilir mesela baktığımızda geceleri gökyüzüne ışık kaynağı olabiliyorlar. gündüz bunlar yok olmuyor geceleri ortaya çıkıyor demek ki bir enerjileri var
A:nerden geliyor peki bu enerjileri yıldızların
Ö3:güneşten aldıklarını düşünüyorum
A:evet
Ö3:ondan veya kendilerinin, iç enerjileri var
A: peki güneşte bir yıldız dedin güneş enerjisini nerden alıyor o zaman
Ö3:enerjisini yani oda bir ilk girişim içerisinde güneşten daha büyük yapılar olabilir yani gezegenler veya daha büyük yıldızlar olabilir enerjisini oradan alabilir
A:güneşten daha büyük gezegen var mıdır
Ö3:güneşten daha büyük gezegen olduğunu düşünmüyorum da en büyük gezegen jüpiterdir mesela biz jüpiter olarak biliyorduk ondan çok kat daha büyük gezegen bulundu biz şimdi güneş olarak kabul ediyoruz ama elimizdeki donanımlar daha teknolojinin gelişmesiyle uzaya hala çalışmalar var belki
A:hıhı
Ö3:güneşte daha büyük ısı ve ışık kaynağı da bulunabilir
A:hıhı
Ö3:biz şuan sadece güneş olduğunu düşünüyoruz jüpiteri de en büyük gezegen olarak düşünüyorduk ama bundan daha 13 kat daha büyük gezegen bulundu
A:en büyük enerji kaynağı güneştir diyorsun
Ö3:şuan için yani şuan güneş olduğunu düşünüyorum
A:hıhı.anladım peki güzel yıldızlar ışıma yapar mı
Ö3:ışıma
A:ışımanedir diyim ya da bi fikrin var mı
Ö3:ışık saçmaları
A:aynen hıhı
Ö3:ışıma yapıyorlar aynen
A:yaparlar mı
Ö3:yapmasalardı zaten biz onun parlaklığını falan göremezdik
A:hıhı bide derlerinden hatırlıyorsundur elektromanyetik tayftan bahsediyorduk dalga boyları vardı ıı yıldızlar bu elektro manyetik tayfın hangi dalga boylarında ışıma yaparlar bir fikrin var mı hıı hani dalga boyları vardı değil mi
Ö3:belirli dalga boyları bunlara gözle görülen biz onları gözle görebildiğimiz için gözle görülebilen dalgalardan olabilirler veya daha da büyük olabilir biz gözümüzle daha uzaktan gözümüzle göremeyeceğimiz
A:daha büyük dalga boylarında ışıma yapabilir diyorsun aaa dünyaya en yakın yıldız hangisidir
Ö3:dünyaya en yakın yıldız en yakın güneş olması lazım ısıtıyor
A:neden
Ö3:ısıtıyo biz güneşe çok uzak olsaydık her yer kutuplar gibi olurdu, daha yakın olsaydık her yer çöl gibi olabilirdi ama güneş yani sıcaklığımızı ondan alıyoruz ışık enerjisini ondan alıyoruz en yakın olduğu için düşünüyorum
A:Güneş düşünüyorsun peki biz en başta geceleri gökyüzüne baktığımızda yıldızları bazen yan yana görüyoruz hangi bazen grupmuş gibi görüyoruz, bir aradaymış gibi sanki bazen neden biz yıldızları bu şekilde görüyoruz
Ö3:dediğim gibi hareket ediyor olabilirler hocam hani
A:hıhı
Ö3:enerjilerine göre enerjisini kaybedince veya çok bir enerji olduğu zaman kendi hareketleri olabilir bazı geceler baktığımız da hiç yıldız göremiyoruz yıldızsız gece, bazı geceler baktığımızda çok yıldız hani
A:hıhı
Ö3:ayın etrafında falan olsun bir enerjilerinden dolayı hareket söz konusu olabilir durmadan bir yer değiştirme hareketi olmuş olabilir
A:hıı bizim mesela bugün baktım hiç yıldız göremedim diyorsun ya bunun sebebi

EK 1'in devamı

Ö3:başka bir yere hareket etmiş olabilirler görüş alanımızda olmadıklarından olmaması
Ö3:mesela şuan eğitim fakültesindeyiz camdan bakalım bu aksam çok bir yıldız var ikinci aksam bakıyoruz hiç yıldız yok bu onların hareketinden enerjisi hareketinden olmuş olabilir
A:anladım hareket edip başka bir yere kaydığından diyorsun. peki mesela baktım zaman birçok yıldız gördüğüm geceyi düşünelim bunların hepsi bize aynı uzaklıkta mıdır değildir
A:neden
Ö3:neden değildir mesela o parlaklıklarını düşünelim, parlaklığını enerjisinden falan söyledik ama
A:hıhı
Ö3:mesela dünyaya daha yakınsa daha parlak daha uzaktaysa enerjisi veya ışıgı bize fazla ulaşmadığı için bize ole gelebilirler onun ize o sönüklüğü eşit uzaklıkta olmamalarından dolayı biraz daha uzaktaysa bize ulaşmıyorsa ışığı, biz onu sönük
görüyorduk veya dünyaya daha yakınsa ışığı dünyaya düştüğü için parlak görebiliriz diyoruz
A:anladım yakınlığı uzaklığı tamamen parlaklığıdır diyorsun
Ö3:yoo onu öle örnek olarak mantıksal olarak öyle düşünülebilir
A:yani mesela bana bir yıldızın daha yakı olması ya da daha uzak olmasının sebebi neden o daha uzaktadır neden daha yakındadır
Ö3:işte o ışıklarının dünyaya ulaşması yani biraz daha yakınsa dünyaya daha fazla geliyor yada daha parlak görüyoruz ya
A:hıhı
Ö3:diğeri uzaktaysa biraz daha sönük mat
A:hıı bana daha yakın daha parlak
Ö3:uzaktaysa daha mat
A:uzakta daha mat görürüm diyorsun anladım ıı peki yıldızların biraz yaşam sürecinden geçeceğim ama başta demiştin ya aslında kuyruklu yıldız bir yıldız değildir isminde geçiyor deriz ama yıldız değildir diyorsun nedir o zaman kuyruklu yıldız
Ö3:şöyle söyleyeyim uzay sisteminde evrende bir rolü var yani
A:bi görevi var mıdır
Ö3:bi görev vardır
A:ne tür bi gök cismidir yıldız değilse, kuyruklu yıdız hangi sınıfa koyabilirim ben gökcismi sınıflarında nedir
Ö3:göktaşıdır
A:göktaşı olabilir diyorsun
Ö3:göktaşı olabilir tam bi fikrim yok ama gök taşı olabilir veya daha farklı bir sistem olabilir
A:daha farklı bir sistem olabilir başka kuyruklu yıldızla ilgili açıklayabileceğin
Ö3:yok
A:bişey yok peki takım yıldızı nedir diye sorsam bi fikrin var mı
Ö3: takım yıldızı
A:hiç duydun mu takım yıldızını
Ö3:duydum evet.
A:nerde duydun onu diyeyim
Ö3:nasıl duydum böle yani belgesellerde biraz daha ağırlıklı bide güncel olarak kaç sefer belki haberlerde belki programlarda
A:hıhı nedir takım yıldızı tanımlamanı istesem düşünebilirsin
Ö3:belki şey olabilir birçok yıldızın bir araya gelip oluşturduğu bir sistem olarak düşünebiliriz tabiki takım yıldızlarını
A:tamam yıldızlara biraz daha girersem yıldızların bi yaşam süreci olduğunu söyleyebiliriz hani sen dedin ya yok oluyorlar mı sönüyorlar mı dedin bi yaşam süreci var mıdır yıldızların
Ö3:hocam olduğunu düşünüyorum neden parlaklığı ve sönüyorlar bu sonsuza kadar böyle devam etmeyecek çünkü parçalanıyor mesela gök taşları düşüyor diyoruz belki bu yıldızların parçalanmalarından oluşuyordur taşlar onların oluşturduğu kütleler dünyaya düşüyor
A:hıhı
Ö3:bu yıldızlar dada aynı şey olabilir enerjisi bitince nasıl diyoruz dünyanın bi enerjisi var devam etmeyecek bi mutlak sıfıra oluşunca bi patlama olacak diye bekliyoruz ya yıldızlarda da aynısı olabilir enerjisi bittikçe sönme biz ölme olarak kullanıyoruz onlar içinde ölme olabilir
A:ölme olabilir diyorsun peki bir yıldızın kütlesiyle bu yaşam sürecini ilşkilendirebilir miyim kütlesi hani sen dedin ya küçülüyor yok oluyor falan dedin ya yani bir bağlantısı var mıdır kütlesiyle yaşam süreci arasında

EK 1'in devamı

Ö3:ne kadar örneğin şöyle mi düşünmemiz lazım aslında kütlesi ne kadar fazlaysa enerji o kadar fazlaysa evet ama mesela farklılık kütleden midir belki bir bağ vardır ne kadar büyükse iç enerjisi o kadar fazla olabilir o şekildeyse bunun kütleyle ilişkilendirebilirim yaşam sürecini ilişkilendirebilir miyim
A:nhani o enerjiye bağlı olarak değişen bir sürecin
A:nasıl bir bağlantı kurdun mesela
Ö3:mesela ne kadar büyükse yılız enerjisi o kadar fazlaysa yaşama da kullandığı enerjide zamanla azalacağı için daha fazla bir ömür, mesela küçük enerjisi
A:kütlesi fazla olanın enerjisi daha fazla yaşam süreci daha uzun tam tersi olarak düşündüğümüzde de
Ö3:tam tersi olarak da kütlesi daha küçük enerjisi daha az yaşam süreci daha kısadır
A:sürcek şeklinde diyorsun ıı peki bu yıldızların yaşam sürecini belirli dönemlere ayırabilir miyim hani biraz önce ölecek gibi tanım kullandın belirli dönemleri var mıdır yaşam sürecinin şu dönemi bu dönemi şeklinde ayırabilir misin
Ö3: yani o parlaklığa göre ise yıldızın belli bir parlaklık düşünülebilir hani yıldızlarda
A:hıhı
Ö3:diğerleri zamanla kalıyor öleceğini
A:ölüm bi süreci midir
Ö3:sürecidir zamanında tam bir periyot oluşturamayız şu zaman aralıklarında bitecek diye zamanlarına bakıldığı zaman sönme, aynı yıldız için zamanla gerçekleşiyorsa süreçtir bizim değişimizle enerjisini kaybediyorsa yok oluyor ölüm süreci
A:hı ölüm sürecine giriyor diyorsun mesela en başa dönersek bi yıldız nasıl oluşur değil mi sonuçta hep gökyüzünde var olan birşey mi yıldız ya da bi ölecek dedin demek yıldızın yok olacağı anlamı mı söylemek istiyorsun o zaman bi yıldız nasıl oluşur en başta bi fikrin var mı açıklamanı istesem
Ö3:işte bu o uzayda gaz bulutların bir araya gelmesiyle gazların toz bulutların bir araya gelmesiyle ütlesi bilir
A:hıhı
Ö3:çok uzun yıllar olma şartıyla gerçekleşebilir biz nasıl diyoruz ki yıldızlar ölüyor parçalanıyor kütleleri dünyaya düştüğünü farz edelim bu parçalar düşüyor
A:hıhı
Ö3:sonsuz zaman yok illaki daha önceden oluşmaları lazım öyle olsaydı belkide gökyüzünde durmadanokadar çok yılız göremezdik zamanı gelen ölseydi belki ozamanda yıl geçiyo olmeleri için belk olşmaları içi
A:hıhı
Ö3:milyonlarca yıl gerekebiliyordu
A:peki neden oluşur yıldız nerede oluşmaya başladı nerede doğuyordur doğduğu yer
A:hıı
Ö3:doğduğu yer de uzay öldüğü yerde uzay olabilir gaz bulutları falan olduğu için toz bulutları toz parçacıkları
A:hıhı
Ö3:onların birleşmesi işte yıldızlar parçalandıktan sonra orada da yok olabiliyorlar orada da çok sıcak olduğunu düşündüğümüz için orada da dünyaya kadar ulaşabiliyor.
A:hıhıulaşabiliyo diyorsun o parçalara isim verebiliyor muyuz
Ö3:işte gök taşı diyoruz bağdaştırıyorum onunla
A:yıldız öldükten sonra kopan parçalar dünyaya ulaşıyor ve gök taşı oluyor diyorsun
Ö3:bu her zamana yıldızdan düşen parçalar dünyaya düşüyor demiyorum tabiki
A:hıhıbi duraklama dönemi
Ö3:bu şey var ya uzayda çarpışmalar gerçekleşiyor bunlardan olabilir belki de uzayda yok oluyorlar belirli parçaları dünyaya düşmüş olabilirler yani
A:hıhıı anladım peki yıldız doğuyor gaz bulutların içerisinde orda doğdu dedin doğduktan sonraki o yaşam sürecinden ölümünden de bahsettin de o aradaki yaşam sürecinden bahsedebilirmisin bi fikrin var mı nasıl geçiyordur. evet doğdu gaz bulutlarından bi kütle oluştu
Ö3:diğer yıldızlarla uzayda bekleşiyor biz nasıl dünyanın diğer gezegenlerle bir etkileşimi varsa diğer yıldızlarla güneşin bi etkileşimi var enerjisinin
A:hıı
Ö3: topluyor olabilir, enerjisini artırabilir, bu enerjisini zamanla da kullanarak
A:hıhı

EK 1'in devamı

Ö3:daha fazla enerji elde edemediği için olabilir
A:hıhı
Ö3:nasıl insan doğuyorsa
A:hıhı
Ö3:büyüyo bi duraklama dönemi ondan sonra ölüyor
A:hıhı
Ö3:biz enerji topluyoruz, bi süre durmadan enerji yükleniyoruz belli bir seviyeye geldik
A:hıhı
Ö3:ve artık enerji alamıyoruz olan enerjiyi kullanıyoruz ve ölüyoruz hani yıldızda doğdu enerjisini güneşten aldı enerjisini
A:hıhı
Ö3:güneşten aldı bir süre kapasitesini doldurdu ondan sonra zamanla ölüm sürecine girmiş diyebiliyorum.
A:peki o yaşam süreci içerisinde yıldıza bi isim söyleyebilir miyiz bir ismi var mı mesela insanların yaşam sürecine benzettin ya hani mesela insana genç diyoruz yıldızında belirli yaşam dönemlerinde bi isimle adlandırabiliyor muyuz isimleri var mıdır
Ö3:aslındahangisi biliyor musun
Ö3:ama fikrim yok
A:fikrin yo anladım şey mesela anakol yıldız diye birşey duydun mu hiç
Ö3:duymadım
A:duymadın tamam hıım peki bir yıldızın ölüm süreci, ölüm sürecine girer diyorsun ya bu süreci yaşıyor diyorsun belli bir süreç geçiyor ölüm süreci ne zaman başlar
Ö3:ölüm süreci hani o parlaklığını yitirip biz nasıl 30 lu yaşlara geldiğimizde en verimli çağlar denir
A:hıhı
Ö3:yani böyle bir periyot oluşturuluyor işte 50 li yaşlarda duraklamalar odan sonrada yaşlılık dönemi
A:hıhı
Ö3:onlar içinde en parlak olduğu zamanlar en fazla ışık saçtığı zaman ondan sonra bi duraklama dönemi
A:hıhı
Ö3:hani bu duraklamayla artık duraklamadan sonraki dönemi onlar için enerjisini kaybetme yani ölüm süreci olabilir
A:enerjisini kaybettiği zaman hıı anladım peki yıldızlar ölüm sürecini nasıl tamamlıyorlar
Ö3:yıldızlar ölüm sürecini,
A:hıhı
Ö3:enerjilerini tamamıyla aldıklarında uzaya gönderiyor olabilirler hocam giriş aşamasında enerjilerini doldurdular artık bu enerjiyi kullanıyorlar
A:hıhı
Ö3:yine etkileşim içindeler diğer yıldızlarla aynı yıldızlar olduğu düşünülüyor enerji nasıl yoktan var olamıyorsa bu enerjiyi yeni etkileşimler içerisinde verebilirler uzayda kullanıp verebilirler diyorsun
A:şeye dikkat ettim mesela hep yaşam sürecinden bahsederken ya da doğumundan yıldızlardan ilgili özelliklerinden bahsederken hep parlaklığını baz aldın ya en temel olarak onu söyledin yıldızın parlaklığı derken parlaklığı nasıl tanımlarsın parlaklıktan kastettiğin şeyi biraz daha açabilir misin bizim gördüğümüz parlaklığımı kastediyorsun yoksa yıldızın kendi içindeki parlaklığı
Ö3:bizim gördüğümüz parlaklık içerisinde
A:göörülebilen parlaklığı bahsediyorsun
Ö3:görünen parlaklık
A: o parlaklık nerden geliyordur
Ö3:o parlaklık hem güneşten aldığı parlaklık hem de kendisinde olan enerjiyle olduğunu düşünüyorum
A:ozaman güneşin parlaklığı nerden geliyordur. güneşte bir yıldız
Ö3:güneşte bir yıldız o da diğer etkileşimlerle
A:neyle etkileşimi, ha güneşten
Ö3:diğer yıldızlarla ya da kendinden daha büyük yıldızlar varda
A:hımm
Ö3:ondan aldığı enerji
A:illa şey değil.bi yıldız diğer büyük bir yıldızdan enerji alır demiyorsun birbiriyle etkileşim
Ö3:birbirleriyle etkileşim

