



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ
ANABİLİM DALI

MATEMATİKSEL MODELLEME TABANLI
PROJE ÜRETİMİ VE YÖNETİMİ
PROGRAMININ ÖZEL YETENEKLİLERİN
PROJE ÜRETİMİ BAĞLAMINDA ETKİLİLİĞİ

DOKTORA
TEZİ

GÜLNUR ÖZBEK

EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM
BİLİM DALI

Antalya, 2023

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI EĞİTİM
PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM DOKTORA PROGRAMI

MATEMATİKSEL MODELLEME TABANLI PROJE ÜRETİMİ VE YÖNETİMİ
PROGRAMININ ÖZEL YETENEKLİLERİN PROJE ÜRETİMİ BAĞLAMINDA
ETKİLİLİĞİ

DOKTORA TEZİ

Gölnur Özbek

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan Köse

Antalya, 2023

DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçalardan gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu onurumla doğrularım. Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

..... / /

Gölnur Özbek

İmza

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Gölnür Özbek'in bu çalışması **20/01/2023** tarihinde jürimiz tarafından **Eğitim Bilimleri** Ana Bilim Dalı **Eğitim Programları ve Öğretim** Doktora Programında **Doktora Tezi** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir

İMZA

Başkan : Prof. Dr. A. Seda Saracaloğlu
(Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü)

Üye : Prof. Dr. Kerim Gündoğdu
(Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü)

Üye : Doç. Dr. Harun Şahin
(Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü)

Üye : Doç. Dr. Miray Dağyar
(Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü)

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Erdoğan Köse
(Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü)

DOKTORA TEZİNİN ADI: Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimi ve Yönetimi Programının Özel Yeteneklilerin Proje Üretimi Bağlamında Etkililiği

ONAY: Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun tarihli ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Güçlü ŞEKERCİOĞLU
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından sağlanan destekler için teşekkür ederim. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Araştırma-Geliştirme ve Projeler Daire Başkanlığı tarafından sağlanan izinler ve destekler için teşekkür ederim. Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) tarafından sağlanan destekler için teşekkür ederim.

Desteklerini her zaman yanımda hissettiğim ve bu günlere gelmemde çok büyük emekleri olan aileme teşekkür ederim. Bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Erdoğan Köse'ye sağladığı tüm destekler için teşekkür ederim. TÜBİTAK Yurt Dışı Araştırma Burs Programı kapsamında, ABD'de bulunduğum süreçte çok kıymetli katkılar sağlayan Sayın Prof. Dr. Seokhee Cho'ya teşekkür ederim. Değerli görüşleri ve önerileri ile önemli katkılar sağlayan tez izleme komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Kerim Gündoğdu'ya ve Sayın Doç. Dr. Miray Dağyar'a teşekkür ederim. Kıymetli katkılar sunan jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. A. Seda Saracaloğlu'na ve Sayın Doç. Dr. Harun Şahin'e teşekkür ederim. Katkı sağlayanlara teşekkür ederim.

Gülnur Özbek

ÖZET

MATEMATİKSEL MODELLEME TABANLI PROJE ÜRETİMİ VE YÖNETİMİ PROGRAMININ ÖZEL YETENEKLİLERİN PROJE ÜRETİMİ BAĞLAMINDA ETKİLİLİĞİ

Gölnür Özbek

Doktora, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erdoğan Köse

Ocak 2023, 219 sayfa

Özel yetenekliler, gerçek yaşam problemlerine yaratıcı çözüm modelleri geliştirme potansiyelleri olmasına rağmen yetenek, beceri ve bilgilerinin tamamını özgün ürün ve proje üretimine dönüştüremeyebilir. Araştırmanın amacı, özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerini ve yapılarını belirlemek; modelleme tabanlı proje üretimi ve yönetimi programının bu yeterliklerin gelişimine ve proje üretimine etkisini incelemek; proje üretiminin etkenlerini ve gelişimine katkı sağlayan faktörleri tespit etmektir. Araştırmada, nicel ve nitel yöntemlerin birbirini destekleyecek şekilde işlenildiği karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. İlk aşama nicel araştırma yöntemlerinden korelasyonel desende yürütölmüştür. Sonraki aşama, elde edilen verilere dayalı olarak, proje üretimi ve yönetimi programının plan ve tasarımını kapsamaktadır. Son aşamada ise, deney ve kontrol gruplu ön-son-kalıcılık testi şeklinde deneysel desen ile sürecin daha detaylı analizi için nitel veriler de elde edilmiştir.

İlk aşamanın katılımcıları, Türkiye geneli Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) Proje Üretimi ve Yönetimi (PÜY) programına devam etmekte olup rastgele seçilen 300 özel yetenekli öğrenciden oluşmaktadır. Bunlar arasından amaçlı örneklemeyle belirlenen 60 katılımcı deneysel çalışma grubunu oluşturmuştur. Kullanılan veri kaynakları Matematiksel Modelleme Yeterlik Ölçeği, görüşme formu, modelleme günlüğü, proje formu, akran öneri formu ve uzman öneri formu şeklindedir. Katılımcıların proje üretimleri ve eş zamanlı verilerin toplanması 41 haftalık süreci kapsayan zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen ölçek ön-test, son-test ve kalıcılık-testi olarak uygulanmıştır. Nicel verilerin analizlerinde SPSS 26 ve Mplus 8.5 istatistik programları kullanılmıştır. Puanları analiz etmek için yapısal eşitlik modeli, ANCOVA, Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Faktör puanlarını analiz etmek için Friedman, Wilcoxon işaretli sıralar ve Mann Whitney U testleri kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde temele alınan kuramsal çerçeveden yararlanılmıştır. Uzman görüşü, dış denetleyici, katılımcı teyidi,

ayrıntılı betimleme, uzun süreli etkileşim ve çeşitleme çalışmanın geçerliğini sağlamak için kullanılmıştır. Kodlayıcılar arası .82 ve kodlayıcı içi .95 uyum değerleri hesaplanmış olup kodlamaların güvenilir olduğuna karar verilmiştir. Ayrıntılı betimleme, doğrudan alıntılara yer verme ve kuramsal bir çerçeveye göre veri analizi yapma çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerinin; gerçek yaşam problemini belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama şeklinde beş faktörlü yapıda olduğu; yorumlama ve doğrulama yapılması, ikinci faktöre geri dönülerek sürecin değerlendirilmesini gerektirdiğinden bu yapının döngüsellik gösterdiği belirlenmiştir.

Modelleme tabanlı PÜY'nin, özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimleri ve buna yönelik yeterlik düzeyleri üzerinde olumlu ve kalıcı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan uygulamanın, kısmi yaklaşımla tüm faktörlerde gelişimi sağlama konusunda etkili olduğu ve proje üretimine hem nicelik hem de nitelik olarak olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sayede özel yeteneklilerin, potansiyellerini kullanarak çözüm üretebilecekleri gerçek-yaşam problemini fark edip belirleyebildikleri; matematiksel bir probleme dönüştürebildikleri; modeller oluşturmak için uygun matematiksel yöntemleri kullanabildikleri; matematiksel ilişkileri, bilgileri ve yapıları modelin çözümünde kullanarak sonuçlara ulaşabildikleri; modelin ve çözümünün gerçek yaşamda anlamlılığını, uygulanabilirliğini, gerekliliğini ve yararlılığını analiz ederek yorumlayabildikleri; varsayımların doğruluğunu belirleyerek, izlediği adımları kontrol ederek, hatalar varsa bunları düzelterek modelin doğruluğunu belirleyebildikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik 15 yansıtma kategorisine ulaşılmış olup en çok matematikselleştirme ve doğrulama ile ilgili zorluklarla karşılaşıldığı ve yansıtma kararları alınarak üstesinden gelindiği belirlenmiştir. Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimi etkenleri yedi kategori altında toplanmış olup, ilgili oldukları alanda evrensel, güncel ve popüler bilim problemlerine yönelmenin önemli etken olduğu görülmüştür. Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine katkı sağlayan 15 faktör olduğu sonucuna ulaşılmış olup bunlardan bazıları; alan uzmanından öneri alma, akran sunumlarında fikir ve deneyim paylaşma, aşamalarda ve süreçte döngüsel ilerleme, plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme. Proje üretiminin desteklenmesinde ulaşılan sonuçların dikkate alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Proje üretimi ve yönetimi programı, özel yetenekliler, matematiksel modelleme, yansıtıcı düşünme.

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF A MATHEMATICAL MODELING BASED PROJECT PRODUCTION AND MANAGEMENT PROGRAM WITHIN THE CONTEXT OF PROJECT PRODUCTION OF GIFTED STUDENTS

Özbek, Gülnur

Ph.D., Educational Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Erdoğan Köse

January 2023, 219 pages

Even though gifted youth might have the potential to produce creative solution models for real-life problems, not all their talents, skills, and knowledge may be transformed into original products and projects. This study aims to determine gifted youths' mathematical modeling project production competencies and structure, to examine the impact of a modeling-based project production and management program on these competencies and project production, and to identify the triggers and contributing factors of project production. In this mixed method study, both quantitative and qualitative procedures were employed. In the first phase, a correlational study, one of the quantitative research methods, was used. The next phase covers the planning and designing of the project production and management program based on the data obtained. In the last phase, qualitative data were also obtained in order to deeply analyze the process along with the experimental design.

The study group of the first phase consisted of 300 randomly selected gifted youths who were registered in the Project Production and Management Program (PPMP) in the field of Mathematics in Science and Art Centers (SACs) throughout Türkiye. In the experimental phase, the study group of the research comprised 60 participants who were purposively selected from among the 300 participants that took part in the first phase of the study. The data sources used in the study include the Mathematical Modelling Competences Scale, interview form, modeling diary, project form, peer suggestion form, and expert suggestion form. The implementation and the collection of simultaneous data covered a 41-week period. The scale developed by the researcher was administered as a pre-test, post-test and retention test and interviews were held before, mid and after the process. Participants recorded entries in the modeling diary, project form, peer suggestion form, and expert suggestion form on a weekly basis. The SPSS 26 and Mplus 8.5 programs were used to analyze the data obtained. Structural equation modeling, ANCOVA and Bonferroni multiple comparison test were

performed. Friedman, Wilcoxon signed ranks, and Mann-Whitney U tests were employed to analyze the scores obtained from the factors. Qualitative data analysis was conducted using the grounded theoretical framework. Validity was ensured in the study through expert opinion, external reviewer, participant confirmation, detailed description, long-term experience in the field, and variation. Reliability was ensured through inter-rater agreement, intra-rater agreement, provision of a detailed description, inclusion of direct quotations, and analysis of data based on a theoretical framework. Inter-rater reliability and intra-rater reliability were calculated as .82 and .95, respectively, and it was decided that the rating was reliable.

It was concluded that the mathematical modeling-based project production of the gifted students had a five-factor structure: identifying the real-life problem, understanding and simplifying, mathematizing, working mathematically, and interpreting and validation, and that this structure was cyclical, since interpretation and validation require the evaluation of the process by returning to the second factor.

It was concluded that the modeling-based project production and management program positively affected the mathematical modeling levels and project productions of the gifted youths and that this development was maintained. A positive and lasting effect was determined on all factors partially. It was also concluded that for the factor of identifying the real-life problem, they were able to identify real-life problems for which they could produce solutions by using their potential. In addition, for the factor of understanding and simplifying the real-life problem, they could transform the problem into a mathematical problem. For the mathematizing factor, they could use appropriate mathematical methods to build models that would represent real-life situations. Moreover, for the factor of working mathematically, by solving the model that represented the real-life problem, they were able to obtain mathematical results by using mathematical relationships, knowledge, and structures. For the interpretation factor, they could explain what the solution of the mathematical model meant in real life, interpret to what extent the model explained the real-life situation and show its applicability in real life, clarify its necessity for real life, analyze its benefits in real life. For the validation factor, they could determine the accuracy of the assumptions necessary for the solution, check the steps they followed, determine the accuracy of the mathematical model they developed, correct the errors if there were any in its solution, correct the errors if there were any in the mathematical model.

It was concluded that there were fifteen reflection categories for the mathematical modeling project production and it was also concluded that participants had the greatest

difficulty in mathematization and validation, and that they overcame the difficulties they faced by making reflection decisions. The triggers of the mathematical modeling projects production of gifted youths were grouped in seven categories, and it was seen that focusing on universal, real-life and popular science problems in the field they were interested in was most important factor. It was indicated that there were 15 factors contributing to mathematical modeling projects production, and some of these factors are; being guided by expert suggestions, sharing suggestions and experience by making peer presentations, cyclical progress in the process, evaluating the results of planning and designing decisions on a weekly basis and experiencing in practice. It is suggested that the results obtained should be considered in the context of ensuring the project production.

Key words: Project production and management program, gifted and talented youth, mathematical modelling, reflective thinking.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
BÖLÜM I	1
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem durumu	1
1.2. Amaç	5
1.3. Önem	5
1.4. Varsayımlar	6
1.5. Sınırlılıklar	6
1.6. Tanımlar	7
BÖLÜM II.....	8
2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	8
2.1. Eğitimde Program Geliştirme.....	8
2.2. Bilim ve Sanat Merkezi Öğretim Programları	10
2.3. Özel Yetenekliler Programları	12
2.4. Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimi ve Yönetimi	15
2.5. Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme.....	19
2.6. İlgili Araştırmalar.....	24
2.6.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar.....	24
2.6.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar	34
BÖLÜM III	41
3. YÖNTEM.....	41
3.1. Araştırma Modeli	41
3.2. Çalışma Grubu	43
3.3. Veri Toplama Araçları	45
3.3.1. Kişisel Bilgi Formu	46
3.3.2. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği.....	46
3.3.3. Görüşme Formu.....	49
3.3.4. Modelleme Günlüğü.....	49
3.3.5. Proje Formu.....	50

3.3.6.	Akran öneri formu	50
3.3.7.	Uzman öneri formu	50
3.4.	Veri Toplama Süreci	51
3.5.	Verilerin Analizi.....	57
3.5.1.	Nicel verilerin analizi	58
3.5.2.	Nitel verilerin analizi.....	59
3.6.	Geçerlik ve Güvenirlik	64
3.6.1.	Geçerlik	64
3.6.2.	Güvenirlik.....	65
BÖLÜM IV.....		67
4. BULGULAR.....		67
4.1.	Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	67
4.2.	İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	71
4.3.	Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular	82
4.4.	Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	90
4.5.	Beşinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	126
4.6.	Altıncı Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	132
4.7.	Yedinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular	137
BÖLÜM V		143
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER		143
5.1.	Sonuç ve Tartışma.....	143
5.1.1.	Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	143
5.1.2.	İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	145
5.1.3.	Üçüncü araştırma sorusuna ilişkin sonuç ve tartışma.....	146
5.1.4.	Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma	147
5.1.5.	Beşinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma	150
5.1.6.	Altıncı Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	152
5.1.7.	Yedinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma	153
5.2.	Öneriler	154
5.2.1.	Uygulamaya Dönük Öneriler	154
5.2.2.	Araştırmacılara Dönük Öneriler.....	155
KAYNAKLAR		157
EKLER.....		183
EK 1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği.....		184
EK 2. Modelleme Günlüğü		185
EK 3. Görüşme Formu		187
EK 4. Akran Öneri Formu.....		188
EK 5. Uzman Öneri Formu		189

EK 6. Uzman Değerlendirme Formu	190
EK 7. Katılımcı Onam Formu	191
EK 8. Araştırma Kapsamında Bilim ve Sanat Merkezleri	192
ÖZGEÇMİş	194
İNTİHAL RAPORU	195



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Birinci Çalışma Grubunun Demografik Bilgileri	43
Tablo 3.2 İkinci Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri	45
Tablo 3.3 Maddelerle İlgili Uzmanların Değerlendirmeleri	47
Tablo 3.4 Ölçeğin Uyum İndeksi Değerleri	48
Tablo 3.5 Ölçeğin Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayıları	48
Tablo 3.6 Proje Üretimi ve Yönetimi Süreci	54
Tablo 3.7 Verilerin Analizi	58
Tablo 3.8 Görüşme Takip Çizelgesi	60
Tablo 3.9 Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimi Örnek Analiz	62
Tablo 3.10 Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme Döngüsü Örnek Analiz	63
Tablo 3.11 Alıntı Analiz Çizelgesi	64
Tablo 4.1 Yol Diyagramları Uyum İndeksleri	68
Tablo 4.2 M ² YÖ McDonald's Omega (ω) Katsayıları	69
Tablo 4.3 Betimsel İstatistikler	69
Tablo 4.4 Değişkenler Arası İlişkilerin İncelenmesi	69
Tablo 4.5 Yapısal Model Uyum İndeksleri	70
Tablo 4.6 Yapısal Model Yordama	71
Tablo 4.7 Puanların Dağılımı	72
Tablo 4.8 Ön Test Puanlarının Deney ve Kontrol Grubu Arasındaki Farkı	72
Tablo 4.9 Ön test, Son test ve Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar	73
Tablo 4.10 Grupların Ön test, Son test ve Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar	74
Tablo 4.11 Öntest faktör Puanlarının Gruplar Arasındaki Farkları-1	75
Tablo 4.12 Öntest Faktör Puanlarının Gruplar Arasındaki Farkları -2	76
Tablo 4.13 Faktör Puanları Betimsel İstatistikler	76
Tablo 4.14. Ön-Son-Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar	77
Tablo 4.15 Ön-Son, Son-Kalıcılık, Ön-Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar	79
Tablo 4.16 Son-Kalıcılık Test Puanları Gruplar Arası Farklar	81
Tablo 4.17 Katılımcıların Proje Üretimleri ve Yönetimleri	83
Tablo 4.18 Katılımcıların Gerçek Yaşam Problemini Belirleme Bulguları	92
Tablo 4.19 Katılımcıların Gerçek Yaşam Problemini Anlama ve Sadeleştirmeleri	98
Tablo 4.20 Katılımcıların Matematikselleştirme Bulguları	105
Tablo 4.21 Katılımcıların Matematiksel Olarak Çalışma Bulguları	109

Tablo 4.22 Katılımcıların Yorumlama Bulguları	115
Tablo 4.23 Katılımcıların Doğrulama Bulguları	121
Tablo 4.24 Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme Kararları	127
Tablo 4.25 Proje Üretimine Yönelik Yansıtma Kararlarının Dağılımı	130
Tablo 4.26 Katılımcıların Yansıtma Temaları	132
Tablo 4.27 Matematiksel Modelleme Projesi Üretim Etkenleri	134
Tablo 4.28 Etkenlerin Katılımcılara Göre Dağılımı	135
Tablo 4.29 Proje Üretimine Katkı Sağlayan Faktörler	137
Tablo 4.30 Proje Üretimine Katkı Sağlayan Faktör Kategorileri ve Alıntılar	139
Tablo 4.31 Proje Üretimine Katkı Sağlayan Faktörlere İlişkin Yansıtıcı Düşünme ..	140



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme Döngüsü	20
Şekil 3.1. Görüşme Hazırlık Süreci	49
Şekil 3.2. Araştırma Süreci	51
Şekil 3.3. Nitel Veri Analizi	60
Şekil 4.1. M ² YT Yol Diyagramları.....	67
Şekil 4.2. Yapısal Modelin Yol diyagramı	70



KISALTMALAR LİSTESİ

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

BİLSEM: Bilim ve Sanat Merkezi

PÜY: Proje Üretimi ve Yönetimi

PÜYP: Proje Üretimi ve Yönetimi Programı

ÖYG: Özel Yetenekleri Geliştirme Programı

BYF: Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı

BEP: Bireyselleştirilmiş Eğitim Programı



BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Bu bölümde temele alınan problem durumuna değinilmiştir. Araştırmanın amacı, önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlarına yer verilmiştir.