EK 1'in devamı

A:bu şekilde parlaklığa sahiptir. nasıl bir etkileşim bu etkileşim
Ö3:dünya diğer gezegenlerle çekim kuvveti içerisinde değil mi
A:hıhı
Ö3: dünya diğer gezegenlerde Jüpiter dünyadan daha büyük olabilir ama birbirlerine uyguladığı bir çekim kuvveti yani böyle birşey olabilir güneş diğer yıldızlardan daha büyük olabilir bu yüzden güneşin enerji verdiği anlamına gelmez güneşte onlardan enerji alıyor
A: o verdikleri aldıkları enerjiler sayesinde mi parlak diyorsun anladım şimdi daha iyi oturdu peki peki yıldızlar ölüm sürecinde tamamlarlar dedin oradan da bahsettik .ölüm sürecinde tamamladıktan sonra yani ne oluşur birşey oluşur mu o en son ölüm sürecine bi isim verilebilir mi
Ö3:tabiki hani gençliğinde
A:hıhı
Ö3:biz isim veriyoruz
A: hıhı
Ö3:olduğu zamanlarda da olurlar
A:hıhı
Ö3:şöyle sınıflandırayım doğan yıldızlar işte en parlak dönemdeki yıldızlar
A:hıhı
Ö3: biz nasıl diyoruz çocuk, genç, yetişkin yaşlı örneğin
A:hıhı
Ö3:yeni doğan yıldızlar en parlak olan veya ölen yıldızlar bu süreçte verilen isimler olduğunu düşünüyorum
A:ölen yıldıxzlar mesela şey süpernova hiç duydunmu
Ö3:süpernova duymuştum
A:bi fikrin var mı ne olduğuna ilgili
Ö3:yani en parlak olabilir çünkü süper
A:hııı en parlak yıldızlar süpernova olarak isimlendirilir mesela siyah cüce hiç duydun mu?
Ö3:siyah cüce oda ölen olabilir neden siyah hani kararıyor uzak hani belli bir enerji ışığı yok
A:ışığı yok
Ö3:hani süpernova küçülüyor
A:ama sanki şey küçülüyor küçüldükçe siyah rengine mi dönüşüyor diyorsun
Ö3: dönüşüyor duraklamadan sonra biraz mat beyaz ya artık ölürken de o parlaklığı iyice gidecek siyah olacak siyaha cüce
A:o zaman en başta demiştin ki en soğuk yıldızlar beyazdır demiştin
Ö3:yani en soğuk yıldızlar derken soğumaya başlayan hani durakladı ya
A:hıhı
Ö3:belli bir enerjisi vardı en üst
A:hıhı
Ö3:ondan sonra artık biz onları en parlak ,en parlak olduğu aman hale gelirken ışınları topluyor belli bir kapasiteye geldikten sonra duraksıyor bir süre sonra beyazlaşmaya sönmeye o zaman hani soğuyor zamanla zaten soğuduktan sonra siyaha dönüyorlar
A:hıhı
Ö3: hani enerji ışıklarını kaybediyorlar siyaha döndükleri kesin olarak diyemiyorum
A:siyah cücenin o zaman sıcaklığı nasıldır?
Ö3:sıcaklığı diğer yıldızlara göre daha azdır.
A:daha soğuktur mu diyorsun?
Ö3:daha soğuktur.
A:beyaza göre daha mı soğuk mu?
Ö3:evet daha soğuktur.
A:o zaman en soğuk yıldızlar siyah mıdır beyaz mıdır
Ö3:siyah olur hepsi simsiyah olduktan sonra
A:ozaman ilk sorudaki fikrin değişti mi diyorsun
Ö3:ilk sorudaki fikrin derken
A:hani en soğuk yıldızlar ne renktir demiştim
Ö3:en soğuk yıldızlar derken soğuk mat beyaz biz onlardan hatta sarı görürdük hatta mat beyaz doğru mat beyazdan sonra enerjilerini kaybediyorlar için ölmedikleri için belli bir enerjileri hala var
A:hıhı
Ö3:beyazlık için değil ama tam öldüklerinde simsiyah olabilirler

EK 1'in devamı

A:olurlar diyorsun tamam. görüşmemiz bu kadar teşekkür ediyorum.

Ö4

A:Ben sana işte gökyüzü gözlemlerin gökyüzündeki cisimlerle ilgili bir kaç tane soru soracağım, onlarla ilgili sohbet edeceğiz. İlk olarak mesela Meltem yıldız denilince aklına ne geliyor? Oradan Başlayalım.
Ö4:Yıldız denilince aklıma hocam hani gökyüzünde akşamları seyrettiğimiz beyaz böyle ışık yani ışık gibi yansıyan cisimler geliyor.[iii]Hatta ben şey yıldızların hani ışık yansıttığını biz bir köye gitmiştik akrabamızı ziyarete o zaman daha çok fark ettim, biz İstanbul'daydık küçükken ben çok fazla yıldız görünmüyordu gökyüzünde hani tek tük görünüyordu, demek ki onlarda çok aşırı ışık veren yıldızlardı herhalde ki [ii] o köyde o kadar çok yıldız vardı ki hocam yani alabildiğine gökyüzü parıl parıl parlıyordu.
A:Neden bir fark var peki ikisi arasında?
Ö4:[ii]onu da şu an yani söyledikleri için de anladım. Işık,[iii] mesela İstanbul ışıklı olduğu için her yer şehir merkezi olduğu için çok aşırı da ışıklandırma da olduğu için [iii] yıldızların ışınları yansıyamıyor yani onu biz gözlemleyemiyoruz buradaki ışıklardan mesela normalde gündüz içerde de ışığı açsak güneş ışığı vurduğu için içerdeki ışığın pek bir faydası olmaz ama hava bulutluyken açtığımızda nasıl ki oda aydınlanıyorsa o da onun gibi yani içerde ışık yandığı için yıldızların ışığı işe yaramamış oluyor.
A:Tamam. Peki, nelere yıldız denir?
Ö4:Işık veren cisimler olabilir mi? Öyle olursa güneşte bir yıldızdır diyebilir miyiz?
A:Bilmem, ben sana soracağım.
Ö4:Yorumuma göre diyebiliriz o zaman hocam
A:Diyebiliriz, ışık veren cisimlere yıldız denir diyorsun. Yıldızların özellikleri nelerdir?
Ö4:Belli bir kütlesi olması gerekiyor
A:Başka?
Ö4:Işık vermesi gerekiyor
A:Başka?
Ö4:[iii]Başka? Hareketli olmaları gerek mi? gerekir.
A:Hareketli olmaları
Ö4:Evet, hareket ediyorlar.
A:Başka aklına gelen?
Ö4:Hatta o kadar hızlı hareket ediyorlarmış ki, yani Dünya'ya çarpsalar dünya yerle bir olurmuş, küle dönermiş hatta o zaman bir sıcaklıkları da var
A:Sıcaklıkları var, başka aklına geliyor mu?
Ö4:Başka aklıma gelen yok.
A:Tamam. Peki, yıldızlara örnek verebilir misin? Aklına gelen yıldız var mı?
Ö4:Güneş
A:Güneş, başka?
Ö4:Kutup yıldızı
A:Kutup yıldızı..
Ö4:Bir samanyolu var ama o bir yıldızlar topluluğu diye biliyorum ben samanyolunu ,[iii] başka [düşünüyor] yok.
A:Tamam, bu kadar. Peki, bir yıldız şekli çizmeni istesem, çok güzel bir şekil çizmene gerek yok, yıldızın şekli nasıldır?
Ö4:[çiziyor]Ya bizim uzaktan gördüğümüz yıldız şu şekil ama bence bu yıldız böyle böyle böyle gidiyordur hatta o bir ışın demeti olduğu için belki de şöyle bir şey de olabilir teleskopla gördüğümüz zaman ona daha çok karar vereceğiz hocam
A:Hımm, biz uzaktan gördüğümüz için mi şu şekilde diyorsun? Onu nasıl tanımlayabilirsin o şekli?
Ö4:[ıı] konveks beşgen diyebilir miyiz?
A: Konveks beşgen yıldız şekline sahiptir diyorsun. Neden bu şekle sahiptir?
Ö4:[iii][düşünüyor]Şimdi cisim uzaklaştıkça hani [iii] görüş alanımızdan uzaklaştıkça şekilleri küçülüyor mesela gölgeleri falan çizerken de ışın demeti yolluyoruz, mesela yuvarlakken biraz uzaklaştırıyoruz büyüyor ya da küçülüyor hani yaklaştırınca büyüyor uzaklaştırınca küçülüyor bu da küçülerek dedim ya şu şekilde olabilir belki de şöyle biraz daha belirgin olsun ama bu uzaklaştığı için sadece şu kısımlar kaldı

EK 1'in devamı

A:Hımm, anladım o kısımlar biz uzaktan baktığımız için bu şekilde görürüz diyorsun. Temel kuvvetlerle bir ilişkisi olabilir mi bu şekle sahip olmasının?
Ö4:[düşünüyor]Şimdi uzayda bir yer çekimi yok. Ama bunun içerisinde belli bir atom var mesela uzayda yer çekimi yok diye Dünya'da da yer çekimi yok diyemeyiz hani kendisinin bir kütlesi olduğundan ötürü bir çekim olabilir, bu çekimler doğrultusunda belki yıldızların içerisinde manyetik[iii] maddeler de bulunabilir ve bu manyetik maddelerin çekiminden dolayı da bu şekle sahip olmuş olabilir mesela ay da Dünya'ya yaklaşıyor ama Dünya'daki manyetizmadan dolayı Dünya'nın içine girmiyor yani belli bir çekim ölçüsünde kalıyor gezegenlerin arasında da bir çekim var mesela o çekim sayesinde birbirleriyle çarpışmıyorlar, o çekimler sayesinde de belki yıldızlar çarpışmıyorlar.
A:Tamam. Peki dedin ya biraz yıldızların yapısına girdin ya yıldızların yapısıyla ilgili neler söyleyebilirsin? Yapısı nasıldır yıldızların?
Ö4:Yapıdan kasıt iç malzemeleri mi?
A:Hıhı, aynen
Ö4:Helyum kesin vardır
A:Hangi elementler vardır desem?
Ö4:Helyum vardır çünkü güneşte de var, bence yıldız güneşten kopan bir parça da olabilir
A:Ama güneşe de yıldız dedin?
Ö4:[iii] Birbirlerinden kopamazlar mı?
A:Hıı, kopabilirler diyorsun, olabilir
Ö4:Belki, yani olabilir, kopmuşsa kesin vardır helyum
A:Helyum vardır, başka?
Ö4:[iii]Başka? Hidrojen de vardır.
A:Başka?
Ö4:Bunlar kesin olan şeyler çünkü hani gidip görmedim ama incelemedim ama yani kesin dememden kasıt [iii] bilimdeki bazı şeyler kesin oluyor ya kesinleşmiş kesin vardır diyorum ama -dır ekini getirerek bir olasılığa da girer, başka ne olabilir? Belki azot da olabilir, ışığı şeylerin içerisinde neon mu vardı hocam şu floransan lambaların içerisinde?
A:Bilmem
Ö4:Sizde hiç bir şey bilmiyorsunuz hocam :) birinci sınıftan beri hep bilmem bilmem...
A:Bilmem, söylemeyeceğim hiç bir cevabı
Ö4:Neon vardı sanki onların içinde eğer varsa onların içinde yıldızlarda da vardır ondan esinlenerek yapmışlardır onu kesin
A:Peki bu elementlerin dağılımları hakkında neler söyleyebilirsin? Yapısında?
Ö4:Elementlerin dağılımı derken yüzdelik olarak mı?
A:Olabilir, yani hidrojen var, helyum var ve neon var dedin azot olabilir dedin demi bunlar hepsi biri daha az biri daha fazla olabilir mi yoksa hepsi eşit miktarda mıdır?
Ö4:Eşit değildir.
A:Eşit değildir, nasıl söyleyebilirsin mesela oranlarıyla ilgili bir fikrin var mı?
Ö4:[düşünüyor]Yani yüzdelik olarak en çok helyumdur.
A:Neden?
Ö4:Çünkü hidrojen helyumdan hidrojen helyuma dönüşüyor ondan dolayı helyumdur ama diğerleri hakkında pek bir fikrim yok neon falan azdır, helyumdan sonra hidrojen fazladır azot belki var belki yok
A:Tamam. Peki, yıldızların sıcaklıkları arasında bir fark var mıdır? Yani tüm yıldızlar aynı sıcaklıkta mıdır?
Ö4:Zannetmiyorum
A:Neden?
Ö4:[iii]Şöyle mesela gezegen sistemindeki gezegenler dahi aynı sıcaklıkta değiller, güneşe olan uzaklıklarına göre[iii] soğuyorlar git gide[iii] yıldızlarda hani hepsi aynı yörüngede değiller sonuçta hepsi farklı yörüngelerde farklı galaksilerde[ii] kümeler oluşturuyorlar bu kümelere göre farklı farklı sıcaklıklarda olmalılar yani sonuçta hani güneşten bağımsızlar belki ya da belki bağımlılar onun hakkında da net bir fikrim yok ama [iii] yani dediğim gibi farklı kümelerde olduğu için hani uzayın konumlarına göre ya da etkileşimlerine göre hani gerçi orda konveksiyonel etkileşim olamaz heralde hava yok çünkü uzay ortamında ama ımm şimdi böyle o kadar farklı yorum oldu ki kendi sokağımda çıkmaza çıktım. Ya farklı kümelerde olduğundan ötürü sıcaklıkları farklıdır.
A:yoo güzel şey yapıyorsun, sıcaklıkları farklı diyorsun. Peki, güneş derdin ya hani sana göre merkezi bir yıldız mı? Onu öyle mi düşünüyorsun da

EK 1'in devamı

Ö4:Biraz sanki öyleymiş gibi geliyor, belki değil
A:Neden?
Ö4:Neden? Mesela güneş sistemi diyoruz, Hani güneş sisteminde gezegenlere bakıyoruz, o gezegenlerin uydularına bakıyoruz ya da şöyle olabilir güneş sistemi ayrı bir sistemdir, güneşten ayrı farklı sistemlerde var olabilir uzayda yani mesela bu güneşin[iii] dünyasıdır, burasıda başka bir güneşin adı güneş olmayan başka bir güneşin dünyası da olabilir, benim dediğim yıldızlar mesela isimlerini bilmediğim yıldızların[ii] atası güneş olabilir
A:Olabilir diyorsun
Ö4:Evet
A:Peki ortalama bir yıldızın sahip olduğu sıcaklık tahmini ne kadardır sence?
Ö4:Çok fazladır bence
A:Böyle rakam ve birimle ifade etmek istesen ne söyleyebilirsin? Hangi birimle ifade edersin?
Ö4:Ya santigrat dereceyi kullanırım da birim olarak yani yüzün üstünde olacağını düşünüyorum
A:Yüzün üstünde dereceye sahiptir diyorsun. Peki, bu yıldızların sıcaklıkları ile renkleri arasında bir ilişki var mıdır?
Ö4:Vardır
A:Nasıl bir ilişki vardır?
Ö4:Mesela şöyle, güneşi düşünelim ateşi düşünelim bu kuantum fiziğinde hani şeyler vardı hani renkler hani ışığın renkleri vardı sarı, kırmızı siyaha doğru gidiyordu bu renkler hatta kara delik bu şeklide oluşuyordu galiba şimdi biraz unutmuşum tekrar yapmam gerekiyor da yani anımsadıklarımla söyliyim hani mesela mum yaktığımızda sarı ateş olurken ocağa yaktığımızda biraz mavileşiyor bu ateş[iii] sıcaklık olarak bir mum ateşinde yemek pişmez ama o mavi ateşte yemek pişiyor, kırmızı ateş biraz daha sıcak olacağını düşünüyorum, bu ateşin rengi attıkça siyaha doğru gittikçe daha da sıcaklaşacağını düşünüyorum[ii] ama o siyahtan sonra beyaza doğru dönüyor, ondan dolayı o yıldızların sıcaklığı eksi de olabilir
A:Eksi derken
Ö4:Yani soğumayabilir
A:Soğuyadabilir diyorsun zaman şöyle soruyum en sıcak yıldızlar hangi renktir?
Ö4:[düşünüyor]Güneşten çıkarsak kırmızıyla sarı arasında bir renk
A:Ama kırmızıya gittikçe sıcaklık artıyor demedin mi? Sonra beyazlaşıyor mu dedin?
Ö4:Evet yani o zaman bir dakika hocam
A:Düşünebilirsin
Ö4:Imm, acaba beyaz daha da mı sıcak? Ama beyaz insana soğukluğu hatırlatıyor hocam bir renk olarak çünkü hep yıldızlara bakınca beyaz görüyoruz geceleri baktığımız yıldızlar ama biz karanlık olduğu için de beyaz görüyor olabiliriz
A:O zaman en sıcak yıldızlar hangi renktir?
Ö4:[düşünüyor]bence onların rengi beyaz değil de akşam olduğu için yani güneş olmadığından ötürü biz onları beyaz görürüz
A:Ne renktir en sıcak yıldızlar?
Ö4:[düşünüyor]ayy, kırmızı olsunlar hocam
A:Neden?
Ö4:Sıcak oldukları için
A:Yani sıcaklık deyince aklına senin kırmızı mı geliyor?
Ö4:Evet
A:En soğuk yıldızlar hangi renktir?
Ö4:Şimdi siyahtan sonra beyaz geliyor dedim siyah da çok sıcak dedim bu sefer beyaz diyemicem, mavi olsun o zaman
A:Mavidir, neden?
Ö4:Soğuk da maviyi hatırlatıyor ya hani
A:Soğuk da maviyi hatırlattığı için mavidir diyorsun o zaman [iii] kırmızı mesela kırmızı renkte olan bir yıldız siyah renkte olan bir yıldızdan daha mı sıcaktır?
Ö4:[düşünüyor]hayır
A: Siyah mı daha sıcaktır?
Ö4:Siyah daha sıcaktır.
A:O zaman en sıcak yıldızlar siyah renkte midir?
Ö4:O zaman öyle olmuş oluyor

EK 1'in devamı

A:En sıcak yıldızlar ama beyaz renkte değildir demi? Beyaza geçtikten sonra siyahtan soğuyor diyorsun?
Ö4:Ayy hocam bütün bildiklerim birbirinin içine girdi,[iii] Şimdi bir kömür düşünüyorum kömür siyah renk yakarken kırmızılaşıyor ısı verdiği için ama o siyah sonra kor olduktan sonra beyazlaşıyor ama o beyaz soğuk oluyor ama soğuduktan sonra beyazlaşıyor o halde beyaz olan soğuk olmuş oluyor
A:En soğuk yıldızlar beyaz renktedir o zaman diyorsun
Ö4:O zaman öyle olmuş oluyor
A:Mavi değil
Ö4:Evet
A:Tamam, o zaman sıcak yıldızlar da siyah renkte mi diyorsun?
Ö4:Kırmızı
A:Kırmızı renktedir diyorsun
Ö4:Evet
A:Tamam, anladım. Peki, renkleriyle ilgili tamam demi?
Ö4:Şuraya ben yazsam olur mu?
A:Yaz istersen tamam sonradan fikrini değiştirebilirsin eğer şey yaparsan, kırmızıya sıcak dedin beyaza da soğuk dedin, kırmızı sana renk olarak sana sıcağı anımsattığı için diyorsun beyaz da kömürden yola çıkarak diyorsun.
Ö4:Bi de hani kömürden yola çıktığımızda da kırmızı sıcağı göstermiş oluyor.
A:Tamam. Yıldızlar ışıma yapar mı? Sen sanki başta ışınlarından da bahsetmiştin, ışıma yaparlar mı?
Ö4:Işıma, sonuçta bize ışık iletiyorlar yaparlar
A:Işıma yaparlar diyorsun. Hani hatırlıyorsundur elektromanyetik bir tayftan bahsederdik hep belirli dalga boylarında ışımalardan bahsederdik, bu yıldızlar elektromanyetik tayfın hangi dalga türlerinde ışıma yaparlar? Belirli dalga türleri vardı hatırlıyor musun?
Ö4:Onları hatırlayamıyorum hocam şu anda
A:Onları hatırlamıyorsun ama yıldızlar ışıma yaparlar diyorsun. Onu açıklayabilir misin, açıkladın gerçi değil mi biraz
Ö4:[iii] ilk başta sanki bir şeyler söylemiştik, ışık verir falan demiştim de [ii] bunlar bence[iii] sürekli ışık veriyorlar ama hani odadan örnek vermiştim odadaki ışıktan örnek vermiştim gündüzleri yaktığımız için yaktığımızda dışarıda ışık olduğu için göremiyorduk akşamları dışarı da ışık olmadığı için görüyorduk [iii] yıldızlar bence sürekli hareket halindeler, Dünya'nın yani hani dedim ya güneşin bir sistemi var diye bu sistem içerisinde bence sürekli bir hareket halindeler ya eliptik bir hareket bu ya da onlarında kendi yörüngelerinde farklı bir hareketleri var bunu şu anda bilemiyorum yani hani fikir yürütemiyorum bu noktada hani üç boyutlu bir hareket de olabilir bu hani ne diyecektim ben
A:Işımalarından bahsediyordun
Ö4:Dünya hani gece gündüz olayları sonuçta oluşuyor işte geceye döndüğü zaman bizim bulunduğumuz konum o zaman biz artık güneşten ışını alamadığımız için diğer yıldızlardaki ışınları görüyoruz yani bu ışıma sürekli mevcut güneşte olduğu gibi fakat biz bunları kendi[iii] bulunduğumuz konuma ışık gelmediği zaman yani daha büyük yıldız olan güneşten ışık gelmediği zaman fark edebiliyoruz
A:Hıhı, anladım. Peki[ii] yıldızlar bu hani mesela ışıma yapıyorlar diyorsun bu enerji kaynağı olarak düşünebilir miyiz biz yıldızları bir enerji kaynağıdır diyebilir miyiz yıldızlar için?
Ö4:Şöyle, şimdi aklıma şey geldi enerji olarak fotosentez geldi mesela [iii] yaprağa çeşitli renklerde ışık gönderiyorduk bu ışık [iiii] renklerine göre fotosentezin hızı artıp azalıyordu mesela yaprak yeşil renkli olduğundan dolayı yeşil ışık ışığı fazla alamıyordu hani heralde yeşili nasıl deyim hani ışığı soğuran absorbe edemeyen içine alamıyordu fazla bundan dolayı fotosentez hızı düşüyordu [iii] şimdi gece olduğu için hani geceleri bitkiler solunum yapıyorlar enerji olarak fotosentezi ele alırsak [iii] solunum yaptıklarına göre demek ki yıldızların ışığı onların fotosentez yapmalarına yetmiyor ki geceleri solunum yapmaya ihtiyaç duyuyorlar
A:Yani enerji kaynağı değil mi diyorsun o zaman?
Ö4:Yani [düşünüyor] mesela fotosentez için değil ama başka türlü güneşten ısı enerjisi elde ediyorduk ama geceleri soğuk oluyor demek ki ısılarını da vermiyorlar hatta demin beyaz ışık için soğuk dedik ya belki de ondan dolayı onların bir ısıları yok yani ısıları belki bize ısıları şöyle sıcaklıkları var ama belki ısıları yok yani eksi olarak da olabilir onların sıcaklıkları yani pozitif değil de negatif bir sıcaklığa da sahip olabilirler yani soğuk
A:Gece için diyorsun bunu?
Ö4:Gece için değil genel olarak

EK 1'in devamı

A:Genle olarak diyorsun Ama gündüz de diyorsun ki güneş kaynağımızdır diyorsun
Ö4:Ya yıldız demek ki çeşitleri var hem sıcak yıldızlar var hem soğuk yıldızlar var demek ki hani [iii] soğuk güneşin ışığı güneşin sıcaklığı çok aşırı olduğu için [iii] o
soğuk yıldızların etkisini biz hissedemiyoruz belki de ama geceleri güneşin ışığın yani ısısından faydalanamadığımız için soğuk olan yıldızların etkisine giriyoruz belki de
A:Anladım, o zaman gündüzleri enerji kaynağı geceleri değil mi demek istiyorsun?
Ö4:Hayır
A:Yoksa enerji kaynağı değil
Ö4:Enerji kaynağı değil demek istiyorum yani şöyle ne ışık, ışık enerjisi olarak faydalanabiliyoruz
A:O zaman
Ö4:Ama [iii] bundan çok aşırı derecede değil yani sonuçta tamam bizi aydınlatıyor ama önümüzü görecek kadar değil
A:Ha o zaman bir enerji kaynağı değildir diyorsun
Ö4:Yani işimize yaramadığından ötürü değildir demek istiyorum
A:Güneş her hangi bir..
Ö4:Sonuçta enerji işe yarayan bir şey oluyor bu noktada
Güneşin bu bize gönderdiği ısıyı biz kullanamıyoruz bu nedenle de enerji kaynağı değildir
Ö4:Isıyı kullanamıyoruz değil [iii] yıldızlardan ne bir ısı elde edebiliyoruz ne de yani bir fotosentez yapacak kadar olsun ışık elde edebiliyoruz hani bir ışıkları var ama bize faydası yok bunun yani
A:Bize faydası yok diyorsun bu yüzden enerji kaynağı değildir diyorsun yıldızlar için genel olarak
Ö4:Şöyle bir şey var enerjinin tanımına Bakacak olursak şunun da şu anda bir enerjisi var o noktadan ele alırsak
A:Yerdeğiştirme tabi
Ö4:Yani şimdi potansiyel enerjisi var yani kinetik enerjisi olmasa da potansiyel enerjisi var ama[iii] hani enerjileri yok diyemem yıldızların bunun bana nasıl bir katkısı yoksa şu an da onlarında
A:Yani enerji kaynağıdır ama bize herhangi bir biz bu enerji kaynağından faydalanamıyoruz demek istiyorsun o zaman
Ö4:Evet
A:Anladım. Peki, bu yıldızların [ii] enerjisi nerden geliyor?
Ö4:[düşünüyor]Güzel, kendilerinin olan enerjisi mi?
A:Tabi, hıhı
Ö4:Hareketleri var sonuçta bir kinetik enerjileri var
A:Sürekli hareket ediyorlar demiştin yıldız da
Ö4:Evet [ii] bulundukları atomların etkisiyle manyetik bir alanda olabilirler onların etkisiyle hareket ediyor olabilirler başka yani çeşitli sebeplerden dolayı hareket ediyor olabilirler hani dediğim gibi manyetik alan olabilir bu atomların verdiği bir enerji olabilir yani öyle enerjileri var
A:Anladım, peki Dünya'ya en yakın yıldız hangisidir?
Ö4:Kutup yıldızı mı yoksa
A:Bilmem
Ö4:Kutup yıldızı olabilir
A:Neden?
Ö4:[ii] çok net belirgin görünüyor daha büyük görünüyor
A:Daha büyük görünüyor diğer yıldızlara göre diyorsun
Ö4:Evet
A:[ii] kutup yıldızıdır. Peki, biz geceleri gökyüzüne baktığımız zaman yıldızları böyle yan yana sanki bir aradaymış gibi görüyoruz değil mi neden?
Ö4:Evet, [iii] kendi galaksileri hani kümeler oluşturuyorlar demiştim ya hani şöyle küçük küçük ya hani nasıl kuşlar uçuyorlar böyle bir takım gibi şöyle önde bir tane oluyor yanda sıra sıra sıra onlarda o mantık yani canlı değiller ama hani onların da birbirleri içerisinde kuşlarınkine benzer bir etkileşim olabilir ondan ötürü yan yana oluyor olabilirler
A:Peki bütün yıldızlar bize aynı uzaklıkta mıdır?
Ö4:Değildir
A:Neden?
Ö4:[ii] Biri buradayken biri şurada olabilir bizde burada olsak bu bu kadar yakınken bu da bu kadar yakın olmuş olur
A:Neden aynı uzaklıkta değiller de farklı uzaklıktalar?

EK 1'in devamı

Ö4:[düşünüyor]biz neden buradayız o zaman :) o da ona geliyor, bunlar bu konumda durmak istiyor bunlar bu konumda durmak istiyor ya da yani..
A:Bir sebebi var mıdır aynı uzaklıkta olmamalarının?
Ö4:Evrendeler sonuçta uzay hepsinin içine alırsak evren dersek hani her şeyin bir konumu var evrende ondan dolayı bunların konumu demek ki burada olmaları gerekiyor görevleri burada
A:Nasıl bir görevi vardır orda?
Ö4:Yani görevleri derken şöyle nasıl güneşin görevi bizi ısıtmaksa onların da bir görevi var demek ki yani bunların muhakkak bir işlevleri var hocam yani sonuçta işlevi olmayan bir şey yok evrende
A:Ama güneş [ii] enerji kaynağı değildir dedin
Ö4:Yıldızlar değildir dedim yıldızlar için konuşmuştum değildir diye
A:Ha, tamam pardon
Ö4: Demek ki onlarda farklı bir şey yapıyorlar ama ben onu bilmiyorum o yüzden yorum yapamıyorum
A:Anladım, o zaman yani şey bütün yıldızlar aynı özellikte midir? Aynı özelliklere mi sahiptir?
Ö4:[düşünüyor] zannetmiyorum[duraksadı] aynı özelliklere sahip olsalar aynı konumda olurlar[duraksadı] değil mi yani mesela şöyle eliptik yörüngeler çizsek
A:Neleri farklıdır da o zaman farklı konumlardadır bunlar? Görevleri dedin
Ö4:Mesela biz güneşe biraz yaklaşsak ya da biraz uzaklaşsak yaklaştığımızda [ii] sıcak yani böyle bir duyum almıştım biraz yaklaşsak yanıp birazcık uzaklaşsak donacağımız söyleniyor tam olduğumuz konum bizim için ideal olan konum olduğu söyleniyor hani duydum ben bunu yani okumadım belki okumuşta olabilirim makaleden okumuş da olabilirim [iii] bunların da konumları o şekilde belki birazcık buraya yaklaşsa Dünya'ya çarpabilir ya da başka bir gezegene çarpabilir konum olarak burada durmak zorunda olabilirler hani burada hareket ediyorlardır sürekli hani bu yörüngede hareket ediyorlardır
A:O yörüngede [iii] Dünya'nın etrafında mı hareket ediyorlar
Ö4:Hayır, etrafında değil yani uzayın herhangi bir yerinde örnek verdim ben sadece hani o noktada tam bilgim yok
A:Tamam, anladım [ii] yani o zaman sen gezegenleri şöyle bir yörüngede çizdin ya gezegenler böyle elips ya da yuvarlak mı?
Ö4:Eliptik bir yörüngede
A:Yani eliptik bir yörüngede dolanıyorlar uzayda diyorsun, anladım. Peki, takımyıldızı nedir?
Ö4:Kutup yıldızının mesela etrafında da bir yıldız kümesi var mesela samanyolu bir takımyıldızı ismi olabilir miydi evet galiba öyleydi siz bilmem dersiniz şimdi :)
A:Yani ben cevap vermiyorum :)
Ö4:Mesela samanyolu bir takımyıldızı
A:Nedir takımyıldızı?
Ö4:[iii] birlikte hareket ediyorlar
A:Kimler?
Ö4:İşte o samanyolundaki yıldızlar
A:Birlikte hareket eden yıldızlar diyorsun
Ö4:Evet
A:[iii] kuyruklu yıldız nedir?
Ö4:Ayy ben kuyruklu yıldız altında bir izdivaç diye bir kitap okumuştum Hüseyin Rahmi Gürpınar mı birinin kitabıydı ödevimdi orda mesela Dünya'ya çarpacağı söyleniyordu ismi de Halley miydi halleydi galiba işte şeylere saklanıyorlardı güya oralarda dünya yok ya Dünya'nın dışında ya Hamallara mı bir yerlere saklanıyorlardı çarpmasın onlara diye şey bir ara da kıyamet kopacak diye Şirince'ye gidiyorlardı ya sanki orayı etkilemeyecek
A:O peki kitapta geçiyor mu bilmiyorum da nedir kuyruklu yıldız?
Ö4:Ya işte Dünya'ya çarptığı zaman kıyamet kopacak gibi bir şey oluyordu kitapta da ya hatta ben o Şirince'ye saklanıyorlardı ya o zaman o aklıma geldi yani direkt hatta bu bir dedikoduymuş kitabın sonunda onu söylüyorlar ve gerçekten şirince olayı da dedikodu sonucu oluşmuştu insanların hani bir toplumu ayaklandırmak artık bir siyasi bir nedeni mi var sosyal bir nedeni mi var onu bilemiyorum insanların arada sırada ortaya attığı palavralar deyim ben buna
A:O zaman kuyruklu yıldızda yok mu?
Ö4:Vardır da ama belki yıldız değildir ya da yıldızdır
A:Nedir yani mesela tanımlamanı istersem kuyruklu yıldız şu şu şu şudur?