1.1.Problem durumu

Potansiyelleri ölçüsünde yetenek alanlarında kendilerini geliştirmeye yönelik eğitsel ihtiyaçları sebebiyle özel yetenekliler, programların ve öğretimin tasarlanmasına ve uygulanmasına gereksinim duymaktadırlar. Özel yetenekliler akranlarına kıyasla bir ya da birden çok alanda akademik yetenek, yüksek öğrenme hızı, üst düzey beceri, kapasite ve performans gösterebilme özelliklerine sahip bireylerdir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2019). Türkiye’de tanılama süreci aşamalarından geçen özel yetenekliler Bilim ve Sanat Merkezine (BİLSEM) kabul edilmektedir. Programlarda ilerleme yetenek alanına göre değişmekte olup, genel zihinsel alanda özel yetenekliler beş aşamalı programa devam etmektedirler. İlk aşama olan uyum programında, fiziksel ortam ile kurum ve kurumda uygulanan eğitim hakkında bilgi verilir. İkinci aşama olan destek eğitim programında, özel yeteneklilerin problem çözme, bilimsel araştırma yapma ve proje üretebilmek için bilimsel araştırma yöntemleri kullanma becerilerini geliştirmek amaçlanır. Üçüncü aşama olan bireysel yetenekleri fark ettirici programda, öğrencinin yeteneklerini farklı alanlarda etkinlikler yaparak keşfetmesi sağlanır. Dördüncü aşama olan özel yetenekleri geliştirici programda disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak, bir disiplinde ileri düzeyde bilgi, beceri ve davranış kazanmaları hedeflenir. Son program olan Proje Üretimi ve Yönetimi Programı (PÜYP), disiplinler arası bağlantıların dikkate alındığı proje tabanlı bir programdır. Bu program düzeyinde proje geliştirilmesi için özel yeteneklilere danışmanlık yapılmaktadır (MEB, 2019).

Özel yetenekliler özgün projeler üretme potansiyelinde olmalarına rağmen, bilgi, beceri, yeterlik ve yeteneklerini yaratıcı üretkenliğine dönüştüremeyebilir (MEB, 2019; National Association for Gifted Children [NAGC], 2021; Özbek & Cho, 2022; Özbek & Köse, 2022). Sahip oldukları yüksek potansiyel dikkate alınarak, özel yetenekliler programlarında, bu öğrencilerden farklı disiplinlerin zorlu problemlerine yaratıcı fikirler, algoritmalar, modeller, kodlamalar, çözümler, projeler üretmeleri beklenilmektedir (MEB, 2019; Reis vd., 2021; Sternberg, 1988). Programlar gerektiriyor olsa bile, hepsinin bunları

gerçekleştirebildiği ve özgün sonuçlara ulaşabildiği söylenemez (Ahn & Cho, 2021; Neumeister & Burney, 2021; Urban, 2003). Bazı özel yetenekliler mevcut literatür sonuçlarını sentezlemekten ya da tipik çözümlere ulaşmaktan öteye gidememekte ve yeteneklerini disiplinlerin karmaşık problemlerinin yaratıcı çözümüne dönüştürememektedir (Özbek & Dağyar, 2022). Özel yetenekliler, problemi belirleyebilseler bile bunun üzerine çözüm modeli geliştirme sürecinde ilerlemekte ve proje üretimini tamamlamakta zorlanmaktadır (Özarslan, 2018). Bu durum, yaratıcı proje üretimine çatı oluşturan yenilikçi fırsatların sağlanmasını ve katkı sağlayan faktörlerin belirlenmesini önemli hale getirmekte ve gerekli kılmaktadır. Ayrıca potansiyel yeterlikleri belirlenerek bu yeterliklerin proje üretiminde kullanılmasına temel oluşturan uygulamaların planlanması, tasarlanması ve uygulanması gereklidir.

PÜYP’de özel yeteneklilerden ürün, faydalı model veya patent geliştirerek özgün projeler üretmeleri ayrıca bilgi, beceri ve yeteneklerini ürüne dönüştürmeleri beklenilmektedir (Dağyar vd., 2022; Manuel & Freiman, 2017; MEB, 2019; Redding & Grissom; 2021). Yetenekli oldukları alanda, kendi ilgi ve istekleri doğrultusunda yeni fikir geliştirmeleri ve orijinal sonuçlara ulaşmaları bu program düzeyinde temele alınmaktadır. Program ilke ve esasları incelendiğinde bireysel ya da grupla çıkarımda bulunmaları, faydalı model ve patent üretmelerinin amaçlandığı görülmektedir (Fischer & Müller, 2014; MEB, 2019; Yılmaz Bodur & Er, 2019). Özel yetenekliler proje üretimi sürecini problem çözme ve iş birlikli çalışma açılarından faydalı buluyor olsalar bile, bazıları potansiyellerini ürüne dönüştürme ve motivasyonlarını koruyarak proje aşamalarını tamamlamada güçlük yaşanmaktadır (Nacaroğlu & Arslan, 2019; Özarslan, 2018; Özarslan & Çetin, 2018). Bu sebeple uzun ve zorlu çalışma gerektiren proje geliştirme sürecinden vazgeçilebilmektedir. PÜYP aşamasında yaratıcı proje üretkenliğine temel oluşturan, katkı sağlayan ve yaşanan zorlukların giderilmesine dayanan uygulamalar gereklidir (Mann, 2006; Özbek & Cho, 2022). Özel yetenekliler programları incelendiğinde, bir ya da birden çok alanda uzmanlaşarak proje geliştirilmesi, ulusal ve evrensel başarılarla imza atan, değerleri benimseyen, araştıran, sorgulayan, özgün düşünen ve üreten bireyler olarak yetiştirilmelerinin hedeflendiği düşünüldüğünde, PÜYP’ nin özel yetenekliler tarafından verimli geçirilmesi kritik öneme sahiptir.

Yaratıcı üretkenliğin özel yetenekliler açısından kritik belirleyicileri motivasyon, bilgi ve yeterlilikler (Ahn & Cho, 2021; Cho, 2003; Kim vd., 2021; Sternberg, 1988; Urban, 2003). Matematiksel modelleme, yaratıcı üretkenlik için gerekli motivasyon, bilgi ve yeterliklerin temel bileşenlerindendir (Blum & Niss, 1991; Cho, 2007; Özbek & Köse, 2022). Yansıtıcı

düşünme, yaratıcı üretkenlik için gerekli bir diğer ana bileşendir (Lia, 2020; Özbek & Köse, 2019; Urban, 2003). Modelleme ve modelleme süreci üzerine yapılan yansıtma yaratıcı proje üretkenliğinin geliştirilmesinde etkilidir. Gerçek yaşam problemlerini modelleyerek proje üretimi üzerine yansıtma yapılması, daha iyi hale getirilmesi açısından bu sürecin bir kişisel gelişim süreci olarak devamlılığını sağlar. Matematiksel modelleme ve yansıtıcı düşünme, özel yeteneklilerde etkili problem çözme stratejileridir ve özel yeteneklilerin proje üretimlerinde uygulanabilir (Özbek & Cho, 2022). Bununla birlikte, az sayıdaki çalışmada modelleme ve yansıtma düzeyinin, aralarındaki yordayıcılığın, gelişiminin ve etkililiğinin belirlenmesine odaklanılmıştır (İnan & Mert Uyangör, 2022; Özbek & Cho, 2022). Ancak alan yazında özel yeteneklilerin, gerçek yaşam problemleri üzerine matematiksel modelleme projesi üretim süreçlerinin ve kendi proje üretim süreçlerine yaptıkları yansıtımaların detaylı incelenmesine dayalı bulgulara ihtiyaç olduğu görülmektedir (Ayvaci & Bebek, 2019; İnan & Mert Uyangör, 2022; Yılmaz Bodur & Er, 2019).

Programlar incelendiğine, PÜYP’de özel yeteneklilerden disiplinlerarası faydalı model geliştirilmesinin beklendiği görülmektedir (MEB, 2019). Ancak yüksek potansiyele sahip olsalar bile, çoğu özel yetenekli için proje fikri belirlemek oldukça zorlayıcı olabilmektedir (Karademir, 2016). Farklı disiplinlerle ilişkili gerçek yaşam problemini belirlemek zorlayıcı bir proje geliştirme sürecine nasıl ve ne şekilde başlanması gerektiği açısından yol göstericidir. Bireysel, ulusal ve evrensel karmaşık gerçek yaşam problemlerini belirleyerek çözüm modeli geliştirilmesine aşama aşama rehberlik edilmesi proje üretiminin temelini oluşturur (Özbek & Köse, 2022). Özel yetenekliler, gerçek hayat problemini belirleyerek başladıkları projelerine, sadeleştirme, matematikselleştirme, model geliştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ile devam ederler ve doğrulamasını yaparak sonlandırırlar (Özbek & Cho, 2022). Gerçek yaşam problemlerini belirleme, matematiksel bilgiyi kullanarak çözüm üretmek için problemin tanımlanmasını kapsar. Anlama ve sadeleştirme, uygun stratejilerin nasıl belirlendiği ile ilgilidir. Matematikleştirme, problemin matematikle nasıl ilişkilendirildiği ile alakalıdır. Matematiksel olarak çalışma, genel olarak modelin oluşturulmasını ve çözülmesini gerektirir. Yorumlama ve doğrulama, çözümün gerçek hayatta uygulanabilirliğinin gösterilmesi ile ilgilidir (Özbek & Cho, 2022). Bu aşamalar matematiksel modellemenin teorik çerçevesine (Borromeo Ferri, 2006) ve yeterliklerine dayanmaktadır (Özbek & Köse, 2022). Matematiksel modelleme faktörleri ve yeterlikleri kapsamaktadır (Borromeo Ferri, 2006; Bukova Güzel, 2016; Mumcu & Baki, 2017; Tekin Dede & Yılmaz, 2015). Matematiksel modelleme süreci, matematik bilgisinin gerçek yaşamla ilişkili çözüm modeli üretimine dönüştürülmesini sağlar (Haines & Crouch, 2007; Zbiek & Conner, 2006).