EK 1'in devamı

Ö4:Bir gök cismi de olabilir mesela bazen Dünya'ya yaklaşan bir meteor parçası var işte şuraya düştü falan deniyor o da bir meteor parçası olabilir
A:Kuyruklu yıldız bir meteor parçasıdır diyorsun, tamam. Yıldızlara tekrardan bakacak olursak hani hep yıldızlardan gidiyoruz yıldızların bir yaşam süreci var mıdır?
Ö4:Vardır.
A:Nasıl bir yaşam süreci vardır? Nasıl gerçekleşir?
Ö4:[iii] doğar, büyür, ölür diyemicem
A:Neden?
Ö4:[ii] sonuçta ımm bunlar canlı değiller
A:Benzetebilir miyiz?
Ö4:Canlıya benzetecek olursak belki hani demin demiştim ya belki güneşten kopan bir parçadır diye o parça mesela kopup şu an düşündüm bunu da küçüle küçüle küçüle küçüle yok da olabilir belki bence öyle hatta
A:Güneşten kopuyor diyorsun sonra küçüle küçüle küçüle yok mu olur diyorsun?
Ö4:Belki de öyle
A:Yaşam sürecinin değil mi?
Ö4:Evet
A:[iii]peki yıldızın kütlesiyle yaşam süreci arasında bir ilişki var mıdır?
Ö4:Yani, küçüle küçüle yok oluyor diyorum sonuçta mesela şu parça kopa kopa hatta çizdim şimdi yavaş yavaş siliyim hareket ettikçe sürtünmelerden vs.lerden kaynaklanan kopmalar sonucunda yavaş yavaş yavaş yavaş yok oldu
A:Kütlesi küçüldükçe yok olmaya başlıyor diyorsun
Ö4:Aynen öyle
A:Peki bu yıldızın yaşam sürecini belli dönemlere ayırabilir miyiz? İşte bir isimlendirme yapabilir miyiz? Bu dönem, şu dönem diyebilir misin?
Ö4:Çocukluk, bebeklik gibi mi?
A:Hıhı, mümkün müdür?
Ö4:Belki diyebilirim ama buna gerekli bilgim yok, yorum yapamıyorum
A:Nasıl ayırabilirsin?
Ö4:Ya hani biz normalde küçükten büyüyoruz o da büyükten küçülerek olabilir
A:Haa, dönemlere ayırmak istesen nasıl ayırırsın?
Ö4:Yani insana benzetirsem yaşlılık evresi
A:İlk evre sonra
Ö4:Sonra yetişkinlik evresi
A:Yaşlılık, yetişkinlik, çocukluk, bebeklik ve embriyo, zigot sonra yok :) Yani insanınkine benzer bir yaşam evresi çizdin yıldızlara bu şekilde diyorsun olabilir [ii] yıldızlar o zaman nasıl oluşur? Başa dönersek, baştan başlarsak
Ö4:[ii] o zaman parça olarak yaşlı büyük bir parça olarak kopar
A:Yaşlı bir parça olarak koptu, nerden koptu?
Ö4:Benim tahminimce bilmediğim bir bilgi hayalini kurduğum bir bilgi güneşten koptu
A:Güneşten yaşlı bir yıldız olarak koptu diyorsun
Ö4:Evet
A:Nerede doğar yıldızlar?
Ö4:O zaman güneşte doğar
A:O zaman güneşte doğmuş oldu diyorsun. Peki, doğdu sen yaşlı olarak doğdu diyorsun sonra yetişkinlik, çocukluk, bebeklik dedin. Bu[iii] dönemler için yani yıldız neler geçiyor o dönemler içerisinde?
Ö4:Sürekli yıpranıyor. Yani sürekli kendinden bir parça kaybediyor bence hatta belki de o takımyıldızlarındakiler de onun parçaları bile olabilir
A:Hıı, yıldız parçalarıdır diyorsun
Ö4:Evet belki de su an konuştukça bir hikâye kurdum resmen hocam yani hani çok bilgim yok bu konuda söylemiştim başında da
A:Mesela ana kol yıldızı hiç duydun mu?
Ö4:Duymadım
A:Bu dönem ne diyorsun yıldız parça kopa kopa kopa bebekliğe kadar geliyor diyorsun.
Ö4:Evet

EK 1'in devamı

A:Peki, yıldızın o zaman [iii] ölüm süreci hani tamamen kopar ve yok olur dedin değil mi? Ölüm süreci ne zaman başlıyor?
Ö4:[iii]İşte son parçalarda
A:Embriyoda mı, zigotta mı dedin ya sen hani
Ö4:Embriyoda başlar sonra zigota doğru gidecek çünkü
A:Embriyoda başlar sonra zigota kadar gider diyorsun.[iii] Ölüm süreci hani ne oluyor da hani başlıyor? Niye embriyoda başladı?
Ö4:Ya aslında ölüm süreci yaşlıyken başlıyor hani mesela biz de..
A:Yaşlıyken doğdu dedin
Ö4:Şimdi şöyle, insan mesela hücre bölünmelerini geçirirken ergenlik dönemine kadar mitoz bölünme geçiriyor ergenlik döneminden sonra artık büyümediği için sadece böyle bir yaralanmaydı o tarz şeyler için hücreler kendilerini tazelemek için bölünüyorlar yoksa bölünmüyorlar mayoz bölünmeleri de mesela bayanlar menopoz dönemine kadar menopoza girene kadar mayoz bölünmeyi her ay geçiriyorlar [iiii] o zaman onun mantığıyla gidersek yıldız da belli bir boyuta kadar ay nasıl olacak şimdi
A:Yani ne oluyor da mesela embriyo sürecinde ölüm süreci başlıyor dedin ya ne oluyor da?
Ö4:İyice küçüldü artık hani
A:Kütlesi mi?
Ö4:Evet kütlesi küçülerek yok oldu zaten ben o mantığı kurdum
A:Hıı, kütlesi öyle bir noktaya geldi ki diyorsun
Ö4:Artık yani kendi başına kalıyor sonuçta bir bebeği şuraya bırakın hiç bir şey yapamaz yani onun mantığı hani onu sürekli birileri yedirecek şey yapacak her şeyini birileri yapmak zorunda yoksa o kendi başına hiç birini yapamaz o mantıkla baktığımız zaman
A:O zaman embriyo değil bebeklik dönemi mi?
Ö4:Yok hayır, embriyo dönemi diyorum ben
A:Embriyo döneminde ölüm süreci o yüzden başlar çünkü artık kendi başına yapabileceği bir şey yok diyorsun.
Ö4:Evet.
A:Bebeklik döneminde hala kütlesi azalmaya ve parçalanmaya devam ediyor diyorsun.
Ö4:Hani mesela embriyoyu göremiyoruz ama bebeği görebiliyoruz, bebek bizim için var ama embriyo bizim için hani anne karnında sonuçta yaşayacak mı yaşamayacak mı hala belirgin değil hani ondan dolayı daha onu ne kadar var olarak sayamayız hani anne karnında seviyoruz ama hani hep içimizde bir korku oluyor ya ölürse diye bir korku oluyor sonuçta
A:O yüzden diyorsun
Ö4:O yüzden hani bebeklik dönemini almadım kucağımıza alıp sevebiliyoruz sonuçta ama embriyoyu kucağımıza alıp sevemediğimiz için onu o dönemden sonra öldürmeye başladım ben
A:Tamam. Süpernova nedir hiç duydun mu? Süpernova?
Ö4:Ya bana Utku bir kere gökyüzünden bana yıldızları göstermişti şu yıldızın adını biliyor musun demişti bize gelmişlerdi Buseyle de biz onu dolmuşa bindiriyorduk[iii] bana şey yaptı gökyüzünden gösterdi şu yıldızın adını biliyor musun dedi kendi iki üç tane yıldız tanıttı da isimlerini unuttum ben onların onlardan biri olabilir mi acaba?
A:Yıldız ismi mi?
Ö4:Evet, olabilir belki süpernova
A:Tamam. Siyah cüceyi hiç duydun mu?
Ö4:Siyah cüceyi duydum.
A:Nedir?
Ö4:Yok siyah cüceyi değil, platonu cüce gezegen olarak duydum
A:Siyah cüceyi duydun mu?
Ö4:Onu duymadım.
A:Tamam.
A:Teşekkür ediyorum.
Ö4:Rica ederim hocam .

Ö5

A:Senin yaptığın gözlemler senin ön bilgilerin işte biraz sohbet havasında neler bildiğinle ilgili sohbet edeceğiz. İlk olarak başlarsak senin ilk olarak yıldızla ilgili fikirlerini öğrenmek istiyorum, yıldız denilince aklına ne geliyor?

EK 1'in devamı

Ö5:Yıldız[ii] toz bulutu dediğimiz olay var ya hani toz bulutlarının katılaşmış hali gibi bir şey olarak düşünüyorum.
A: Nelere yıldız denir? Gökyüzüne baktığın zaman her şey yıldızdır diyebilir misin?
Ö5:Hıı [düşünüyor] yani tabi ki farklı gök cisimleri falan var o yüzden hepsine yıldız diyemiyoruz hatta[ii] gezegenleri de ben sanki yıldız onlarında bir yıldız olduğunu[ii] duymuştum ama ne kadar doğru bilmiyorum
A:Hımm, o zaman nelere yıldız diyebilirim?
Ö5:Mesela, parlaklık veren [ii] ışık saçan gökcisimlerine yıldız diyebiliriz diyorsun
A:Diyebiliriz, ışık saçan cisimlere yıldız diyebiliriz diyorsun. Yıldızların ne gibi özellikleri vardır?
Ö5:Yıldızlar[ii] [duraksadı] bir kere ben şunu biliyorum yıldızların doğup büyüdüğü büyük ihtimal ben onu zaten yanlış yaptım sonradan aklıma geldi hani doğar ölür diye bir durum olmadığını öğrendim o yıldız kayması dediğimiz olay sadece yıldız mesela yer değiştirmiş olduğunu biliyorum ondan sonra siz ne sormuştunuz?
A:Ne gibi özellikleri vardır yıldızların?
Ö5:Yıldızlar [ii] şey katı değildi galiba hani öyle ben [ii] düşünmüştüm en başta ama sonradan ben onun gaz olduğunu biliyorum.
A:Yapısı gazdır diyorsun
Ö5:Evet,[ii] ondan sonra yine aydınlık veriyorlar[iii] gündüzleri hani görmüyoruz ama acaba sabit değiller bence
A:Sabit değiller
Ö5:Ondan sonra gündüzleri var ama biz onları göremiyor da olabiliriz
A:Neden?
Ö5:Yani hani gün aydınlık olduğu için biz onları göremiyoruz ama onların var olduğunu düşünüyorum ben gündüzleri de
A:Gündüzleri de vardır diyorsun. Yıldızlara örnek verebilir misin? Hiç aklına gelen yıldız var mı?
Ö5:Mesela takımyıldızı diyorlar
A:Takımyıldızı, başka?
Ö5:Kuyruklu yıldız
A:Kuyruklu yıldız
Ö5:Ondan sonra şey[ii] neydi onun adı samanyolu galaksi miydi yaa bir dakika
A:Düşünüebilirsin
Ö5:[düşünüyor]Samanyolu yıldız ismi miydi yoksa o bir topluluk gibi bir şey miydi samanyolu da vardı galiba o da yıldız grubuna giriyordu, kutup yıldızı
A:Kutup yıldızı
Ö5:Bu kadar
A:Bu kadar, güzel.[ii] Peki, bir yıldız nasıl bir şekle sahiptir? Çizebilir misin mesela?
Ö5:Ben onun beşgen olduğunu kesinlikle düşünmüyorum bir kere
A:Beşgen değildir diyorsun, nasıldır o zaman?
Ö5:[ii] onlar[düşünüyor]bence onlar dağınık halde ama bizde onları noktasal görüyoruz yani girintili çıkıntılı olduğunu düşünüyorum böyle etrafının ama hani tam bir şekli yok yani bence
A: Tam bir şekli yok, neden bu şekle sahip olduğunu düşünüyorsun?
Ö5:Hani biz onları noktasal yuvarlak görüyoruz ya uzaktan
A:Ama noktasal çizmedin
Ö5:Bu şey yakın hali gibi
A:Hıı, uzaktan öyle görürüz diyorsun ama yakından böyledir diyorsun. Niye yuvarlak değil de böyle şey şey çizdin hani neden böyle bir şekle sahiptir?
Ö5:Şimdi toz bulutu dediğimiz için bildiğimiz bulutlarda hani böyle girintili çıkıntılı ya hani böyle bunlarında ben gelişigüzel şekillerinin olduğunu düşünüyorum bence şu an mantıklı bir cevap verdim bence gelişigüzel olduğunu düşünüyorum
A:Peki hani başta dedin ya bence kesinlikle beşgen değildir diye
Ö5:Evet, Çünkü hani ben onunla da ilgili bir şey okumuştum hani tam şeyini bilmiyorum ama beşgen değiller hatta sizin sorularınızda da vardı onu büyük ihtimalle böyle yapmışımdır
A:Beşgen değildir diyorsun
Ö5:Bi de ben sonradan bazı soruların cevabını merak edip internetten bakmıştım mesela sekiz dakikaydı kaç dakika da yeryüzüne ulaşır sorusunun cevabı
A: Peki yıldızların yapısı hakkında ne söyleyebilirsin? Yapısı nasıldır?

EK 1'in devamı

Ö5:Bence içinde[ii][duraksadı]güneşte olduğu gibi ben hidrojen ve helyum gazlarının olduğunu düşünüyorum
A:Hidrojen ve helyumdan vardır
Ö5:Çünkü hani ışık veriyorlar ya hani güneşinde ben ışık vermesinin sebebi ben hani gazlardan dolayıdır büyük ihtimalle hani o yüzden gaz hani hidrojen ve helyum olduğunu düşünüyorum yapısında
A:Hangi elementler bulunur dediğim zaman da yine hidrojen ve helyum diyeceksin
Ö5:Evet
A:Peki bu hidrojen ve helyum eşit oranda mıdır? Yoksa biri daha fazla daha az gibi bir oran söyleyebilir miyiz sence?
Ö5:Hımm, ben galiba onunla ilgili şey hatırlıyorum ama evet big bangdan geçen dönemden hidrojen helyuma dönüşüyor bu durumda helyum biraz daha fazla
A:O zaman helyum daha fazladır diyorsun
Ö5:Evet
A: Peki, yıldızların sıcaklıkları arasında bir fark var mıdır?
Ö5:Var
A:Var mıdır?
Ö5:Şimdi hatta kırmızı yıldız vardı bunları hep ben geçen dönemden bizim ne dersimiz vardı
A:Hıı, renklerini mi diyorsun?
Ö5:Evet
A:Sıcaklıkları mesela
Ö5:Sıcaklıklarına göre renklerinin de farklı olduğu
A:Sıcaklıklarıyla renkleri arasında bir ilişki vardır diyorsun o zaman
Ö5:Evet
A:Nasıl bir ilişki vardır?
Ö5:[ii] yani Renklerine göre mi ilişki yapıyım nasıl yapıyım
A:Evet
Ö5:Mesela şey gibi geliyor yani sıcak yıldız kırmızı gibi geliyor ama aslında beyaz, soğuk yıldız kırmızıydı [ii] bir de diğer sarı mıydı diğerinin rengi kırmızı, sarı, sarı da sıcaklığı sanırım orta derecede olan mıydı?
A:Ha, o zaman sen en sıcak yıldızlara beyazdır diyorsun, en soğuk yıldızlara da kırmızıdır diyorsun neden en sıcak beyaz? Neden öyle düşündün?
Ö5:Acaba bunların kızılötesi morötesi ışınlarla bir alakası olabilir mi tam bir bilgim yok ama ışımalarla ilgili
A:Işımalarla ilgili diyorsun, en soğuk yıldızın kırmızı olmasının bir sebebi var mıdır?
Ö5:[ii]kızılötesi ışınlar en kısa dalgalardı galiba onunla ilgili bir ilişki yürütemiyorum da ben şu anda
A:Ama ışımalarla bir alakası vardır
Ö5:Evet, yine ışımalarla elektromanyetik dalgalarla
A:Elektromanyetik dalgalarla ilgili diyorsun, yıldızlar ışıma yaparlar mı?
Ö5:[ii][düşünüyor] şimdi şöyle düşünüyorum ben ımm mesela[duraksadı] güneş yapıyor çünkü ısıtıyor ama yıldızların böyle bir özelliğinin olduğunu düşünmüyorum bence yıldızlar ışıma yapmazlar
A:Işıma yapmaz diyorsun. Peki, hani dedin ya sıcaklıkları farklıdır buna göre renkleri de farklıdır dedin[iii] ortalama bir yıldızın sahip olduğu sıcaklık ne kadardır sence? Yani rakam ve dereceye tam mesela vurmak istersen nasıl bir rakam ve derece şey yaparsın? Hangi nasıl bir birimle ifade edersin?
Ö5:Büyük ihtimalle ben ona milyar derdim ama
A:Milyar?
Ö5:Bir milyar olsun
A:Bir milyar ney?
Ö5: [ii]santigrat
A:Santigrat derecedir diyorsun, olabilir. Yıldızlar enerji kaynağı olarak düşünebilir mi birer enerji kaynağıdır diyebilir miyiz yıldızlar için?
Ö5:Evet, ışık yayıyorsa enerji kaynağıdır diyebiliriz
A:Ama ışıma yapmaz dedin mesela yıldızlar için
Ö5:Evet öyle bir şey dedim bir dakika,[düşünüyor]onu da ısı yaymadıkları için ben ışıma yapmazlar dedim ben birazda ne kadar doğru mantıktık onu tam bilmiyorum ama bir hani ımm sıcaklıkları olduğuna göre ışık yaydıklarına göre yani [ii] ondan sonra [ii] içinde belirli elementler olduğuna göre