Bilginin hangi problemlerin çözümüne nasıl transfer edileceğinin sorgulanmasını ve yansıtılmasını gerektirir (Blum & Niss, 1991; Erbaş vd., 2014; Hebborn vd., 1997; Maaß vd., 2022). Özel yeteneklilerin proje üretkenliğinin sağlanması için, gerçek yaşam problemlerini modelleyerek proje üretimine dayalı PÜYP uygulanabilir (Karademir, 2016; Özbek & Dağyar, 2022).

Proje üretiminin, hem özel yeteneklilerin potansiyellerinin ürüne dönüştürülmesi, hem de profesyonel bir gelişim süreci olması temele alınmaktadır (MEB, 2019). Çoğu özel yetenekli proje fikri olmasına rağmen bunu uygulamaya geçirme sürecini etkili yönetememekte, karşılaştıkları zorluklarla başa çıkamamakta ve süreçten kopmaktadırlar (Özarslan, 2018; Özbek & Dağyar, 2022). Yansıtıcı düşünme bir tür üstbilişsel süreç olduğundan, profesyonel bir gelişim süreci olarak yaratıcı üretkenliği devamlı hale getirmede uygulanabilir (Lia, 2020). Özel yeteneklilerin kendi üretim süreçlerini değerlendirerek projelerini daha iyi hale getirmek ve tamamlamak için kararlar almalarını sağlar (Özbek & Cho, 2022). Yansıtıcı düşünme, problem çözmede oldukça önemli olduğundan proje aşamalarında ilerleme konusunda karşılaşılan zorlukların aşılmasında etkilidir (Brookfield, 2017; Bolton & Delderfield, 2018; Boyd & Fales 1983). Neyin niçin yapıldığının ya da yapılması gerektiğinin düşünülmesini sağlar (Dewey, 1933; Johns, 2017; Kolb, 2014; Mezirow, 2006). Ayrıca, yeterli olunan ve yetersiz görülen tarafların sorgulanarak daha iyi hale getirilmesini gerektirdiği için yaratıcı üretkenliği geliştirir (Dewey, 1933; Özbek & Cho, 2022; Rodgers, 2002; Schön, 1983). Yansıtma, farkındalık durumu ile başlayarak, daha iyi hale getirmek için düzenleme, yeniden düzenleme ve ileriki uygulama planı kararları alınması ile devam eden döngüsel düşünme sürecidir (Schön,1987). Bireyin değiştirmek ve geliştirmek istediği bir problemi fark etmesiyle yani farkındalık durumu ile başlar. Bu problemi çözmek ya da duyulan rahatsızlığı gidermek gibi çeşitlendirilebilecek gerekçelerle kararlar alınmaktadır. Bu süreçte etkili olan kararlar ileriki uygulama planlarını şekillendirerek çıkarımda bulunulmasını ya da ulaşılan sonuçların geliştirilmesini sağlamaktadır (Schön,1987). Özel yeteneklilerin PÜYP’ de daha üretken olabilmeleri ve profesyonel bir gelişim süreci gösterebilmeleri açısından proje geliştirme aşamalarında yaptıkları yansıtımların detaylı incelenmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu çıkarımlardan hareketle, özel yeteneklilerin bireysel, ulusal ve evrensel ölçekli gerçek yaşam problemlerine dayalı yaratıcı çözüm modelleri geliştirme potansiyelleri olmasına rağmen bilgi, beceri ve yeteneklerini proje üretimine dönüştürebilmelerine temel oluşturan yenilikçi uygulamalara gereksinimleri bulunduğu düşünülmektedir.

1.2.Amaç

Bu araştırmanın amacı; (1) özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerini ve yapılarını belirlemek, (2) modelleme tabanlı PÜYP'nin bu yeterliklerin gelişimine ve proje üretimine etkisini incelemek, (3) proje üretiminin etkenlerini ve gelişimine katkı sağlayan faktörleri saptamaktır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt sorular araştırmaya ışık tutmuştur:

- 1) Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yeterlik puanlarına ilişkin yapısal model nasıldır?
- 2) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerini etkilemekte midir?
- 3) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP özel yeteneklilerin proje üretimleri bağlamında etkili midir?
- 4) Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimleri nasıldır?
- 5) Özel yetenekliler matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini nasıl kullanmaktadırlar?
- 6) Özel yetenekliler ne gibi etkenler üzerine matematiksel modelleme tabanlı proje üretmektedirler?
- 7) Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerine katkı sağlayan faktörler nelerdir?

1.3. Önem

Özel yeteneği olan bireylerin yaratıcı proje üretimlerinin geliştirilmesine ve gelişimine katkı sağlayan faktörlerin belirlenmesine yönelik çatı oluşturan uygulamalar yapılması gereğinden hareketle araştırma özgün olup alana katkı sağlayan bir çalışma olarak değerlendirilebilir. Özel yeteneklilerin mevcut yeterlik düzeyleri belirlenerek buna yönelik PÜYP tasarlanması, kısmi yaklaşımla matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterliklerin geliştirilmesi ile birlikte bunların gelişimine katkı sağlayan faktörlerin belirlenmesi hem kuramsal hem de uygulama açısından özgün bir değer taşımaktadır. Özel yeteneklilere yönelik program çalışmalarına katkı sağlaması ayrıca yeterlik ve beceri gelişiminin nasıl sağlanabileceği noktasında araştırmacılara fikirler sunması öngörülmektedir.

Modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerinin incelenmesi, sürecin profesyonel bir gelişim sürecine dönüştürülmesi açısından kuramsal bilgi birikimine ve uygulamalara katkı sağlamaktadır. Geleceğin bilim insanları olan özel yeteneklilerin, ulusal ve evrensel ölçekli gerçek yaşam problemlerini belirleyerek, özgün

özüm modelleri üretebilmelerinin sağlanması açısından araştırmacılara fikirler sunması düşünölmektedir.

Bu araştırmada, özel yeteneklilerin gerçek yaşam problemini kendilerinin belirlemesi ile başlayan süreçte modelleme projelerinin aşamalarında ilerlerken aynı zamanda her aşama üzerine öncesinde, sırasında ve sonrasında yansıtmı yapmalarının desteklenmiş olması özgün değer taşımaktadır. Gerçek yaşam bağlamında modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterliklerin ne gibi durumlar üzerine nasıl kullanıldığının uygulamada incelenmesi, bu yeterliklerin gelişiminin desteklenmesi ve gelişimine katkı sağlayan faktörlerin belirlenmesi açılarından araştırmanın önem kazandığı ifade edilebilir.

Araştırmanın yapılması özel yeteneklilerin hem ulusal hem de evrensel ölçekte üreten bireyler olmaları hedefinden hareketle proje üretimi ve yönetimine katkı sağlamaktadır. Bu araştırma sayesinde özel yeteneklilerin gerçek yaşam bağlamında modelleme projesi üretmelerine çatı oluşturulmuş ve proje üretiminde zorlanabildikleri PÜYP’de özgün çalışmalar ortaya koymaları sağlanmıştır. Yaratıcı proje üretimleri, yeterlik ve beceri gelişimleri desteklenmiştir.

Gerçek yaşam problemini belirleme ile başlayan orijinal model geliştirme sürecinin temele alınması ve alt faktörlerin geliştirilmesinin hedeflenmesi bakımından araştırma kuramsal açıdan özgün katkılar sağlamaktadır. Gerçek yaşam ve farklı disiplinler bağlamında zorlu problemlere özgün matematiksel modeller geliştirilmesinin sağlanması bağlamında araştırma oldukça önemlidir. Proje üretimine katkı sağlayan faktörlerin belirlenerek program alanına yansıtılması hem özel yeteneklilerin bilim insanı olarak yetiştirilmeleri hem de araştırmacılara fikirler sunması bağlamında önem taşımaktadır.

1.4.Varsayımlar

Araştırmada ölçme araçları aracılığıyla toplanan tüm verilerin katılımcıların içtenlikle verdiği yanıtlara dayalı olduğu varsayılmıştır. Ulaşılabilen alanyazının araştırmayı kapsadığı varsayılmıştır.

1.5.Sınırlılıklar

Bu araştırma, BİLSEM’e devam eden ve çalışmaya katılma konusunda gönüllölük sergileyen özel yeteneklilerle, öngörölen uygulama süresiyle ve kullanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır.

1.6.Tanımlar

Bu bölümde araştırmanın anlaşılabilirliğini kolaylaştırmak için bu araştırma kapsamında sıklıkla kullanılan terimlerin anlamları açıklanmıştır.

Özel yetenekli: Akranlarına kıyasla bir ya da birden çok özel alanda akademik yetenek, yüksek öğrenme hızı, üst düzey beceri, kapasite ve performans gösterebilen birey (MEB, 2019).

Proje üretimi ve yönetimi programı (PÜYP): Özel yeteneklilerin Bilim ve Sanat Merkezinde devam ettikleri en son program düzeyi olup danışman rehberliğinde yetenekli oldukları alanda kendi ilgileri doğrultusunda özgün projeler üretmelerinin temele alındığı ayrıca yeni fikir geliştirme, çıkarımda bulunma, özgün sonuçlara ulaşma, faydalı model ve patent üretme çalışmaları gerçekleştirmelerinin sağlandığı programdır (MEB, 2019).

Matematiksel modelleme projesi: Disiplinler arası bağlantılar dikkate alınarak gerçek yaşamdan zorlu problem durumunu belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama faktörlerini kapsayan yaratıcı model ve ürün.

Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi: Disiplinler arası bağlantılı, çok boyutlu, bireysel, ulusal ve evrensel ölçekli gerçek yaşam problemini belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama faktörlerini kapsayan döngüsel yapıda yaratıcı model ve proje üretimi.

Proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme döngüsü: Bireyin profesyonel gelişimini sağlamada problem algısı üzerine farkındalık kararları alması ile başlayarak düzenleme, yeniden düzenleme ve ileriki uygulama kararları olarak problem algısını ortadan kaldırıncaya kadar tekrar eden düşünme, karar alma ve uygulama sürecidir.

Proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerisi: Yansıtıcı düşünme döngüsünün tüm aşamalarında bilinçli bir şekilde sorgulama yapmayı ve kararlar almayı gerektiren becerilerdir.