EK 1'in devamı

bence onların da yıldızların da belirli bir enerjisi var mesela yıldız kayması dediğimiz olay da hani enerji olmadan olacağını ben düşünmüyorum
A:Işıma yapmazlar diyorsun, peki bu enerjisini nerden alıyor yıldız?
Ö5:Güneşten
A:Nerden geliyor, güneşten geliyor diyorsun enerjisini güneşten alıyor, Dünya'ya en yakın yıldız hangisidir?
Ö5:[düşünüyor] ben öyle bir şey duymadım ama eğer Merkür'ü yıldız olarak kabul edersek ben dünyaya en yakın gezegen Merkür, Merkür bir yıldız[duraksadı] mıdır? İşte onun şeyine bir karar veremedim, hani o konu hakkında bilgim yok ama ben sanki gezegenlerin yıldız diye biliyorum ben onları da yaa hani yıldız olması için illa beyaz olması gerekmiyor sonuçta gökyüzünde gördüğümüz her şey yıldız değil aslında ilk soruya biraz bağladım o yüzden ben Merkür diyorum, bence gezegenler de birer yıldız
A:Gezegenler birer yıldız bize de en yakın yıldız o zaman Merkür'dür diyorsun
Ö5:Evet
A:Peki, geceleri mesela gökyüzüne baktığımız zaman hani yıldızları bazen böyle bir aradaymış gibi işte yan yanaymış gibi dünyadan baktığımızda öyle bulunuyormuş gibi görüyoruz ya neden o şekilde görürüz? Hiç o şekilde gördün mü yıldızları böyle bir aradaymış gibi?
Ö5:Ben onu İstanbul'da görmüyordum ama burada dedemlere gidince görüyordum ve çok yakın [iii] geliyordu bana, o neden olabilir? Acaba takımyıldızı dediğimiz olay o mu oluyor? Takımyıldızları oluyor
A:Takımyıldızı oldukları için diyorsun, peki o bütün yıldızlar bize aynı uzaklıkta mıdır?
Ö5:[düşünüyor]Bence değil
A:Neden?
Ö5:[ii] enerjileri arasındaki farktan olabilir ü
A:Hımm, enerjilerin farklılığına göre diyorsun
Ö5:Yani farklı tabakalarda olabilirler, belki enerjiden kaynaklanıyor olabilir
A:Hımm, yani enerjiden, Yakın olanların enerjileri nasıldır uzak olanların enerjileri nasıldır?
Ö5:Onu acaba şey olarak düşünebilir miyiz? Atomlar mesela [iii] yörünge sayısı artıkça bence uzaktakilerin enerjisi daha fazla
A:Neden?
Ö5:Ki biz onları hepsi mesela çok net görebiliyoruz demek ki uzaktakilerin daha fazla ki [ii] hani onları da görebiliyoruz ki enerjileri fazla
A:Enerjileri fazla olmalı ki görebiliyoruz diyorsun, peki takımyıldızı dedin ya biraz önce o gruptan bahsettin. Peki, takımyıldızı nedir?
Ö5:Takımyıldızı [iii] hani onların şey olduğunu düşünüyorum ben ha takımyıldızı deyince aralarında belli bir uzaklık falan değil de farklı olabilirler şey hani dairesel olarak da düşünmüyorum onları sadece bir arada olduklarını düşünüyorum farklı yerlerde de olabilirler hani sabit olmayabilirler mesela her gece yerleri değişebilir
A:Haa, her gece yerleri değişebilir, sabit değillerdir ama bir arada gördüklerini dağınık halde bir arada gördüklerini takımyıldızı diyorsun. Kuyruklu yıldız nedir?
Ö5:[düşünüyor]
A:Hiç duydun mu?
Ö5:Duydum ama kuyruklu yıldızın da bir yeri mi vardı dünyada, sanırım dünyaya en yakın yıldız mıydı o? Kuyruklu yıldız
A:Bilmem
Ö5:[düşünüyor]Ama galiba aslında başka bir şeydi ama biz onu aslında kuyruklu yıldız olarak biliyoruz ama o başka bir gök cismiydi
A:Kuyruklu yıldız bir yıldız mı deyim o zaman?
Ö5:Bence yıldız değil o
A:Yıldız değildir
Ö5:Onu hatırlamadım şu an
A:Ama başka bir gök cismidir diyorsun
Ö5:Evet
A:Tamam eğer hatırlarsan tekrar şey yaparız buna döneriz. Peki, yıldızların bir yaşam süreci olduğunu düşünüyor musun? Var mıdır?
Ö5:Ben düşünmüyorum sadece onlar yer değiştiriyorlar
A:Sadece yer değiştiriyorlar bir yaşam süreçleri yoktur diyorsun, sabitlerdir diyorsun

EK 1'in devamı

Ö5:Evet, onların sönmedir, ölmedir, öyle durumlarının olmadığını düşünüyorum[iii] sadece yer değiştiriyorlar
A:Sadece yer değiştiriyorlar ya belli bir dönemleri var mıdır desem? Yok diyeceksin o zaman yaşam sürecinin de
Ö5:Evet, aynen
A:Nasıl oluşur o zaman yıldızlar?
Ö5:[düşünüyor]
A:Başta biraz söylemiştin sanki demi yıldız denince ne deniyor dediğim zaman
Ö5:Evet, hıhı. Şimdi onların ben enerjisinin olduğunu söylemiştim ımm[düşünüyor]
A:Düşünebilirsin, şey değil
Ö5:Enerjileri kaybolmuyor yine hani o elementleri söyleyeceğim o şekilde
A:Söyleyebilirsin ya tekrar aynı şeyleri düşünüyorsan konuşabilirsin, yok yok şey değil
Ö5:Düşünüyim diyorum da
A:Aklına ne gelirse
Ö5:Enerjileri korunuyor büyük ihtimalle[ii] çünkü hani [ii] ömürlerinin bitme süresi olmadığı için enerjilerinin sabit olduğunu düşünüyorum yine aynı şekilde benim aklıma gelen mesela hidrojen o da güneşten hani [ii] aklıma geldi hidrojen ve helyum gazlarından oluştuğunu düşünüyorum
A:Hidrojen ve helyum gazları bir araya gelip yıldızı mı oluşturuyor
Ö5:Evet
A:Ha, o şekilde diyorsun. Nerede doğar yıldızlar peki? Nerede oluşur?
Ö5:Gökyüzünde
A:Gökyüzünde diyorsun. Bir yeri var mıdır? Hani yıldızlar şurada oluşur diyebileceğin bir yer var mıdır?
Ö5:[düşünüyor] tabaka olarak mı mesela
A:Yooo, yani gökyüzünde mi oluşur diyorsun
Ö5:Yani şu an pek düşünemedim
A:Tamam, düşünmek ister misin?
Ö5:Başka, olmadı sonra
A:Hıhı, tekrar şey yapalım yıldızlar nerede doğar buna tekrar bakarız. Peki, [ii] yıldız hani şey yaptık dedik hani bir yerde oluştu değil mi? sen diyorsun ki yıldız sabittir, belirli bir yaşam süreci yoktur diyorsun hep sabit bir şekilde o zaman devam eder diyorsun
Ö5:Evet, çünkü o zaman enerji bitmiyor zaten doğada da bu böyle enerji sadece birbirine dönüşüyor ama bitmiyor
A:O zaman yıldızlar bir süre sonra kaybolur mu?
Ö5:Kaybolur ama mesela atıyorum ben bu gece gördüğüm yıldızı hani [ii] o başka bir gece başka bir yerde çıkacağını düşünüyorum hani kaybolma durumlarının olmadığını düşünüyorum
A:O zaman yıldızların sayısı hep sabit midir?
Ö5:[düşünüyor] bence sabit biz sadece onun [ii] kendi hani bakış açımıza göre bazen az ya da çok görüyoruz ama sabit olduğunu düşünüyorum
A:Hep sabittir diyorsun, herhangi bir şeyleri yoktur diyorsun yıldız oluşur ve hep sabittir diyorsun
Ö5:Evet
A:O zaman şey mi belirli bir zamanda oluşmuş yıldızların hepsi mi diyorsun? Sonra hep sabit bir şekilde
Ö5:Sonra hep yenilenebilir olduklarını düşünüyorum sadece
A:Hıı yenilenebilir ama şey değildir hani herhangi bir ölüm süreci gibi şeyler yok diyorsun
Ö5:Evet, yok
A:Peki, süpernovayı hiç duydun mu? Süpernova diye bir şey
Ö5:Hayır
A:Duymadın, Siyah cüceyi diye bir şeyi duydun mu?
Ö5:Siyah cüce hatta cüce bir şey daha vardı, üç tane cüceli bir terim vardı sanki siyah cüce? Kara delik değil demi?
A:Kara deliği duydun mu o zaman onu da soralım?
Ö5:Onda ben gazetede okumuştum sanırım hatta Einstein yanıldığını Einstein kara deliğin olmadığını söylüyordu galiba
A:Yıldızlarla bir ilgisi var mı karadeliğin?

EK 1'in devamı

Ö5:[düşünüyor]bence yok kara deliği ben aslında şöyle hayal ediyorum işte dünyaya meteor çarpıyor ondan sonra [ii] onun kaybolduğu yer gibi bir şey onu ben hayal ediyorum karadeliği hani hiç okumadım onu da ama
A:Anladım, siyah cücenin peki yıldızlarla bir alakası var mıdır?
Ö5:[düşünüyor]Gezegen olabilir o siyah cüce çünkü ben şey duymuştum Plüton'la ilgili oradan yürütüyorum cüce gezegen deniyordu ona [ii] hani ben o yüzden onu bir gezegen, bir gezegen uydusu olabilir mesela
A:Hımm, olabilir. Hangi gezegenin uydusu olabilir bir fikrin var mı?
Ö5:[düşünüyor] Satürn olabilir
A:Tamam, teşekkür ediyorum.

Ö6

A:şimdi öncelikle sana gök cisimleriyle ilgili bir kaç tane sorularım olacak. ilk olarak yıldız deyince aklına ne geliyor oradan bir başlayalım.
Ö6:küçükken benim çizdiğim şeyler mi hocam
A:küçükken çizdiğin şekil aklına geliyor. şeklini çizmeni isteyeceğim senden evet altında yazarsan ne tür gökcismi olduğunu neden yıldızın bu şekilde olduğunu düşünüyorsun peki
Ö6:ya daha önceleri birilerinin baktığını bu şekilde bir şeyler gördüğünü düşünüyorum ki insanlara da böyle yansıtılmış
A:hıhı
Ö6:küçüklükten beri bunu çiziyoruz
A:daha önceleri birileri bakmış derken neleri kasdetiyosun9
Ö6:yani ne bilim araştırma yapanlar uzayla ilgili
A:anladım.peki nelere yıldız denir
Ö6:eee uzay boşluğundaki cisimler yani bizim karanlıkta gözlemlediğimiz güneşten gelen ışınları yansıtıyor da yani onun etkisiyle gözlenebilen cisimlere yıldız denir
A:güneşin nasıl bir etkisiyle gözlenebiliyordur peki onun nasıl etkisi derken güneşin yıldızlara nasıl bir etkisi oluyordur
Ö6:yani kendi ışıkları yok mu güneşten aldığı ışıkla gece gözlemleyebiliyoruz biz onları
A:anladım hıı peki. yıldızların özelliklerinden biraz bahseder misin? yıldızların özelikleri nelerdir
Ö6: kuyruklu yıldız var diye biliyorum sonra kayık patlayıp sönüyorlar galiba kayıyorlar bunu biliyorum
A:hıhı
Ö6:daha sonra küçük ayı, büyük ayı onlar yıldız mıydı öyle bi isim gibi şeyler çağrıştırıyordu
A:hıhı
Ö6:onun dışında ama çok olduklarını
A:çok uzakta olduklarını biliyorsun yıldızlarla ilgili
A:peki başka özelliklerinden bahsedebilir misin? var mı aklına gelen
Ö6:hayır hocam
A:peki yıldızların yapısı hakkında ne söyleyebilirsin?
Ö6:yapısı derken
A:yıldızın yapısı, içeriği yani nasıl bir yapıya sahiptir yıldızlar şekil olarak ne söyleyebilirsin
Ö6:beşgen olduğunu düşünüyorum
A:nasıl tanımlayabiliyorsun şekli çizdiğin şekli sözel olarak ifade etmek istersen
beşgen mi diyorsun
Ö6:beşgen gibi yani şöyle kapatınca beşgen gibi ama altıgen gibi şöyle yapınca beşgen gibi köşeleri birleştirince beşgen şekilli olduğunu söylüyorsun peki hani yıldızların yapısından biraz bahsedersek neler bulunur içinde yıldızların
Ö6:bilmiyorum yani büyük patlamada falan oluşmuş olabilir diye düşünüyorum
A:hıhı
Ö6:bundan dolayı içinde gaz sıkışmaları mı olabilir her hangi bir şey olabilir
A:yapısındahangi elementler bulunur bi fikrin var mı
Ö6:hayır
A:tahmin edebiliyor musun ne olabilir yapısında
Ö6:yanihiç hiç aklıma gelmiyor
A:hiç aklına gelmiyor ıı peki. dedin ya gaz yoğunlukları vardır dedin gaz sıkışmaları vardır dedin hangi gazlar vardır?

EK 1'in devamı

Ö6:yani oksijen diyeceğim olmayacak çok saçma olacak yani uzaydaki oksijen o kadar yüksekte var mı tahin edemiyorum yani
A:o zaman başka ne olabilir
Ö6:helyum gazı olabilir
A:helyum olabilir başka
helyum peki tamamen helyumdan mı oluşuyordur helyumdan başka bir hıı belli bir oranı var mıdır yıldızlar için
Ö6:bence vardır bi oran olduğu tek bi gazdan olduğunu düşünmüyorum şu anda gaz bilgim çok aşırı olmadığı için
A:hıhı
Ö6:fazla bir şey söyleyemiyorum hangi gaz olması gerektiğini
A:ama helyum varır diyorsun
Ö6:evet
A:diğer aklına gelmeyen gazlara göre helyumun oranı daha mı azdır daha mı fazladır sence mesela helyum un
Ö6:fazladır bence
A:neden
Ö6:yani hani balonlarda falan hayal ediyorum yukarı çıktıkça falan oradan helyumun fazla olduğunu düşünüyorum
A:daha yüksekte olduğu için mi gözüküyor
Ö6:hani helyum sıkıştırılıyor baya yukarı gidiyor ya
Ö6:o gazın etkisi olabilir
A:olabiliro yüzden helyum daha fazladır diyorsun
peki yıldızların sıcaklıkları arasında fark var mıdır sence her yıldız aynı sıcaklıkta mıdır?
Ö6:değildir bence
A:aralarında fark vardır diyorsun ıı neden değildir neden aynı sıcaklıkta değil de farklı sıcaklıktadır yıldızlar
Ö6:yaa hanı güneşe yakınlığıyla alakalı olabilir bence belki
A:yakın olanlar daha mı sıcak daha mı soğuk
Ö6:bence uzak olanlar daha soğuk
A:uzaktakiler daha soğuk olur diyorsun. peki ortalama bir yıldızın sahip olduğu sıcaklık yaklaşık ne kadardır sence
Ö6:yanı baya fazladır herhalde
A:tahmini mesela rakamlarla ifade etmek istesek ne kadar diyebilirsin birim olarak da mesela hangi birimleri hangi ifade edebilirsin santigrat dereceyle ifade edebilirim yani ıı suyu düşünsek 100 santigrat derecede ondan çok daha fazla olsa yani bin iki bin falan olabilir
A:in iki bin santigrat derecelerde olur diyorsun peki bu yıldızların sıcaklıkları ile renkleri arasında bir ilişki var mıdır?
Ö6:olabilir yani daha sıcak olanların rengi daha koyu olabilir daha soğuk olanların daha açık olabilir gerçi güneşe uzaklıklarına göre renklerle çokta orantılı olmayabilir. Şu an kararsızım
A:o zaman şöyle diyebilirim en sıcak yıldız hangi renktedir sence
Ö6:sarı
A:sarı neden
Ö6:güneşe çok daha yakın
A:ha güneşe çok yakın güneş ne renk sarı olduğunu düşünüyorsun o yüzden yıldızda sarıdır diyorsun en soğuk yıldızlar o zaman hangi renktedir desem ezgi
Ö6:beyazdır
A:nedn
Ö6:daha uzak geliyor artık
A:uzağa gittikçe ne oluyor
Ö6:güneşten uzaklaştıkça sanki beyazlaşıyor gibi
A:beyazlaştığını düşünüyorsun
Ö6:uzaklaştıkça beyazlaşıyor sanki
A:bilmiyorum hıı o zaman şey konusunda son söylemek istediğin bir şey var mı yıldızların sıcaklıkları ve renkleri arasında bir ilişki olduğunu düşünüyor musun
Ö6:yani düşünmüyorum
A:düşünüyosun o zaman nasıl bir ilişki vardır

EK 1'in devamı

Ö6:ozaman hani güneşten uzaklaştıkça renkleri açılıyor, güneşten uzaklaştıkça daha koyulaşıyor sarıya daha fazla yaklaşıyor diye düşünüyorum
A:sıcaklıkları
Ö6:sıcaklıkları da güneşe yaklaştıkça artıyor
A:ozaman sıcaklıkları artan daha mı sarıdır demek istiyorsun
Ö6:evet
A:tamam o zaman uzaklaştıkça hem soğur hem de
Ö6:renkleri açılır
A:hemde renkleri açılır beyazlaşır diyorsun tamam hıı yıldızlar ışıma yapar mı
Ö6:yapar bence
A:ışıma yaparlar hıım bundan biraz bahseder misin biraz açıklamanı istesem
Ö6:biyerden bir yere geçtiklerini düşünüyorum
A:hıhı
Ö6:o arada da ışıma olayı gerçekleşiyor diyorum
A:ışıma nedir sence
Ö6:ee bu şey ışık hızı falan var ya onla alakalı bir şeydi galiba ışıma ani değişim gibi bir şeydi
A:ani değişim diyorsun peki hep elektromanyetik tayf vardır bu işte belli dalga boyları vardır hatırlıyorsun bunları değil mi
Ö6:evet
A:bu elektromanyetik tayfın hangi dalga boylarında ışıma yapıyordur yıldızlar ışıma yapıyordur dedin çünkü hangi dalga türlerinde
Ö6:şimdi morötesi ışınlar vardı
A:hıhı
Ö6:x ışınları falan orda hangisiydi
A:hıhı
Ö6:ya ikiye bölünüyordu galiba bir taraf farklı bu taraf farklıydı da tam hatırlayamıyorum onları ama yani alfa gama ışımaları falan yapıyordu herhalde
A:o dalga boylarında
Ö6:evet,
A:alfa gama ışımaları yapar diyorsun tamam peki yıldızlar bi enerji kaynağı olarak düşünülebilir mi
Ö6:hayır düşünülemez
A:kesinlikle enerji kaynağı değildir diyorsun neden böyle düşünüyorsun
Ö6:sadece enerji kaynağının güneş olduğunu biliyorum
A:hııhı
Ö6:hiçbir şekilde diğer gök cisimlerinin dünyayı etkileyebilecek bir enerji kaynağı değildir düşünüyorum
A:hiç bir enerjileri yoktur diyorsun peki en yakın yıldız hangisidir biliyor musun
Ö6:isim olarak bilmiyorum
A:isim olarak bilmiyorsun bir fikrin var mıdır ne kadar uzaklıktadır
Ö6:hep bi şeye bakıyoruz kayan yıldızları çok dikkatimizi çekiyor ya da toplu halde bulunan yıldızları fark edebiliyoruz
A:hıhı
Ö6:onların ismini bilmiyorum ama onlar dır diye
A:onlar diyorsun daha yakındır
peki oraya geçelim baktığımız zaman gece gökyüzüne bakıyoruz bazı yıldızlar toplu gibi görünüyor yan yana görünüyor bir aradaymış gibi görünüyor bunun nedeni nedir neden onları biz bir aradaymış gibi görürüz
Ö6:ya onun toplu duran yıldızların bir ismi vardı galiba eee onların yapıdır herhalde bulunma şeklidir
A:onlar hep bir arada mıdır biz hep onları bir arada gibi görürüz
Ö6:hep bir arada görürüz biz onları belki evrende yerleri değişir ama yine ama toplu görünürler
A:onların hep değişmez diyorsun hep her gün gökyüzüne baktığımız zaman her gün aynı yerdeler mi
Ö6:değil
A:farklı yerlerde görürüz yani a
Ö6:ama hep aynı şekilde toplu dururlar
A:neden
Ö6:öyle yani araştırma yapılmış bir sürü yani teleskopla falan gözlemlenmiş
A:hıhı