BÖLÜM II

Bu bölümde temele alınan kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalara değinilmiştir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1.Eğitimde Program Geliştirme

Programların tasarlanmasında, geliştirilmesinde ve farklılaştırılmasında ihtiyaçların temele alınması gereğinden (Anderson & Krathwohl, 2001; Adıgüzel, 2016; Demirel, 2011; English & Kaufman, 1975; Peterson, 1998; Tyler, 1949) hareketle özel yetenekliler açısından akranlarına kıyasla bir ya da birden çok alanda akademik yetenek, yüksek öğrenme hızı, üst düzey beceri, kapasite ve performans gösterebilme özelliklerinden kaynaklanan eğitsel ihtiyaçların program alanına yansıtılması kaçınılmazdır (MEB, 2019, Schunk, 2009).

İhtiyaçların analiz edilmesi programların şekillendirilmesinde (Tyler, 1949), alınacak kararların belirlenmesinde (Erden, 1998) başlangıç noktası olup ulaşılmak istenen durum ile var olan durum ya da istenilen beceriler ile var olan beceriler arasındaki farka göre yeni programların tasarlanmasına, mevcut programların geliştirilmesine ve farklılaştırılmasına yönelik eğitsel amaçların belirlenerek sınıflandırılmasını sağlamaktadır (Anderson & Krathwohl, 2001; Adıgüzel, 2016; Demirel, 2011; English & Kaufman, 1975; Peterson, 1998). İhtiyaç belirleme kaynaklarından hangisinin ya da hangilerinin öncelikli olduğuna, tasarının arkasındaki eğitim felsefesi ya da felsefelerine ve modeline bağlıdır. (Erden, 1998; Ornstein & Hunkins, 2016). Eğitim programları alanında ihtiyaç analizine ilk defa yer verilmesi birey, toplum ve konu alanı olmak üzere üç kaynaktan elde edilen verilerin ışığında olası amaçların belirlenmesi, ardından belirlenen olası amaçların eğitim felsefesi ve eğitim psikolojisi altında tekrar gözden geçirilmesi şeklindedir (Tyler, 1949). Eğitim programlarının yeniden tasarlanması ya da uygulamada olanlarının geliştirilmesi ihtiyaç analizine göre yapılmaktadır. Amaç, içerik, eğitim durumları ile ölçme ve değerlendirme eğitim programının dört temel ögesi olup ihtiyaç analizi bu öğelerin şekillendirilmesini sağlamaktadır. Amaçların belirlenmesi, içeriğin oluşturulması, eğitim durumlarının şekillendirilmesi ile birlikte ölçme ve değerlendirmenin yapılandırılmasında program ihtiyaçlarının ve gelecekte olması istenenlerle var olanlar arasında karşılaştırmanın analiz edilmesi gerekmektedir (English & Kaufman, 1975). Performansın iyileştirilmesi (Watkins vd., 2012) amacıyla olan ile olması istenen performans durumunun (Sleezer vd., 2014) ya da becerilerin karşılaştırılarak farkın analiz edilmesi sonucunda amaçların belirlenerek programların geliştirilmesi ayrıca ölçülebilir

öğrenme amaçlarının belirlenmesi sağlanmaktadır (Gündoğdu, 2012). Sosyoloji, kültür, ekonomi, teknoloji ve küresel alanlardaki gelişimler doğrultusunda sistem yaklaşımı içerisinde programın hedef, içerik, eğitim durumu ve değerlendirme öğelerinin çok daha etkili ve verimli hale getirmede araştırma ve geliştirme süreci işletilmektedir (Uşun, 2016). Bu bağlamda ihtiyaç analizi program geliştirme sürecinin dinamik olmasını ve etkililiğini sağlamaktadır (Grier, 2005). Program geliştirme herhangi bir ögede yapılan değişikliğin diğerlerini etkilemesinden dolayı dinamik bir süreçtir (Oral & Süer, 2017). Birbirleriyle ilişkili olan bilişsel, psikomotor, duyuşsal ve sezgisel öğrenme çıktıları (Sönmez, 2017; Sönmez, 2012) ihtiyaç analizi temelinde şekillendirilen programlarla sağlanmaktadır. Oliva ve Gordon (2013) eğitim programlarının belirlenen ihtiyaçları gidermede işlev gördüğünü bu sebeple program geliştirme uzmanlarının ihtiyaçları dikkate alması gerektiğini belirtmiştir. Eğitim hedeflerine ulaşılabilmesi bu alandaki çalışmaların programlara uygun şekilde sürdürülmeleri ile mümkündür (Büyükkaragöz, 1997) ve tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Varış, 1978). Eğitimde nitelik geliştirilen ve uygulanan programlara bağlı olup programların geliştirilmesi belli bir sistematığe dayanmaktadır (Erden, 1998). Eğitim yaşantıları düzeni (Ertürk, 2013) olarak ifade edilebilen eğitim programının öğrenmeyi gerçekleştirmek için planlanmış faaliyetler olduğu belirtilmiştir (Doğan, 1982). Eğitim programı, tasarımı, planlanan ve öngörülmüş olan eğitsel amaçlara erişmek için yürütülen eğitim durumlarının bütünü olup (Demeuse & Strauven, 2013) eğitsel amaçlar beceri, yetenek ve yeterlik gelişimini kapsayabilmektedir. Beceriler özgünlük düzeylerine göre sınıflandırılmakta olup bir alana özgü geliştirilebilmektedirler. Beceri gelişimi öğrenme sürecine farklı açılardan katkıda bulunur ve her becerinin öğrenme ve gelişim süreci kendine özgüdür (Shunk, 2009).

Yetenek geliştirilebilen bir özelliktir. Özel yetenek olarak düşünülen pek çok niteliğin düzeyinin yükseltilmesi için uzun süreli gelişmeye gerek duyulur. Karmaşık gibi görünen ve yüksek düzeyli gelişmiş yeterlikler erken eğitim imkânı, farklılaştırılmış bir öğretimle sürecin devam ettirilmesinin bileşimini gerektirmektedir (Bloom, 1976). Matematik becerileri, düşünme becerileri gibi farklı karmaşık beceriler uzun süreli planlı ve programlı gelişimin ürünüdürler. Bazı test ve tekniklerle tanılanan üstün ve özel yeteneklerin çoğu hem ortaya çıkarılması ve hem de düzeyinin yükseltilmesi uzun süreli gelişimde gerçekleşmektedir. Farklı yetenekleri olan bireylere ihtiyaç duyulan toplumda, bu yetenekleri erken yaşlarda keşfetmek ve yeteneklerin geliştirilmesi için uzun süreli planlı ve programlı eğitim ve öğretim süreçleri uygulamak zorunluluktur (Bloom, 1976). Karmaşık ve gerçek yaşam problemleri ile ilgili özgün fikirler ve çözümler sunabilen bireylerin yetiştirilmesi için de özel yetenekleri uzun süreli planlı ve programlı eğitim ve öğretim süreçleri ile geliştirmek

kaçınılmazdır (Bloom, 1976). Bunun yanı sıra gerçek yaşam problemlerinin çözümlerinde stratejileri ve önbilgilerini nasıl ve ne şekilde kullanacağına aktif olarak karar verme yönünden destekleyecek farklılaştırılmış öğretim uygulamaları gerekmektedir (Borich, 2007).

Bireyin eğitsel ihtiyaçları özel yetenekliler bağlamında analiz edildiğinde sahip oldukları potansiyelleri ölçüsünde yetenek alanlarında kendilerini geliştirmelerine yönelik eğitim programları ve öğretim tasarlanmakta, şekillendirilmekte ve farklılaştırılmaktadır (MEB, 2019).

2.2.Bilim ve Sanat Merkezi Öğretim Programları

Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) özel yeteneklilerin tanılandıkları alanlara göre eğitsel ihtiyaçları temele alınarak yeteneklerini, becerilerini, yeterliklerini ve potansiyellerini bilim ve sanat alanında geliştirebilmeleri için ülkemizde eğitim aldıkları kurumlardır (MEB, 2019). Merkezlerde özel yetenekliler genel zihinsel, görsel sanatlar ve müzik olmak üzere üç farklı yetenek alanından en az birinde tanılanmaları durumunda eğitim almakta ve programlara devam etmektedirler. Programlarda ilerleme yetenek alanına göre değişmekte olup çalışma kapsamı olan genel zihinsel alanda ilerleme uyum programı, destek eğitim programı, bireysel yetenekleri fark ettirme programı, özel yetenekleri geliştirme programı, proje üretimi ve yönetimi programı olmak üzere beş programın tamamlanması şeklinde sağlanmaktadır (MEB, 2018; MEB, 2019). Programlarda ilerleme süreci incelendiğinde temel becerilerle disiplinler arası ilişkilerin kurulmasından başlayarak önce öğrencilerin tüm alanları tanıyarak kendi yeteneğini belirlemesi daha sonra bu alan ya da alanlarda özel yeteneklerini geliştirmesi sonucunda uzmanlaştığı alanda ilgi ve istekleri doğrultusunda özgün projeler üretmelerinin sağlanması şeklinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda programlarda ilerleme sürecinin bireyin yetenekleri doğrultusunda genelden özele doğru gittikçe daralan piramitsel yapıda olduğu, bir ya da birden çok alanda uzmanlaşarak proje üretilmesinin ve profesyonel bir gelişim sürecinin temele alındığı ifade edilebilir.