EK 1'in devamı

Ö6:sabit durmuş yıldızlar. yıldızların zaten yok olup bittiğini biliyorum ama
A: hıhı
Ö6:yine aynı o ortamı oluşturan tekrar yıldızlar oluşuyor
A:o yıldızların ne gibi bir özelliği vardır da onlar biz onları o şekilde görürüz
Ö6:acaba birbirlerini çekim gücü mü v ar çekim gücü olabilir
A:çekim gücü vardır her belli yıldızlar için geçerli midir yani mutlaka hepsi bir grup yılız bir arada bir grup yıldız bir arada mı görürüz peki
Ö6:hayır öyle göremeyiz hocam zaten gökyüzüne tam hani teleskopla bakmıyoruz ama
A:hıhı
Ö6:uzaktan baktığımız zaman bir sürü ayrı yıldız var bazılarını öyle görüyoruz
A:bazılarını öyle görüyoruz
Ö6:onlarıda farklı yani diğerlerinden
A:peki gördüğümüz bu yıldızlar bir sürü yıldız var işte tek başına gördüğüm yıldızlar da var bunun hepsi bize aynı uzaklıkta mıdır
Ö6:değildir
A:neden açıklar mısın
Ö6:deminde söylemiştim ya kimisi güneşe daha yakın kimisi daha uzak
A:hıı
Ö6:yerleri farklıdır
A:hıı
Ö6:diye düşünüyorum
A:güneşe yakınlıklarına uzaklıklarına göre diyorsun
Ö6:olabilir
A:farklıdır
Ö6:ama farklıdır yerleri
A:farklıdır yerleri diyorsun peki ıı biz hepsini, aynı parlaklıkta mı görüyoruz yıldızların
Ö6:hayır görmüyoruz kimilerini sönük görüyoruz kimilerini de daha böyle aaa fark ediyoruz direk bakınca
A:neden peki kimileri sönük kimilerini parlak görüyoruz
Ö6:sıcaklıkla orantılı olabilir deminden de dediğimiz gibi
A:hıı
Ö6:beyazlarısoğudukça biraz daha beyazlaşıyor demiştim
A:hangileri bize daha yakındır sıcaklıklarına soğukluklarına göre o zaman
Ö6:soğukları
A:soğukları bize daha yakındır diyorsun
Ö6:evet
A:sıcak
Ö6:sıcakları güneşe daha yakın soğukları bize daha yakın
A:bize yakın diyorsun anladım. birde ezgi hani yıldız demişken kuyruklu yıldız demi basta dedim kuyruklu yıldız kuyruklu yıldız nedir
Ö6:kuyruklu yıldız düşüneyim biraz
A:hıhı
Ö6:her
A: şeklinde çizebilirsin şekille de açıklaya bilirsin aklına geliyorsa
Ö6:acaba kuyruklu yıldız yaa ama yıldız kaymasıyla bir alakası yok o ununda
A:düşünebilirsin
Ö6:topluduran yıldızlar mı ki kuyruklu yıldız
A:bilmem öyle mi diyelim
Ö6:yani hıı bu tabiri kim bulduysa bizde belki kuyruklu olarak geçmiştir ama bir yerinde bir şey olduğunu düşünmüyorum onun isminin öyle oluğunu düşünüyorum da kuyruklu yıldız şöyle mi şekilde böyle olabilir
A:yani nedir tanımlamak istersin yani izi var diyemem de hani sönerken bıraktığı şeyi mi gözlemliyoruz biz hani bunlar sönüyor ya
A:hıı
Ö6:snerken orda bıraktığı izi gözlemliyor olabiliriz
A:böyle olanları diyorsun kuyruklu yıldız bir yıldız mıdır
Ö6:yıldızdır

EK 1'in devamı

A:yıldızdır diyorsun sadece o sönerken arkasında bir iz bırakır bu nedenle biz ona kuyruklu yıldız diyoruz tamam peki takım yıldızı nedir
Ö6:ya toplu halde duran yıldızlar takım yıldızıdır
A:topu halde duran yıldızlara takım yıldızı diyoruz tamam peki yıldızların belli bir yaşam süreci var mıdır
Ö6:vardır
A:yaşam süreci olduğundan söz edebilir miyiz nasıl gerçekleşir bu yaşam süreci
Ö6:nasıl gerçekleşir oluşuyorlar
A:hıhı
Ö6:oluştuktan sonra patlama gibi bir şey oluyor sönüyor daha sonra kayboluyorlar yani
A:oluşuyo patlıyor sönüyor ve kayboluyor diyorsun peki yıldızların kütlesiyle yaşam süreci arasında bir ilişki var mıdır ilişkilendirilebilir mi kütlesi ve yaşam süreci
Ö6:kütlesiyle şimdi hepsi farklı boyutlarda ya da farklı kütlede olabilir mi ki
A:olabilir mi ya patlama olayı da
Ö6:olamaz herhalde yaa hani onlarında gaz miktarları farklı farklıdır kütleleri diye düşünüyorum
A:kütleleri farklıdır
A:boyutları
Ö6:boyutlarıda farklıdır
A:boyutlarıda farklıdır diyorsun
Ö6:kütlesile yaşamları da farklı olur
A:mesela kütlesi daha büyük yada daha küçük olması yaşam sürecini nasıl etkilidir?
Ö6:çabuk sönebilir ya da çabuk
A:hangisi
Ö6:küçük olanları
A:kütlesi küçük olan daha çabuk patlar diyorsun bilmem düşün bakalım neden öyle bir ilişki kurdun onu açıklaya bilirsin
Ö6:hani patlama da atmosfer gazları sıkıştırması atmosfer daha yukarda değil gazların sıkıştırmasıyla patlama olayı gerçekleşse o zaman küçük olan daha yavaş mı patlar. büyük hacimde olan çabuk patlar gibi son olarak söylüyorum
A:hıhı
Ö6:büyüklükleri daha çabuk söner
A:kütlesi büyük olan diyorsun daha çabuk
Ö6:küçük olanlar sanki daha hızlı olur
A:daha geç söner diyorsun peki bu yıldızların yaşam süreci dedin ya başta belli dönemlere ayırabilir miyiz şu dönem bu dönem şu dönem diyebilir misin bunları bir isimleri var mı mesela
Ö6:vardır da ben bilmiyorum
A:hani kendi tabirince nasıl ayırabilirsin dönemlere ne diyebilirsin mesela başta söyledin gibi
Ö6:oluşum dönem, genç dönem orta dönem sönüş dönem
A:hıhı
Ö6:kapanış dönemleri o şekilde
A:bi dönemlerini tekrar yazabilir misin tekrar
Ö6:hıhı
A:genç dönem, orta dönem ve sönüş kapanış dönemi oluş dönemi derken neyi kastediyorsun mesela
Ö6:işte hani gazlardan oluştuğunu düşündüğüme göre gazları birleşimiyle oluştuğu dönem
A:hıhı
Ö6:daha sonra genç dönemde yerlerin oluştuğu dönem olabilir yani güneşe yakınlıklarını uzaklıklarını belli olduğu dönem olabilir
A:hıı ama dedin ki başta yıldızlar sürekli yer değiştirir dedin bu güneşe yakınlıkları uzaklıkları değişiyor mudur sürekli yıldızların
Ö6:değişir
A:değişir bu genç dönem o zaman ilk oluştuğu ilk yakın uzak olduğu dönemimi kastediyorsun
Ö6:yerleri yerleşme yaptıkları dönem olarak sonra ortam dönemlerde de yer değiştiriyor olabilir
A:hıhı anladım
Ö6:sönüştüde basınç her hangi bir gaz basıncıyla patlıyor olabilirler
A:anladım o zaman ezgi bu oluşum döneminden sönüş dönemine kadar sen dedin ya güneşe daha yakınsa daha sıcak ve işte rengi daha sarıdır o zaman sönüşe doğru renklerinde ve sıcaklıklarında bir değişim oluyor mu yıldızların yoksa hep aynı renkte ve aynı sıcaklıkta mı yıldızlar

EK 1'in devamı

Ö6: renkleri ve sıcaklıkları değişir çünkü orta dönemde farklı yerlere gidiyorlar
A:hıı
Ö6:sönüş döneminde tamamen uzaklaşıyorlar mı bilmiyorum ama o zamanda beyaz halde sönerler gibime geliyor.
A:o zaman beyaz halde sönerler peki yıldızlar oluşur dedin ya oluşumunu biraz açıklayabilir misin bana
onu söyledin sanki başta değil mi
Ö6:bir fikrim yok gazlarda oluşur gibi geliyor
A:gazlar bir araya gelerek oluşur diyorsun nere doğar yıldızlar nerede oluşur
Ö6:gökyüzünde
A:gökyüzünde oluşur diyorsun yıldızlar peki hıı yıldızların yaşam sürecinden bahsettik seninle gerçi genç dönem ve orta dönem dedin u dönemde sadece yıldızlar yerini belli eder ve yer değiştirir. anakol yıldız ifadesini daha önce duydun mu hiç anakol
Ö6:anakol yıldız duydum galiba
A:nedir anakol yıldız
Ö6:anakol yıldız galiba ismi çağrıştırıyor ama anakol yıldız yıldızlar birbirini takip eder de diyemem çok saçma olur anakol yıldız daha çok gördüğümüz yıldız mı acaba daha net ayrıntılarını daha net görebildiğimiz yıldız mı
A:haqnggi ayrıntılarını mesela daha net görürüz anakol yıldızın ne gibi ayrıntılarını
Ö6:şekli falan bize daha net teleskopta görünen daha net görünen
A:yıldızlardır diyosun tamam peki bir yıldızın son dönemine sönüş dönemi dedin ya bu sönüş dönemi ne zaman başlar
Ö6:sönüş dönemi
A:ne olur da sönüş dönemine geçer yıldız yaniÖ6:gazlar etkisini yitirebilir ya da bi patlam yaşadıktan sonra sönebilir
A:bi patlama o patlamayı neden yaşıyor ne oluyorda o patlamayı yaşıyo yıldız
Ö6:yıldız biraz daha atmosfere yaklaşıyor olabilir atmosferin gazları basın çç yapıp patlatıyor olabilir
A:yıldız zaten atmosferde doğar dedin hani atmosfere doğar atmosferin hangi katmanına yaklaşır da sönüş dönemin geçer
Ö6:hiç bir fikrim yok hocam düşünüyorum da
A:yani şey mi atmosfere doğar atmosfere yaklaştıkça dedin ya biraz önce
Ö6:yani atmosfere derken dünyaya yani nasıl bir şey söylesen bilemiyorum
A:yani düşünebilirsin
Ö6:herhangi bir başka bir gazın basınıyla patladığını düşünüyorum mesela helyum olsa azot gazı ya da oksijen karbon gazları yoğun olabilir o şekilde patlamaya uğrar
A:patlamaya uğrar ve sönüş dönemine geçer diyorsun peki bu sönüş dönemini nasıl tamamlar sönüş dönemin sonunda yıldıza
Ö6:kayboluyo
A:yıldız tamamen kayboluyor diyorsun peki bu süpernova tanımını hiç terimini hiç duydun mu
Ö6:patlamaydı galiba
A:hangi patlama nasıl bir patlama açıklayabilir misin
Ö6:süpernova patlaması
A:bir patlama diye mi hatırlıyorsun
Ö6:evet
A:patlamamıdır yoksa yıldızın bi dönemleriyle alakası var mıdır
Ö6:acaba sönüş dönemi mi... sönüş dönemi olabilir
A:sönüş dönemindeki patlamayı mı süpernova patlaması dedin
Ö6:evet
A:siyah cüce hiç duydun mu siyah cüce ifadesini
Ö6:hocam bunları duydum aslında da bunları lisede astronomi dersi almıştık yoksa bi fikrim yok
A:fikrin var mı fikrin yok tamam hani hep yıldızlardan bahsederken güneşi temel aldın güneş deyince akla ne geliyor güneş
Ö6:yani merkez olarak düşünüyorum enerjisi
A:neyin merkezi
Ö6:dünyanın doğanın gibi düşünüyorum etrafında gezegenlerin olduğunu düşünüyorum
A:tamam görüşmemiz bu kadardı.

EK 2 Soru Havuzu (Yıldız Konusu Kavram Testi)

1. Yıldızların parıldamasının (adeta göz kırpmasının) nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
a. Yıldızların yüzeyindeki hareketlerdir.
b. Dünya'nın hareketidir.
c. Güneş sisteminin hareketidir.
d. Atmosferimizdeki gazların hareketidir.
e. Hareketin gözlemciye göre izafi olmasıdır.

2. Aşağıda yer alan yıldızlarla ilgili özelliklerden hangisi açık bir gecede yıldıza bakarak kolayca tahmin edilebilir?
I. Uzaklık
II. Görünür parlaklık
III. Yüzey sıcaklığı

a. Yalnız I b. Yalnız II c. Yalnız III d. I ve II e. II ve III

3. Yeni nesil yıldızlarda ağır elementlerin önceki nesil yıldızlara göre daha fazla bulunmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
a. Önceki nesil yıldızların zaman içerisinde ağır elementleri parçalamalarıdır.
b. Yeni nesil yıldızların nükleer yakıtlarını daha hızlı tüketmeleridir.
c. Ağır elementlerin önceki nesil yıldızlarda oluşmasıdır.
d. Ağır elementlerin yeni nesil yıldızların çekirdeklerine çökmesi için yeterince zaman geçmemiştir.
e. Yukarıdaki ifadelerin tamamı doğrudur.

4. En soğuk yıldızlar hangi renktedir?
a. Mavi
b. Turuncu
c. Kırmızı
d. Beyaz
e. Sarı

5. Güneş'te en fazla miktarda bulunan elementler aşağıdakilerden hangisidir?
a. Nitrojen ve oksijen
b. Hidrojen ve helyum
c. Sülfür ve demir
d. Karbon ve hidrojen
e. Karbon ve nitrojen

6. Güneş ile kıyaslandığında Samanyolu Gök Adası'ndaki diğer pek çok yıldızın boyutu hakkında aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?
a. Güneş'ten gökyüzünde göründükleri oranda küçük boyuttadırlar.
b. Güneş'ten daha küçük boyuttadırlar.
c. Güneş ile yaklaşık aynı boyuttadırlar.
d. Güneş'ten daha büyük boyuttadırlar.
e. Güneş ile eşit boyuttadırlar.

EK 2'nin devamı

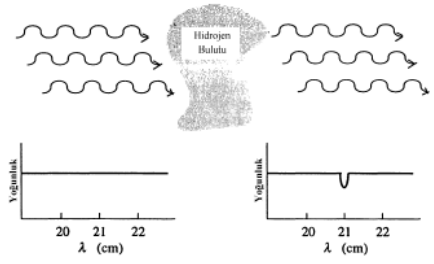
7. Güneşin fotosferi (görünen yüzeyi) aşağıdakilerden hangisine benzemektedir?

a. Dünya'nın yüzeyine; eğer sıcaklığa dayanılabilirse üstünde ayakta durulabilir.
b. Okyanus yüzeyine; üstünde ayakta durulamaz, fakat üstündeki ve altındaki farklılıklar açık bir şekilde tespit edilebilir.
c. Görünür bir yüzeye; bulutun içinde uçar gibi, içine doğru ilerledikçe daha az değişiklik fark edilir.
d. Trambolin yüzeyine; üzerine inilebilir, fakat şiddetli basınç tekrar uzağa fırlatır.
e. Çöl yüzeyine; elementler kum taneleri gibidir ve uygun bir element yoğunluğu bulunabilir ve sıcaklığa dayanılabilirse üstünde durulabilir.

8. Hidrojen füzyonu sırasında neden enerji salınımı olur?

a. Füzyon sırasında hidrojen atomları arasındaki elektromanyetik bağlar kırılarak yüksek enerjili fotonlar salınır.
b. Helyum çekirdeğinin kütlesi dört protonun kütlesinden daha küçüktür.
c. Helyum çekirdeğinin kütlesi dört protonun kütlesinden daha büyüktür.
d. Dört protonun hızının helyum çekirdeğinin hızından daha fazla olmasıdır.
e. Yukarıdaki ifadelerin hiçbiri doğru değildir.

9. Sürekli spektruma sahip bir yıldız, ana bileşeni hidrojen olan soğuk bir yıldızlararası bulutun arkasından parlamaktadır (Şekil.1). Bu bulut yıldıza doğru çökmekte ve Dünya'dan uzaklaşmaktadır. Aşağıdakilerden hangisi Dünya'daki bir gözlemci tarafından gözlenen spektrumu en iyi şekilde açıklar?



Şekil.1

a. Maviye kayan hidrojen salma (emisyon) çizgileri
b. Maviye kayan hidrojen soğurma (absorbsiyon) çizgileri
c. Kırmızıya kayan hidrojen salma (emisyon) çizgileri
d. Kırmızıya kayan hidrojen soğurma (absorbsiyon) çizgileri
e. Kırmızıya kayan hidrojen sürekliliği

10. Bir yıldız ilk oluşturulduğu zaman, çoğunlukla aşağıdaki elementlerden hangisinden meydana gelir?

a. oksijen
b. nitrojen
c. karbon
d. helyum
e. hidrojen

EK 2'nin devamı

11. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın oluşumu sırasında iç sıcaklığının artmasının sebebidir?
a. Kütle çekimi nedeniyle nükleer tepkimeler olur, bu da sıcaklığı artırır.
b. Yıldızın kütle çekimi sırasında sıcaklık artar.
c. Kimyasal reaksiyonların ısı oluşumunu içermesi nedeniyle sıcaklık artar.
d. Çöküş sırasında, potansiyel enerjisi değişimi (azalması) nedeniyle sıcaklık artar.
e. İç bölgede basıncın yükselmesi nedeniyle sıcaklık artar.

12. Güneş'in yüzey sıcaklığı,
a. yüzey sıcaklık aralığının üst sonuna yakındır.
b. yüzey sıcaklık aralığının alt sonuna yakındır.
c. yüzey sıcaklık aralığının ortasına yakındır.
d. diğer tüm yıldızların yüzey sıcaklığıyla aynı sayılır.
e. diğer tüm yıldızlardan ayrı bir değerdedir.

13. Bir yıldızın yaşam sürecinin çoğunluğunda üretilen enerji hangi kısmındadır?
a. ışınım katmanında
b. taşınım katmanında
c. çekirdekte
d. yıldız boyunca
e. yüzeyde

14. Y yıldızı X yıldızının iki katı kütlesindedir. Y yıldızı ile karşılaştırıldığında X yıldızı yakıtını nasıl tüketecektir?
a. Y yıldızının tüketmesinin iki katından daha az bir yavaşlıkta tüketir.
b. Y yıldızının tüketmesinden iki kat daha yavaş tüketir.
c. Y yıldızıyla aynı oranda tüketir.
d. Y yıldızından iki kat daha hızlı tüketir.
e. Y yıldızından tüketmesinin iki katından daha çok bir hızda tüketir.

15. Bir yıldızın oluşumunu sağlayan güç,
a. durgun elektriktir.
b. kütle çekimidir.
c. manyetizmadır.
d. basınçtır.
e. nükleer füzyondur.

16. En sıcak yıldızlar hangi renktedir?
a. kırmızı
b. beyaz
c. mavi
d. tüm yıldızlar sıcaklıklarına bakılmaksızın aynı renktedir
e. tüm yıldızlar renklerine bakılmaksızın aynı sıcaklıktadır.

EK 2'nin devamı

17. Neden yıldızların çoğu kütle çekiminin etkisi altında kendi üzerlerine çökmezler?
a. Yıldızın merkezin içinde ve dışındaki maddelerin karışması kütle çekimiyle dengelenir.
b. Yıldızın içyapısı yüzeyi dışarda tutar ve onu çökmeden korur.
c. Yıldızın etrafında dolanan gezegenlerden gelen çekim yıldızdaki maddeleri dışa çeker.
d. Yıldızın merkezinden dışa doğru olan ve parçacıkların neden olduğu kuvvet dengeyi sağlar.
e. İç bölgedeki yoğunluk artışına bağlı olarak oluşan basınç etkisiyle kütle çekimi dengelenir.

18. Aşağıdakilerden hangisinin yüzey sıcaklığı en fazladır?
a. tipik bir kırmızı dev
b. tipik bir beyaz cüce
c. Güneş
d. Bu cisimlerin hepsi aynı sıcaklıktadır.
e. Yeni oluşmuş bir yıldız

19. C yıldızı 50 milyon yıllık bir yaşam sürecine sahipken D yıldızı sadece 10 milyon yıllık bir yaşam sürecine sahiptir. Bu yıldızların kütleleri hakkında ne söylenebilir?
a. C yıldızı büyük bir kütleye sahiptir.
b. D yıldızı büyük bir kütleye sahiptir.
c. C ve D yıldızları yaklaşık aynı kütleye sahiptir.
d. Bu soruyu cevaplayabilmek için yeterli bilgi yoktur.
e. C yıldızı D yıldızının 10 katı kütleye sahiptir.

20. Yıldızın oluşum sürecinde başlangıçta oluşan yıldıza ne isim verilmektedir?
a. ilkel yıldız
b. nebula
c. süpernova
d. cluster yıldız
e. beyaz cüce

21. Gezegenimizi ısıtan Güneş, enerjisini nasıl üretmektedir?
a. Güneş'in içerisindeki gazlar yanmakta ve enerji üretilmektedir.
b. Hafif atomların daha ağır atomlara dönüşmesi sürecinde enerji yayılır.
c. Güneş içerisindeki gazlar sıkıştırılınca ısınır, enerji yayarlar.
d. Ağır atomlar daha hafif atomlara parçalanır ve süreçte enerji yayılır.
e. Güneşin içerisindeki radyoaktif çekirdeklerin bozunması sürecinde enerji yayılır.

EK 2'nin devamı

22. Belirtilen cisimlerden hangisi en iridir: kırmızı dev, beyaz cüce, Güneş?
a. Kırmızı dev her zaman en iri olandır.
b. Beyaz cüce her zaman en iri olandır.
c. Güneş her zaman en iri olandır.
d. Üçü de aynı iriliğe sahiptir.
e. Güneş ve kırmızı dev en iri olanlardır.

23. Yıldızlar yaşamına,
a. bir yıldız ya da herhangi bir gezegenin bir parçası olarak başlar.
b. beyaz cüce olarak başlar.
c. Dünya'nın atmosferinde bir madde olarak başlar.
d. kara delik olarak başlar.
e. toz ve gaz bulutu olarak başlar.

24. Yıldız nedir?
a. Başka bir enerji kaynağından ışık yansıtan bir gaz topudur.
b. Dünya'nın atmosferinde olan görünür ışığın parlak noktasıdır.
c. Gazların yanması ile enerji üreten sıcak bir gaz topudur.
d. Hafif atomların birleşmesiyle enerji üreten iyonize olmuş gaz topudur.
e. Ağır atomların daha hafif atomlara parçalanmasıyla enerji üreten iyonize olmuş gaz topudur.

25. Kırmızı bir yıldızla mavi bir yıldızın aynı boyutlarda (çapta) ve Dünya'ya aynı uzaklıkta olduğunu düşünelim. Böyle bir durumda Dünya'dan bakıldığında hangisi daha parlak görünür?
a. Kırmızı yıldız
b. Mavi yıldız
c. İki yıldız da aynı görünür.
d. İki yıldız da görünmez.
e. Bu soruyu cevaplayabilmek için yeterli bilgi yoktur.

26. Bir yıldızın kütlesiyle yaşam süreci arasında nasıl bir ilişki vardır?
a. Daha büyük kütleli yıldızlar daha küçük kütleli yıldızlardan oldukça uzun yaşarlar.
b. Daha büyük kütleli yıldızlar daha küçük kütleli yıldızlardan oldukça kısa yaşarlar.
c. Daha büyük kütleli yıldızlar daha küçük kütleli yıldızlardan çok az (biraz) kısa yaşarlar.
d. Daha büyük kütleli yıldızlar daha küçük kütleli yıldızlardan çok az (biraz) uzun yaşarlar.
e. Tüm yıldızlar kütleye bakılmaksızın aynı yaşam sürecine sahiptir.

EK 2'nin devamı

27. Belirtilen cisimlerden hangisinin görünür parlaklığı en büyüktür: kırmızı dev, beyaz cüce, Güneş?
a. Kırmızı dev her zaman en büyük görünür parlaklığa sahiptir.
b. Beyaz cüce her zaman en büyük görünür parlaklığa sahiptir.
c. Güneş her zaman en büyük görünür parlaklığa sahiptir.
d. Üçü de aynı görünür parlaklığa sahiptir.
e. Bu soruyu cevaplayabilmek için yeterli bilgi yoktur.

28. Dünya'dan gördüğümüz yıldızların parlaklığı şunun sonucudur;
a. Güneş ışınlarının onlardan bize yansımasının.
b. yıldız içerisindeki kimyasal reaksiyonların.
c. yıldız içerisindeki nükleer reaksiyonların.
d. yıldız içerisindeki gazların yanmasının.
e. yıldızın yüzeyindeki yanmaların.

29. Kırmızı, beyaz ve mavi yıldızların yüzey sıcaklıkları nasıl sıralanabilir?
a. beyaz > mavi > kırmızı
b. beyaz > kırmızı > mavi
c. kırmızı > mavi > beyaz
d. mavi > beyaz > kırmızı
e. mavi > kırmızı > beyaz

30. P yıldızı Q yıldızın üç katı kütleye sahiptir. Buna göre Q yıldızının P yıldızına göre yaşam süreci nasıl olur?
a. Q yıldızının yaşam süreci P yıldızının üçte birinden daha az olur.
b. Q yıldızının yaşam süreci P yıldızının üçte biri kadar olur.
c. Q yıldızının yaşam süreci P yıldızı ile aynı olur.
d. Q yıldızının yaşam süreci P yıldızının üç katı olur.
e. Q yıldızının yaşam süreci P yıldızının üç katından daha fazla olur.

31. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın varlığının en önemli karakteristiği ve gelecekteki olaylarını belirleyen durumdur?
a. yüzey sıcaklığı
b. boyutu (çapı)
c. rengi
d. bileşimi (atomların tipi)
e. kütle

32. Güneş, gezegenimizi ısıtan enerjiyi nasıl üretmektedir?
a. Güneş içerisindeki gazlar yanmakta ve büyük miktarda enerji üretilmektedir.
b. Güneş içerisindeki gaz sıkıştırıldığı zaman ısınır ve büyük miktarda enerji yayılır.
c. Isı, Güneş içerisinde manyetik alanda oluşur ve enerji olarak yayılır.
d. Hidrojenler birleşerek helyuma dönüşür ve süreçte büyük miktarda enerji yayılır.
e. Güneş'teki radyoaktif çekirdeklerin bozunması sürecinde enerji üretilir.

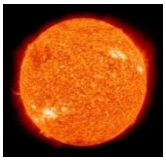
EK 2'nin devamı

33. Aşağıdakilerden hangisi yıldızın kalan yaşamını belirleyen özelliklerden biridir?
a. parlaklık
b. sıcaklık
c. renk
d. kütle
e. kimyasal yapı

34. Güneş yaşamının sonuna geldiğinde ne olacaktır?
a. Bir karadeliğe dönüşecektir.
b. Patlayacak, Dünya'yı tahrip edecektir.
c. Dış katmanını kaybedecek ve arkasında çekirdeğini bırakacaktır.
d. Kütlesinden dolayı ölmeyecektir.
e. Güneş'in yaşamının nasıl sona ereceği henüz bilinmemektedir.

35. Enerjinin atomlardan ışık olarak yayılması, elektronlar,
a. atomlar tarafından salındığı zaman olur.
b. düşük enerji seviyesinden yüksek enerji seviyesine geçtiği zaman olur.
c. yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçtiği zaman olur.
d. çekirdeğin etrafında kendi yörüngesine geçtiği zaman olur.
e. yüksek enerji seviyesinde olur.

36. Aşağıda dört farklı astronomik objeye ait görseller verilmiştir.



A. Güneş B. Kutup Yıldızı C. Deniz Kulağı Nebulası D. Andromeda Galaksisi

Belirtilen cisimlerin küçükten büyüğe doğru sıralanışı hangi seçenekte doğru verilmiştir?
a. A>D>C>B
b. A>C>D>B
c. D>C>A>B
d. D>C>B>A
e. C>D>A>B

37. Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri yıldıza örnek olarak verilebilir?
I. Sirius
II. Güneş
III. Yıldızsı
IV. Kuyruklu yıldız
V. Ay

a. Yalnız I b. Yalnız II c. I, II ve III d. I, II, III ve IV e. I, II, III, IV ve V

EK 2'nin devamı

38. Aşağıdakilerden hangisi Dünya'ya en yakın yıldızdır?
a. Ay
b. Güneş
c. Proxima Centauri
d. Kutup yıldızı
e. Venüs (Çobanyıldızı)

39. Aşağıda yıldızlara ilişkin belirtilen ifadelerden hangisi doğrudur?
a. Dünya'dan bakıldığı zaman gökyüzünde görülen yıldızların hepsi Dünya'ya aynı uzaklıktadır.
b. Yıldızlar bir araya gelerek takımyıldızını oluşturur.
c. Kızıl dev dönemindeki bir yıldızın hidrostatik dengesi çok yavaş bir şekilde bozuluyorsa bu yıldızın ölümü süpernova patlamasıyla gerçekleşir.
d. Çekirdeğin ilk kez ışımaya başladığı evre anakol dönemi yıldızın olduğu evredir.
e. Helyumun yakıt olarak kullanılmaya başlanması yıldızın ölüm sürecinin başladığının habercisidir.

40. Yıldızlar nerede doğar?
a. Gökyüzünde
b. Güneş'ten kopan parçada
c. Nebulada
d. Karadelikte
e. Hiçbiri

41. Yıldızların şekilleri nasıldır?
a. Beş nokta yıldızı şeklindedir.
b. Küresel şekildedir.
c. Noktasal şekildedir.
d. Geoit şeklindedir.
e. Belirli bir şekli yoktur.

42. Aşağıdakilerden hangisi yıldızların özelliklerinden biridir?
a. Katıdır.
b. Güneş'ten aldığı ışığı yansıtır.
c. Gündüzleri görülebilir.
d. Renkleri aynıdır.
e. Sıcaklıkları aynıdır.

EK 2'nin devamı

43. I. Yıldızların yaşamlarının son bulabileceği durumlardan biri nötron yıldızıdır.
II. Karadelik öylesine büyük bir kütledir ki ışık dahi onun çekim alanından kurtulamaz.
III. Kırmızı devden sonra dış katmanını uzaya püskürten yıldız beyaz cüce halini alır.

Yukarıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri yıldızların yaşam sürecindeki durumlar için söylenebilir?

a. Yalnız I
b. Yalnız II
c. I ve II
d. I ve III
e. I, II ve III

EK 3 Yıldız Konusu Kavram Testi

Değerli öğretmen adayı,
Bu test "yıldız" konusunun kapsayan 26 tane çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Testte bulunan sorular yıldız konusundaki bilgilerinizi yoklamaya yöneliktir. Her soruyu dikkatle okuyup size en uygun cevabı vermeniz gerekmektedir. Her sorunun bir doğru cevabı vardır, lütfen bütün soruları cevaplayınız. Bu çalışmadan elde edilecek veriler kesinlikle gizli tutulacak ve sadece bilimsel çalışmalar için kullanılacaktır. Araştırmaya katıldığınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Ebru EZBERCİ ÇEVİK
ebru.ezb @gmail.com

1. Yıldız nedir?
a. Başka bir enerji kaynağından ışık yansıtan bir gaz topudur.
b. Dünya'nın atmosferinde olan görünür ışığın parlak noktasıdır.
c. Gazların yanması ile enerji üreten sıcak bir gaz topudur.
d. Hafif atomların birleşmesiyle enerji üreten iyonize olmuş gaz topudur.
e. Ağır atomların daha hafif atomlara parçalanmasıyla enerji üreten iyonize olmuş gaz topudur.

2. Yıldızlar nerede doğar?
a. Gezegenden kopan parçada
b. Güneş'ten kopan parçada
c. Nebulada
d. Karadelikte
e. Hiçbiri

3. Yıldızların şekilleri nasıldır?
a. Beş nokta yıldızı şeklindedir.
b. Küresel şekildedir.
c. Noktasal şekildedir.
d. Geoit şeklindedir.
e. Belirli bir şekli yoktur.

4. Aşağıda yer alan yıldızlarla ilgili özelliklerden hangisi açık bir gecede yıldıza bakarak kolayca tahmin edilebilir?
I. Uzaklık
II. Görünür parlaklık
III. Yüzey sıcaklığı

a. Yalnız I b. Yalnız II c. Yalnız III d. I ve II e. II ve III

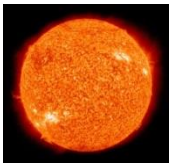
EK 3'ün devamı

5. En soğuk yıldızlar hangi renktedir?
a. Mavi
b. Turuncu
c. Kırmızı
d. Beyaz
e. Sarı

6. Güneş'te en fazla miktarda bulunan elementler aşağıdakilerden hangisidir?
a. Nitrojen ve oksijen
b. Hidrojen ve helyum
c. Sülfür ve demir
d. Karbon ve hidrojen
e. Karbon ve nitrojen

7. Gezegenimizi ısıtan Güneş, enerjisini nasıl üretmektedir?
a. Güneş'in içerisindeki gazlar yanmakta ve enerji üretilmektedir.
b. Hafif atomların daha ağır atomlara dönüşmesi sürecinde enerji yayılır.
c. Güneş içerisindeki gazlar sıkıştırılınca ısınır, enerji yayarlar.
d. Ağır atomlar daha hafif atomlara parçalanır ve süreçte enerji yayılır.
e. Güneşin içerisindeki radyoaktif çekirdeklerin bozunması sürecinde enerji yayılır.