Programlarda ilerleme sürecinin yanı sıra programlar kendi içinde incelendiğinde ilk aşama olan uyum programı döneminde tüm yetenek alanlarından yeni kayıt yaptırmış özel yeteneklilerle fiziksel ortamın yanı sıra kurumun işleyişi ve uygulanmakta olan eğitim modeli gibi konularda bilgi ve deneyim paylaşılır. Destek eğitim programına geçen genel zihinsel yetenek alanında tanılanmış olan özel yeteneklilerin temel becerileri (bilimsel araştırma, teknoloji okuryazarlığı kaynakları etkin kullanma vb.) ile diğer tüm disiplinlerle ilişki kurabilmesi temele alınmaktadır. Bireysel yetenekleri fark ettirme programında genel zihinsel alanda devam eden öğrencilerin yeteneklerini tüm alanları tanıyarak kendi yeteneğini

keşfetmesi ve belirlemesi hedeflenmektedir. Özel yetenekleri geliştirici programda disiplin içinde ya da disiplinler arası ilişkiler göz önünde bulundurularak yetenek alanlarına göre öğrenci merkezli etkinlik temelli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. En son program olan proje üretimi ve yönetimi programında danışman rehberliğinde özel yeteneklilerin yetenekli oldukları alanda kendi ilgi ve istekleri doğrultusunda özgün projeler üretmeleri temeldir. Bu program bireysel ya da grupla yürütülebileceği gibi alanına göre araştırma ve incelemeler sonucu yeni fikir geliştirme, çıkarımda bulunma, özgün sonuçlara ulaşma, faydalı model ve patent üretme çalışmaları gerçekleştirilmesi ve proje jürisi tarafından uygunluk alınması gerekmektedir (MEB, 2019).

Programlar incelendiğinde ilk dördü tamamlanarak en son aşama olan proje üretimi ve yönetimi programına gelinmesi böylece bir ya da birden çok alanda uzmanlaşarak proje üretilmesinin hedeflendiği söylenebilir. Özel yeteneklilerin, yeteneklerini erken yaşta fark ederek kullanmaları ve geliştirmeleri, yetenekleri doğrultusunda bilimsel çalışma yapabilmeleri, sorunlara çözüm üreten bireyler olmaları, disiplinler arası ihtiyaçları dikkate alarak projeler yapmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2019). Ayrıca programların özel yeteneklilerin devam ettikleri örgün eğitim programlarıyla bütünlük oluşturacak nitelikte, eğitsel ihtiyaçları göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmiş eğitim programı (BEP) şeklinde, öğrenci merkezli olması ilkeleri bulunmaktadır. Bu ilkelere ek olarak üst düzeyde düşünme becerilerinin geliştirilmesine odaklanılması vurgusu yapılmaktadır (MEB, 2019). Merkezlerde yürütülen eğitim ve öğretim etkinlikleri ile uygulamalar özel yeteneklilerin örgün eğitim vakitleri dışında bireysel ya da grup olarak yürütülmektedir. Eğitim programı, potansiyel ölçüsünde özgün projeler üretilmesinin hedeflendiği proje tabanlı, disiplinler arası, zenginleştirilmiş, farklılaştırılmış olup buna göre tüm eğitim etkinlikleri planlanmaktadır (MEB, 2019).

Eğitim ve öğretim programlarının geliştirilmesinde öğretmen rehberliğinde hem zihinsel ve akademik, hem de sosyal ve kişisel açılardan üst düzey beceriler kazandırılması amaçlanır. Ayrıca öğrencilerin ilgi ve yetenek alanları ile birlikte potansiyelleri de dikkate alınarak farklılaştırma ve zenginleştirme yapılmaktadır. Gerek planlama gerekse uygulama değerlendirmede yaparak yaşayarak öğrenen, gerçek yaşam problemlerine çözüm üretebilen, etkili kararlar verebilen bireyler olmalarının sağlanması en temel ilkeler arasındadır (MEB, 2019). Proje üretimi ve yönetimi programı bu çalışmanın kapsamındadır ve genel zihinsel alanda tanınmış özel yeteneklinin tamamlaması gereken en son program düzeyidir. Bu program ilgi ve yetenek alanları ile birlikte potansiyelleri dikkate alınarak belirlenen bir alanda, bireysel ya da grupla yürütülmektedir. Proje konusu ve alanının belirlenmesinde bir

önceki programda devam edilen alan ve modül öncelikli olmakla birlikte farklı alan ve konularda da belirlenebilmektedir. Her eğitim-öğretim yılında en az bir proje üretimi yapılarak jüri önünde savunulmakta ve bu üretim süreci içerisinde öğrenmeler gerçekleştirilmektedir (MEB, 2019).

Özel yetenekliler eğitiminde çoğunluğu oluşturan ve destek eğitim hizmeti veren kurum BİLSEM'lerdir. Bunun yanı sıra özel yetenekliler örgün eğitimin içinde veya destek eğitimi olarak örgün eğitimin dışında çeşitli öğretim kurumlarında eğitimlerine devam etmektedirler (Araştırma Geliştirme Eğitim ve Uygulama Merkezi [ARGEM], Destek eğitim odaları). Üniversiteler tarafından tanılanan özel yetenekliler, bu üniversiteler bünyesinde eğitim ve araştırma faaliyetlerini yürüten merkezlerin eğitim programlarına devam edebilmektedir (Anadolu Üniversitesi Üstün Yetenekliler Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi [ÜYEP] vb.). Ayrıca özel yeteneklilerin devam ettikleri özel eğitim kurumları da vardır (Türk Eğitim Vakfı İnanç Türkeş Özel Lisesi [TEVİTÖL] vb.).

2.3.Özel Yetenekliler Programları

İhtiyaçları doğrultusunda özel yeteneklilerin eğitimlerinde öğrenme ortamlarının, uygulamalarının, öğretimin, programların geliştirilmesi ve farklılaştırılması ayrıca bu farklılaştırmanın üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik olması gerekmektedir (Bildiren, 2018; MEB, 2019; Renzulli vd., 2009). Olması istenilen becerilerle var olan beceriler arasındaki farkın belirlenmesi ve eğitim hedeflerinin sınıflandırılması üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik programların geliştirilmesinde ve farklılaştırılmasında temeldir (Anderson & Krathwohl, 2001; Borland, 2003). Özel yeteneklilerin eğitiminde kullanılan farklı program yaklaşımları, modelleri, program farklılaştırma uygulamaları ve çeşitli farklılaştırma stratejileri bulunmaktadır. Bunların en önemli ortak noktalarından birinin ise kazanımların özel yeteneklilerin potansiyelleri göz önünde bulundurularak üst düzey düşünme becerilerine göre farklılaştırılması ile zengin bir öğrenme ortamı sağlanması ve bu becerilerin geliştirilmesine odaklanması olduğu söylenebilir (Emir, 2017; Renzulli, 1977; Sak, 2012). Özel yeteneklilerin özellikleri ve potansiyelleri gibi faktörler dikkate alınarak yani ihtiyaç analizi sonuçlarından yararlanarak öğretim programında farklılaştırmalar yapılabilmekte ve bu farklılaştırma öğretim programının her ögesinde yapılabileceği gibi sadece bazı öğelerinde de yapılabilmektedir (Renzulli vd., 2009; Renzulli, 1988, 1999, 2002; Sak, 2009). Öğretim programının farklılaştırılması, özel yeteneklilerin potansiyelleri doğrultusunda bir ya da birden çok alanda uzmanlaşmalarını, beceri geliştirmelerini (Tomlinson vd., 2009; VanTassel-Baska & Brown,

2007, 2015) ve derinlemesine bilgi sahibi olmalarını (Campbell vd., 2018) sağlamaktadır. Bu doğrultuda özel yeteneklilerin bilim ve sanat insanı olarak yetiştirilmelerini ayrıca bir ya da birden çok alanda proje üretimi ve yönetimi yapabilecekleri uygun eğitim ve öğretim programları geliştirilmesi ve farklılaştırılması oldukça önemlidir.

Eğitim programı temele alınarak bu programların özel yeteneklilerin ihtiyaçları doğrultusunda beceri, yeterlik ve performans gelişimini destekleyecek şekilde zenginleştirilmesi yapılabilmektedir. Zenginleştirilmiş programlar eleştirel düşünme, yaratıcı problem çözme ve işlevsel akıl yürütme gibi becerilerin gelişiminin desteklenmesini sağlamaktadır (VanTassel-Baska & Brown, 2015). Zenginleştirilmiş programların yanı sıra bir ya da birden çok alanda konu ya da sınıf seviyesinin ilerisinde uygulamaların gerçekleştirilmesine yönelik olarak hızlandırma programları hazırlanıp uygulanabilmektedir. Hızlandırmaya örnek olarak okula erken başlama, sınıf atlama, bir ya da birden çok alanda yüksek seviye sınıfla devam etme, üniversite düzeyinde ders alma, uzaktan ya da çevrimiçi ders alma gibi örnekler verilebilmektedir. Hızlandırma programları beceri gelişimini desteklemekle birlikte ilgi ve motivasyonu artırma açısından da yararlı olmaktadır (VanTassel-Baska, 2003, 2005). Zenginleştirme ve hızlandırmanın dışında özel yeteneklileri ilgi, yetenek ve ihtiyaçları doğrultusunda gruplama pozitif duyuşsal, akademik ve sosyal gelişim sağlayabilmektedir. Gruplama tam zamanlı olarak devam edilen yetenek grupları, başarıya göre oluşturulan gruplar, kümeleme, sınıf içi ya da dışı gruplar şeklinde gerçekleştirilebilmektedir (Tomlinson, 2001).

Özel yeteneklilerin eğitiminde çeşitli farklılaştırma modelleri vardır. Bunlardan biri olan 'Maker Farklılaştırma Modeli'nde öğrenme ortamı, içerik, süreç ve ürün olmak üzere dört bileşen vardır. İçerik bileşeninde soyutlaştırma, bilgilerin temalar altında toplanması, disiplinler arası ilişkilerin kurulması, yetenek alanındaki bilim insanlarına yer verilmesi, karmaşık ve zor olması vurgulanmaktadır. Süreç bileşeninde düşünme becerilerinin gelişimi, ürün bileşeninde gerçek yaşam problemlerinin çözme becerisi ile özgün ürün ya da projeler ortaya konulması önerilmektedir. Öğrenme ortamı bileşeninde öğrenci merkezli, destekleyici ve cesaretlendirici ortam sağlanması önemlidir (Maker, 1982). Özel yeteneklilere yönelik başka bir farklılaştırma modeli paralel program modeli olup genel, bağlantılar, farkındalık ve uygulamalar programları olmak üzere dört bileşeni vardır. Dewey, Glasser, Piaget ve Vygotsky gibi çalışmalarında eğitimin bireysel ihtiyaçlara cevap verecek nitelikte olması gerektiğini savunan teorisyen ve araştırmacıların bu savını temel almış bir farklılaştırma modelidir. Her bireyin kendi potansiyelini zorlayacak, daha üst seviyeye çıkaracak öğrenme etkinlikleri ile karşılaşması önemlidir. Bu bağlamda ilerlemecilik eğitim felsefesine

dayandığını söylemek mümkündür. Bu model birbiri ile bütünlük sağlayan dört öğretim programından (Temel, Bağlantılar, Uygulamalar ve Farkındalık) oluşmaktadır. Temel öğretim boyutu üzerine yapılandırılan diğer üç boyut aynı anda ya da birbirlerinden ayrı ayrı kullanılabilirler. Modeldeki temel öğretim programı diğer 3'üne temel oluşturmakta ve çerçeve çizmektedir. Bağlantılar öğretim programı ise öğrencilerin disiplinin kendi içinde ve farklı disiplinler arasında bağlantılar kurmasını sağlamaktadır. Uygulamalar öğretim programında, öğrencilerin alan uzmanı gibi davranıp bazen konu alanında var olan bilgi ve becerilere katkı yapması bazen de bu bilgi ve becerileri kullanarak yeni bilgi ve becerilere ulaşılması amaçlanmaktadır. Farkındalık öğretim programının amacı ise öğrencilerin bir konu alanını derinlemesine araştırıp anlayarak ve kendi ilgi ve yeteneklerinin o konu alanına uygunluğunu karşılaştırarak, söz konusu konu alanını kendi hayatlarıyla ilişkilendirmelerini ve alanla yapılan etkileşimler sonucu kendilerini tanıyıp geliştirmelerini sağlamaktır (Tomlinson vd., 2002; Tomlinson vd., 2009). Bir başka model entegre program modelidir. Bu modelde içerikte üst sınıf konularına yer verilmesi, araştırma becerilerinin geliştirilmesi, temalar altında içeriğin organize edilmesi, ilişkili öğrenmenin sağlanması önerilmiştir (VanTasselBaska & Wood, 2009). Program daraltma modelinde ise genel programlarda yer verilen aşamalı tekrar eden kazanımlar yerine üst sınıf düzeyinden kazanımlara yer verilmesi ya da kazanımların sıkıştırılması sonucu kalan zamanda daha zengin ve derinleştirme sağlayan etkinliklere yer verilmesi vurgulanmıştır (Reis & Renzulli, 1991). Purdue Üç Evre Modeli temel düşünme becerilerinin geliştirilmesi, eleştirel düşünme, problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve bağımsız çalışma becerilerini geliştirmesi olmak üzere üç evreden oluşmaktadır (Feldhusen & Kollof, 1986). Üçlü Zenginleştirme Modelinde genel programlarda yer almayan etkinlikler yapılması, araştırma ve düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve bireysel çalışma yapılması olmak üzere farklı amaçların olduğu üç evreden bahsedilmektedir (Renzulli, 1977). Bir başka model olan Özerk Öğrenme Modelinde beş basamak yer almaktadır. Özel yeteneklilerin kendi öğrenme süreçlerini yönlendirebilmelerinin sağlanması amaçlanmaktadır. Uyum aşaması bireysel yeteneğin anlaşılmasının, bireysel gelişim aşaması bağımsız öğrenmeye yönelik becerilerin kazandırılmasının, zenginleştirme aşaması araştırma yaparak keşfedilmesinin, seminer aşaması özgün çalışmanın sunulmasının ve derinlemesine çalışma aşaması ilgi doğrultusunda ileri düzey araştırmaların gerçekleştirilmesinin sağlandığı aşamalaradır (Betts, 1986). Üstün Yetenekliler Eğitim Programı (ÜYEP) modeli hem ilköğretim hem de ortaöğretim seviyesinde özel yeteneklilerin örgün eğitimlerine paralel olarak yürütülen üniversite tabanlı bir program modelidir. Tanılama, eğitim programı, öğretim, değerlendirme, program ve

öğretmen eğitimi olmak üzere altı bileşeni vardır. Okul sonrası zamanlarda matematik ve fen gibi alanlara yönelik zenginleştirilmiş ve hızlandırılmış öğretim süreçleri sağlanmaktadır. Analitik, yaratıcı ve pratik yetenek, bilgi bileşenleri ile birlikte problem çözme ve düşünme becerilerine vurgu yapılmıştır (Sak, 2011). Üstün Yetenekliler Üniversite Köprüsü Eğitim Programı (ÜYÜKEP) mentörlük esasına göre özel yeteneklilerin bilim insanı olarak yetişmelerinin sağlanmasını amaçlamaktadır. Alan ve mentör seçme, seçilen alanda araştırma tasarımı yapma ve araştırmayı sonuçlandırarak raporlama olmak üzere üç aşaması olup bilimsel süreç, öz düzenlemeli bilim öğrenme ve düşünme becerilerinin yanı sıra yaratıcılık, bilim tarihi ve bilim felsefesinin geliştirilmesinden bahsedilmektedir (Tortop, 2015).

2.4. Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimi ve Yönetimi

Bireyin gerçek yaşam problemlerini sistematik olarak çözerek yorumlayabilmesi ve düşünce gelişiminin sağlanması oldukça önemli olup eğitim programları ve öğretim açısından bireyin bu etkileşimleri eğitim psikolojisi ile anlamlandırılarak gelişimine katkı sağlanması temeldir (Dewey, 1910; Dewey, 1997). Etkileşimlerin niteliği hangi oranda ne tür gelişimlerin gerçekleşeceğini belirlemektedir (Ornstein & Hunkins, 2016). Bu bağlamda eğitim programlarının tasarlanmasında ve geliştirilmesinde ayrıca eğitim programlarıyla ilgili kararların alınmasında etkilidir (Ornstein & Hunkins, 2016). Kullanılan yöntemlerin temelinde düşünme biçimleri vardır (Bruner, 1959; Bruner, 1966). Bireysel, ulusal ve evrensel ölçekli karmaşık gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanılacak beceriler öğretim sürecinde gerçekleştirilen çözüm üretme etkinlikleri ile geliştirilebilmektedir. Hem gerçek yaşam problemlerinin çözümünde hem de zeka ile sosyal gelişim açısından problem çözme ve problem çözme sürecindeki beceriler ve yeterlikler oldukça önemlidir. Bu süreç rahatsızlık algısı ile başlayıp, problemin tanımlanması ile devam ederek ve sonuçların değerlendirilmesi şeklinde gerçekleşebilmektedir. Böylece birey gerçek yaşam problemlerini sistematik olarak çözerek yorumlayabilmektedir ve çok önemli olan düşünce gelişiminin sağlanması mümkün olmaktadır (Dewey, 1910; Dewey, 1997). Hem programlarla hem de öğretme süreciyle ilgili kararların alınmasında, bu kararların uygulanmasında ve değerlendirilmesinde gerçek yaşam problemlerini sistematik olarak çözerek yorumlama ve bu bağlamda çok önemli olan bilgi, beceri, yetenek ve yeterlik gelişiminin sağlanmasının gerektiği söylenebilir.

Matematiksel modellemenin kuramsal alt yapısı incelendiğinde gerçek yaşamla ve farklı disiplinlerle matematik arasında güçlü bir bağlantı kurulması (Haines & Crouch, 2007; Maaß vd., 2022; Tekin Dede, 2017; Zbiek & Conner, 2006) ve bu bağlantının matematiksel

ifadelerle sunulması (Cheng, 2001) ön plana çıkmaktadır. Matematik konularını bilmenin ötesinde bu konuların gerçek yaşamda hangi problemlerin çözümünde nasıl kullanılacağına düşünülmesi ve uygulanması gibi üst düzey beceri ve yeterlikler gerektirmektedir (Hebborn vd., 1997). Matematiksel modelleme disiplinler arası bağlantılar kurulmasını sağlayarak gerçek yaşam problemlerinin belirlenmesini, bu problemlerin sadeleştirilmesini, matematiksel olarak ifade edilmesini, modeller geliştirilerek çözülmesini, yorumlanmasını ve doğrulanmasını sağlayan çok boyutlu süreçtir (Borromeo Ferri, 2006). Gerçek yaşamdan model oluşturma ve gerçek yaşam problemlerini matematiksel olarak açıklama sürecidir (Blum, 1993; Blum & Niss, 1991). Bu süreç gerçek yaşam problemi ile başlayan bir süreç olup önce gerçeğe dayalı model kurulması daha sonra gerçeklikten matematiğe geçişler yapılarak matematiksel model kurulması şeklinde devam etmektedir. Devamında ise kurulan matematiksel model yardımıyla işlemler yapılarak sonuca ulaşılmakta, yorumlanmakta ve doğrulanmaktadır (Maaß, 2006; Blum, 1996).

Gerçek yaşam problemlerini sistematik olarak çözerek yorumlama ve doğrulama yoluyla özgün model üretim süreci matematiksel modelleme olarak ifade edilebilir. Modelleme gerçek yaşam durumlarının kullanılması açısından öğretim sürecinde önemlidir (Kaiser, 2020; Lesh & Caylor, 2007). Gerçek yaşam ve farklı disiplinlerin zorlu problemlerine matematik penceresinden bakabilmenin ve bu bağlamda özgün modeller geliştirmenin temele alındığı programların uygulanması bilime ve teknolojiye katkı sağlanması açısından oldukça önemlidir. Gerçek yaşam problemlerine sorgulayarak bakabilme, geliştirilecek matematiksel modeller ile çeşitli buluşlara alt yapı oluşturma açısından kilit bir kavram olan matematiksel modellemenin özel yeteneklilerin eğitiminde ve proje üretimlerinde önemli olduğu söylenebilir.