8. Aşağıda dört farklı astronomik objeye ait görseller verilmiştir.


A. Güneş

B. Kutup Yıldızı

C. Deniz Kulağı Nebulası

D. Andromeda Galaksisi

Belirtilen cisimlerin küçükten büyüğe doğru sıralanışı hangi seçenekte doğru verilmiştir?
a. A>D>C>B
b. A>C>D>B
c. D>C>A>B
d. D>C>B>A
e. C>D>A>B

EK 3'ün devamı

9. Aşağıdakilerden hangisi yıldızların özelliklerinden biridir?
a. Katıdır.
b. Güneş'ten aldığı ışığı yansıtır.
c. Gündüzleri görülebilir.
d. Renkleri aynıdır.
e. Sıcaklıkları aynıdır.

10. Bir yıldız oluştuğu ilk dönemde, çoğunlukla aşağıdaki elementlerden hangisinden meydana gelir?
a. Oksijen
b. Nitrojen
c. Karbon
d. Helyum
e. Hidrojen

11. Aşağıdakilerden hangisi Dünya'ya en yakın yıldızdır?
a. Sirius
b. Güneş
c. Proxima Centauri
d. Kutup yıldızı
e. Procyon

12. Bir yıldızın yaşam sürecinin çoğunluğunda üretilen enerji hangi kısmındadır?
a. Işınım katmanında
b. Taşınım katmanında
c. Çekirdekte
d. Yıldız boyunca
e. Yüzeyde

13. Yıldızın oluşum sürecinde başlangıçta oluşan yıldıza ne isim verilmektedir?
a. İlkel yıldız
b. Nebula
c. Süpernova
d. Cluster yıldız
e. Beyaz cüce

14. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın oluşumunu sağlayan etkenlerden biridir?
a. Durgun elektriktir.
b. Kütle çekimidir.
c. Manyetizmadır.
d. Basınçtır.
e. Nükleer füzyondur.

EK 3'ün devamı

15. En sıcak yıldızlar hangi renktedir?
a. Kırmızı
b. Beyaz
c. Mavi
d. Turuncu
e. Sarı

16. Neden yıldızların çoğu kütle çekiminin etkisi altında kendi üzerlerine çökmezler?
a. Yıldızın merkezinin içinde ve dışındaki maddelerin karışması kütle çekimiyle dengelenir.
b. Yıldızın içyapısı yüzeyi dışarda tutar ve onu çökmeden korur.
c. Yıldızın etrafında dolanan gezegenlerden gelen çekim yıldızdaki maddeleri dışa çeker.
d. Yıldızın merkezinden dışa doğru olan ve parçacıkların neden olduğu kuvvet dengeyi sağlar.
e. İç bölgedeki yoğunluk artışına bağlı olarak oluşan basınç etkisiyle kütle çekimi dengelenir.

17. Yeni oluşmuş bir yıldız, Güneş, tipik bir kırmızı dev ve tipik bir beyaz cüceden hangisinin yüzey sıcaklığı en fazladır?
a. Tipik bir kırmızı dev
b. Tipik bir beyaz cüce
c. Güneş
d. Bu cisimlerin hepsi aynı sıcaklıktadır.
e. Yeni oluşmuş bir yıldız

18. Güneş, gezegenimizi ısıtan enerjiyi nasıl üretmektedir?
a. Güneş içerisindeki gazlar yanmakta ve büyük miktarda enerji üretilmektedir.
b. Güneş içerisindeki gaz sıkıştırıldığı zaman ısınır ve büyük miktarda enerji yayılır.
c. Isı, Güneş içerisinde manyetik alanda oluşur ve enerji olarak yayılır.
d. Hidrojenler birleşerek helyuma dönüşür ve süreçte büyük miktarda enerji yayılır.
e. Güneş'teki radyoaktif çekirdeklerin bozunması sürecinde enerji üretilir.

19. Yıldızlar yaşamına,
a. başka bir yıldız ya da gezegenin bir parçası olarak başlar.
b. beyaz cüce olarak başlar.
c. Dünya'nın atmosferinde bir madde olarak başlar.
d. kara delik olarak başlar.
e. toz ve gaz bulutu olarak başlar.

EK 3'ün devamı

20. Kırmızı bir yıldızla mavi bir yıldızın aynı boyutlarda (çapta) ve Dünya'ya aynı uzaklıkta olduğunu düşünelim. Böyle bir durumda Dünya'dan bakıldığında hangisi daha parlak görünür?

a. Kırmızı yıldız
b. Mavi yıldız
c. İkisi de aynı parlaklıkta görünür.
d. İki yıldız da görünmez.
e. Bu soruyu cevaplayabilmek için yeterli bilgi yoktur.

21. Dünya'dan gördüğümüz yıldızların parlaklığı şunun sonucudur;

a. Güneş ışınlarının onlardan bize yansımasının.
b. yıldız içerisindeki kimyasal reaksiyonların.
c. yıldız içerisindeki nükleer reaksiyonların.
d. yıldız içerisindeki gazların yanmasının.
e. yıldızın yüzeyindeki yanmaların.

22. Kırmızı, beyaz ve mavi yıldızların yüzey sıcaklıkları nasıl sıralanabilir?

a. beyaz > mavi > kırmızı
b. beyaz > kırmızı > mavi
c. kırmızı > mavi > beyaz
d. mavi > beyaz > kırmızı
e. mavi > kırmızı > beyaz

23. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın varlığının en önemli karakteristiği ve gelecekteki olaylarını belirleyen durumdur?

a. Yüzey sıcaklığı
b. Boyutu (çapı)
c. Rengi
d. Bileşimi (atomların tipi)
e. Kütle

24. Aşağıdakilerden hangisi yıldızın kalan yaşamını belirleyen özelliklerden biridir?

a. Parlaklık
b. Sıcaklık
c. Renk
d. Kütle
e. Kimyasal yapı

EK 3'ün devamı

25. Aşağıda yıldızlara ilişkin belirtilen ifadelerden hangisi doğrudur?

a. Dünya'dan bakıldığı zaman gökyüzünde görülen yıldızların hepsi Dünya'ya aynı uzaklıktadır.
b. Yıldızlar bir araya gelerek daha büyük bir yıldız oluşturur.
c. Kızıl dev dönemindeki bir yıldızın hidrostatik dengesi çok yavaş bir şekilde bozuluyorsa bu yıldızın ölümü süpernova patlamasıyla gerçekleşir.
d. Çekirdeğin ilk kez ışımaya başladığı evre anakol dönemi yıldızın olduğu evredir.
e. Helyumun yakıt olarak kullanılmaya başlanması yıldızın ölüm sürecinin başladığının habercisidir.

26. I. Yıldızların yaşamlarının son bulabileceği durumlardan biri nötron yıldızıdır.

II. Karadelik öylesine büyük bir kütledir ki ışık dahi onun çekim alanından kurtulamaz.

III. Kırmızı devden sonra dış katmanını uzaya püskürten yıldız beyaz cüce halini alır.

Yukarıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri yıldızların yaşam sürecindeki durumlar için söylenebilir?

a. Yalnız I
b. Yalnız II
c. I ve II
d. I ve III
e. I, II ve III

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ebru EZBERCİ ÇEVİK

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara-1989

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ebru.ezb@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Kanuni Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi

Lisans : Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans : Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı (2012-2016)

İş Yeri : Erciyes Üniversitesi (35. Madde ile görevlendirme) (2016-)

Yayınları

Ulusal ve Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

Bozdemir, H., Ezberci Çevik, E., Candan Helvacı, S. ve Kurnaz, M. A. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı astronomi kavramlarına yönelik alternatif fikirlerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi, 8*(4), 808-821.

Ünlü, B., Ezberci Çevik, E. ve Kurnaz, M. A. (2018). Sınıf öğretmen adaylarının duygusal zekâları ile öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies, 66,* 77-89. Doi number:http://dx.doi.org/10.9761/JASSS7450

Kabataş Memiş, E. ve Ezberci Çevik, E. (2018). Argumentation based inquiry applıcations: Small group discussions of students with different levels of success. *Journal of Turkish Science Education (TUSED), 15*(1), 25-42.

Ezberci Çevik, E. ve Kurnaz, M. A. (2017). Investigation of preservice science teachers' comprehension of the star, sun, comet and constellation concepts. *Journal of Education and Practice, 8*(6), 48-58.

Bozdemir H., Ezberci Çevik E., Candan Helvacı, S. ve Kurnaz M. A. (2017). TGA (Tahmin et-Gözle-Açıkla) yöntemine dayalı teleskop gözlemlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı astronomi kavramlarını anlamalarına etkisi. *International Journal Of Eurasia Social Sciences, 8*(28), CLXXXVIII-CCVI.

Kabataş Memiş, E. ve Ezberci Çevik, E. (2017). Examination of students' small groups discussion in argumentation process: Scientific and socio-scientific issues. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH), 3*(2), 126-137.

Bozdemir H., Ezberci Çevik E., Altunoğlu B. D. ve Kurnaz M. A. (2017). Astronomi konularının öğretiminde kullanılan farklı yöntemlerin akademik başarıya etkisi: bir meta analiz çalışması. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi, 3*(1), 12-24.

Ünlü B., Ezberci Çevik E. ve Kurnaz M. A. (2016). Okul öncesi öğretmen adaylarının duygusal zekâlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 24*(5), 2425-2438.

Kurnaz M. A., Ezberci Çevik E. ve Bayri N. G. (2016). Fen ve teknoloji ders kitaplarındaki gösterim türleri arası geçişlerin incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education, 5*(3), 31-47.

Kurnaz M. A., Bozdemir H., Altunoğlu B. D. ve Ezberci Çevik E. (2016). Fen eğitiminde astronomi konu alanında yayınlanan ulusal makalelerin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(2), 1398-1417.

Ezberci, E. ve Kurnaz, M.A. (2016). Türkiye'de yıldızlarla ilgili yapılan bazı çalışmaların tematik incelenmesi. *İlköğretim Online, 15*(2), 421-442.

Kurnaz, M.A., Ezberci, E. ve Bayri, N.G. (2016). İlköğretim öğrencilerinin madde ve ısı konusuna ilişkin gösterim türleri arasında geçiş yapabilme durumlarının incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(1*), 1-26.

Ezberci, E., Kurnaz, M.A. ve Bayri, N.G. (2015). Ortaokul öğrencilerinin elektrik konusuna ilişkin gösterim türleri arasındaki geçiş yapabilme durumlarının belirlenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi (PEGEGOG), 5*(5), 607-624.

Hakemli Kongre / Sempozyumların Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

Ezberci Çevik, E., Kurnaz, M. A. ve Çağlar, A. (2018). Çoktan Seçmeli Sorulara Verilen Yanıtların Yoğunlaşma Faktörü İle Analizi. X. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, 27-30 Nisan, Nevşehir.

Ezberci Çevik, E. ve Bektaş, O. (2018). Öğretmen Adaylarının Astronomi Öz-Yeterlik İnanç Seviyelerinin Belirlenmesi. 17. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu, 11-14 Nisan, Ankara.

Bozdemir H., Ezberci Çevik E., Candan S. ve Kurnaz M. A. (2017). TGA Stratejisine Dayalı Teleskop Gözlemlerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Astronomi Kavramlarını Anlamalarına Etkisi. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Kongresi (ICOESS), Antalya.

Ezberci Çevik, E., Candan Helvacı, S., Bozdemir, H. ve Kurnaz, M. A. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi. Uluslararası Taşköprü Pompeipolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu, Kastamonu.

Ezberci Çevik E. ve Öner Armağan F. (2016). Sınıf ve Fen Bilgisi Ögretmen Adaylarının Temel Astronomi Konularındaki Bilgi Düzeyleri. International Conference on Quality in Higher Education, 725-735.

Ünlü B., Ezberci Çevik E. ve Kurnaz M. A. (2016). Sınıf Öğretmen Adaylarının Duygusal Zekâları ile Öğrenme Yaklaşımları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. 15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu (USOS 2016), Muğla.

Bozdemir H. ve Ezberci Çevik E. (2016). Sınıf ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çözünme Erime Konusundaki Alternatif Fikirlerinin Belirlenmesi. 15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu (USOS), Muğla.

Candan S., Bozdemir H., Ezberci Çevik E. ve Kurnaz M. A. (2016). Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Konusunda Öz Değerlendirmeleri. 5th World Conference on Educational and Instructional Studies (WCEIS), Antalya.

Bozdemir H., Candan S., Ezberci Çevik E. ve Kurnaz M. A. (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin İncelenmesi. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), 1019-1026.

Ünlü B., Ezberci Çevik E.ve Kurnaz M. A. (2016). Determination of the Emotional Intelligence of Candidate Teachers Started Different Department. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), 1027-1040.

Bozdemir H., Ezberci Çevik E., Candan S. ve Kurnaz M. A. (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Astronomi Dersi Öncesi Bazı Temel Kavramlara Yönelik Alternatif Fikirleri. International Conference on Research in Education and Science (ICRES), Muğla.

Ünlü B., Ezberci Çevik E. ve Kurnaz M. A. (2016). Investigation of the Relationship between Emotional Intelligence and Learning Approaches of Prospective Science Teachers. XI. European Conference on Social and Behavioral Sciences (ECSBS), Roma.

Ezberci Çevik E., Kurnaz M. A. ve Çağlar A. (2016). Çoktan Seçmeli Soruların Analiz Yaklaşımlarından Biri: Model Analizi. 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Trabzon.

Kabataş Memiş, E., Ezberci Çevik, E., ve Çakan Akkaş, B. (2016). Araştırma sorgulama temelli uygulamaların karar verme becerisi üzerine etkisi. 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Trabzon.

Bozdemir, H., Ezberci, E. & Kurnaz, M.A. (2015). *Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programının Fen Bilimlerine Yönelik Kazanımlarının Yenilenmiş Bloom*

Taksonomisine Göre İncelenmesi. 3. Uluslararası İlkokul Eğitimi Kongresi, Nevşehir.

Kabataş Memiş, E. & Ezberci, E. (2015). *Argümantasyon Sürecinde Öğrencilerin Bilimsel ve Sosyo Bilimsel Konular Açısından Yaşadıklarının İncelenmesi.* 2. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, Ankara.

Ezberci, E. & Kurnaz, M.A. (2015). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bazı Astronomi Kavramları İle İlgili Alternatif Fikirleri. 14. Uluslararası Katılımlı Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu (USOS 2015), Bartın.

Ünlü, B., Ezberci, E. & Kurnaz, M.A. (2015). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Duygusal Zekâ Düzeylerinin Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi.* 14. Uluslararası Katılımlı Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu (USOS 2015), Bartın.

Ezberci, E., Kurnaz, M.A. & Bayri, N.G. (2015). *İlköğretim Öğrencilerinin Elektrik Konusuna İlişkin Gösterim Türleri Arasındaki Geçiş Yapabilme Durumları.* 24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Niğde.

Ezberci, E., Kabataş Memiş, E. & Bozdemir, H. (2014). *Argümantasyon Sürecinde Farklı Başarı Seviyelerindeki Öğrencilerin Küçük Grup Tartışmalarının İncelenmesi.* XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana.

Kabataş Memiş, E., Bozdemir, H. & Ezberci, E. (2014). *Araştırma Sorgulama Temelli Argümantasyon Uygulamalarında Küçük Grup Tartışmaları.* XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana.

Yurttaş, G.D., Kumlu, G., Ezberci, E. & Yürük, N. (2014). *Quantitative And Qualitative Assessment Of Metacognitive Strategies Used By Preservice Science Teachers When Reading a Science Text.* European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI), İstanbul.

Ezberci, E., Yürük, N. & Yurttaş, G.D. (2014). *The Effect of 5E Learning Cycle Model Supported with Metaconceptual Processes on 7th Grade Students' Understanding of Moon Phases.* The National Association for Research in Science Teaching (NARST), Pittsburgh.

Diken, E.H., Ezberci, E. & Yürük, N. (2013). *A Study On The Condition And Suggestions Of Students In Preparation Process For Placement Tests And*

Cognitive And Metacognition Strategies They Use While Solving Science And Technology Questions. 5th World Conference On Educational Sciences (WCES), Roma.

Ezberci, E., Bardak, Ş. & Çalışkan, S. (2012). *Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Biyoloji Konuları Kapsamında Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) Kazanımlarını Dikkate Alma Düzeylerinin Tespiti.* X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.

Projeler

BAP Destekli Araştırma Projesi-Yardımcı Araştırmacı-Temel Astronomi Kavramlarına Yönelik Teknoloji Destekli Uygulama Örnekleri Geliştirme ve Etkililiğini İnceleme (2015-2016).

BAP Destekli Araştırma Projesi-Yardımcı Araştırmacı-Meta Analiz Yöntemiyle Bazı Temel Astronomi Kavramlarına Yönelik Çalışmaların Etki Değerlerinin İncelenmesi (2015-2017).