Tanım ve açıklamalar incelendiğinde matematiksel modelleme çeşitli aşamaları ya da faktörleri içeren yaratıcı üretim sürecidir (Borromeo Ferri, 2006; Özbek & Cho, 2022). Matematiksel modelleme yapabilmek için modelleme yeterliklerinin kullanılmasına (Tekin Dede, 2017; Tekin Dede & Yılmaz, 2013; Tekin Dede & Yılmaz, 2015), bilişsel becerilere (Borromeo Ferri, 2010) matematik bilgisine ve bu bilgileri gerçek yaşamla ilişkilendirmeye gereksinim vardır (Erbaş vd., 2014). Bu bağlamda eğitim programları ve öğretim açısından modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi en temel amaçlardan birisidir (Blum, 2011).

Modelleme yeterlikleri bireyin istekli, amaçlı olarak model oluşturabilmesi yani modelleme sürecini uygun (Kaiser, 2020) ve bağımsız olarak yürütebilmesi beceri ve yeterlikleridir (Maaß & Mischo, 2011). Modelleme sürecinin aşamaları doğrultusunda bilinçli bir şekilde ilerleme (Blomhøj & Hojgaard Jensen, 2003; Maaß vd., 2022) yani gerekli

varsayımları, değişkenleri ve değişkenler arası ilişkileri belirleme, matematiksel olarak ifade etme, hem süreci hem de sonucu yorumlama ve doğrulama becerileri olarak ifade edilmektedir (Blum, 2011; Özbek & Köse, 2022). Ayrıca modelleme yeterlikleri matematiksel modeli, sonuçlarını ve tüm süreci doğrulama, değerlendirme, analiz etme tüm süreci gözden geçirme becerileri olarak ifade edilmektedir (Blum, 2011). Modelleme aşamalarından ve bu aşamalarla ilgili becerilerden modelleme yeterlikleri ile ilgili açıklamalarda ortak olarak bahsedildiği görülmektedir (Maaß vd., 2022; Tekin Dede, 2017). Ayrıca üst bilişsel, (Blum, 2011; Kaiser, 2020; Maaß, 2006), duyuşsal (Biccard & Wessels, 2011; Maaß vd., 2022) ve sosyal (Kaiser, 2020) modelleme yeterliklerinin olduğu ifade edilmektedir. Bireyin duyuşsal modelleme yeterliklerine örnek modelleme sürecindeki motivasyonu ve isteği (Biccard & Wessels, 2011; Maaß, 2006), sosyal modelleme yeterliklerine örnek grupla işbirliği içerisinde matematiksel iletişim kurması (Kaiser, 2020) ve üst bilişsel modelleme yeterliklerine örnek gerçek yaşam probleminin belirlemesidir (Blum, 2011; Kaiser & Grönewald, 2015; Maaß vd., 2022).

Modelleme yeterliklerinin geliştirilmesiyle ilgili açıklamalarda modelleme aşamalarının ya da faktörlerinin geliştirilmesine dönük model üretme uygulamaları yapılması gerektiği ortak olarak bahsedilmektedir (Blomhøj & Højgaard Jensen, 2003; Bukova Güzel, 2016; Maaß vd., 2022; Mumcu & Baki, 2017; Tekin Dede & Bukova Güzel, 2014; Tekin Dede & Yılmaz, 2015; Tekin Dede, 2017). Bu uygulamaların modelleme sürecinin bütün aşamalarını kapsayan ya da kısmi olarak bazılarını kapsayan şekillerde yapılandırılabilirdiği görülmektedir. Bütün aşamaları kapsayan yaklaşımda modelleme sürecinin ilk aşamasından son aşamasına kadar tüm aşamaların adım adım ilerlenerek gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Bunun için varsayımların, değişkenlerin ve değişkenler arası ilişkilerin belirlenmesi, problemin sadeleştirilmesi, matematiksel olarak ifade edilmesi, oluşturulan model üzerinde matematiksel olarak çalışılarak çözüme ulaşılması, çözümün ve modelin gerçek yaşamda yorumlanması ve tüm aşamalarla birlikte modelin doğrulanması gibi süreç içerisindeki tüm aşamaların gerçekleştirilmesinin sağlanması gerekmektedir. Diğer yaklaşımda ise bahsi geçen aşamalardan bir ya da bir kaçına yönelik geliştirme amacıyla uygulamalar yapılmaktadır (Blomhøj & Højgaard Jensen, 2003; Haines vd., 2001; Kaiser & Grönewald, 2015; Tekin Dede, 2017). Kısmi yaklaşımın (Blomhøj & Højgaard Jensen, 2003; Brand, 2014; Grönewald, 2012; Haines vd., 2001; Kaiser & Grönewald, 2015; Tekin Dede, 2017) ya da bütüncül yaklaşımın öne çıktığı (Bukova Güzel, 2016; Eraslan & Kant, 2015; Hıdıroğlu, Tekin Dede vd., 2014; Tekin Dede, 2016) uygulamalar olmasına rağmen her ikisinin bir arada birbirini destekleyecek şekilde kullanılmasının önemli olduğu (Blomhøj & Højgaard Jensen, 2003;

Özbek & Cho, 2022), modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde her ikisinin de etkili oldukları (Brand, 2014) ayrıca bütüncül yaklaşımın daha motive edici olduğu ifade edilmiştir (Grünwald, 2012).

Farklı katılımcı gruplarıyla yürütülen araştırmalarda modelleme yeterliklerinin gelişiminin (Biccard & Wessels, 2011; Hagen & Borromeo Ferri, 2012; Özbek & Cho, 2022; Maaß & Mischo, 2011; Sekerak, 2010) modelleme sürecinin bütünü kapsamında (Bukova Güzel, 2016; Eraslan & Kant, 2015; Hıdıroğlu vd., 2014; Tekin Dede, 2016), modelleme sürecinin her bir basamağı kapsamında ya da modelleme sürecinin basamaklarının bir kaçının bir araya getirilmesi kapsamında incelendiği görülmektedir (Blomhøj & Hojgaard Jensen, 2003; Brand, 2014; Grünwald, 2012; Haines vd., 2001; Kaiser & Grünwald, 2015).

Eğitim programları ve öğretim açısından özel yeteneklilerde proje üretimi ve yönetimi programında danışman rehberliğinde, bireysel ya da grupla, ilgi ve yetenekler doğrultusunda, faydalı model geliştirme, özgün sonuçlara ulaşma, çıkarımda bulunma ve disiplinler arası çalışma gibi vurgular yer almaktadır (MEB, 2019). Bu programın uygulanması faydalı model geliştirme ve disiplinler arası çalışma gibi noktalar dikkate alındığında matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi ve yönetimi şeklinde yapılabilir (Özbek & Cho, 2022). Programdaki matematiksel yeterliklerin geliştirilmesinin sağlanmasında etkililiği (Blum, 2011), programa matematik alanında devam eden özel yetenekliler açısından bakıldığında gerçek yaşam problemlerine çözüm üreten bireyler olmalarında katkısı (MEB, 2019; Özbek & Köse, 2022), matematiği gerçek yaşamla ilişkili kullanmalarını ve anlamlandırmalarını sağlaması ayrıca matematikte derinleşme fırsatı sunması (Antoinus vd., 2007; Campbell vd., 2018; Kaiser, 2020; Lesh vd., 2000; Maaß & Mischo, 2011) açılarından temele alınması gerektiği (Borromeo Ferri, 2013) ifade edilebilir. Sadece bu noktalar değil bireysel ya da grupla çalışılması, ilgi ve yeteneklere göre proje konusu belirlenmesi, özgün sonuçlara ulaşılması ve çıkarımda bulunulması açılarından da program gerekliliklerinin yerine getirilmesinde etkilidir (Özbek & Dağyar, 2022). Uzun süreli etkileşim gerektiren modelleme projesi üretiminin desteklenmesi (Biccard & Wessels, 2011) ve böylece modelleme yeterliklerinin gelişiminin sağlanması söz konusudur (Blum, 2011; Maaß, 2006).

Proje üretimi ve yönetimi program düzeyine devam eden özel yeteneklilerin ilgi ve istekleri doğrultusunda bireysel, ulusal ve evrensel ölçekli gerçek yaşam problemlerini fark ederek, bu problemlere duyarlı olarak özgün çözüm modellerine ulaşmaları açısından matematiksel modelleme tabanlı proje üretiminin temele alındığı görülmektedir (Özbek & Cho, 2022). Bu araştırmada özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerini ve yapılarını belirlemek, modelleme tabanlı PÜYP'nin bu yeterliklerin

gelişimine ve proje üretimine etkisini incelemek, proje üretiminin etkenlerini ve gelişimine katkı sağlayan faktörleri saptamak amaçlandığından verilerin toplanması, analizi ve bulgulara ulaşılmasını kapsayan tüm aşamalarda temele alınan kuramsal çerçeve matematiksel modelleme tabanlı proje üretimidir (Özbek & Cho, 2022; Özbek & Köse, 2022). Bu yapıya ilişkin teorik ve kuramsal alt yapı da dikkate alınmıştır (Borromeo Ferri, 2006; Blum, 2011; Kaiser, 2020; Maaß vd., 2022). Bu çalışmada temele alınan kuramsal çerçeve özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterlik puanlarına ilişkin yapının belirlenmesinde alt yapı oluşturmuştur. Matematiksel modelleme yeterliklerinin sürecin aşamaları ile ilişkili olarak problemi belirleme, sadeleştirilme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yapmayı kapsayan döngüsel süreçte açıklanması mümkündür (Özbek & Köse, 2022). Verilerin toplanmasında ve analizinde gerçek yaşam problemini belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama faktörlerinden oluşan döngüsel süreç özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yapılarının elde edilen puanlar kullanılarak belirlenmesi için temele alınmıştır. İlk faktör matematik bilgilerini kullanarak çözüm üretebilecek gerçek yaşam problemlerini belirleme, fark etme ve duyarlılık göstermeyi, ikinci faktör ise varsayımları belirleme plan yapma, uygun strateji ve yöntem seçme ve değişkenleri açıklamayı kapsamaktadır. Sonraki faktör uygun matematiksel yöntemleri kullanma ile ilişkilidir. Sırasıyla diğer faktör üretilen model üzerinden matematiksel sonuçlara ulaşma, matematiksel ilişkileri ve yapıları kurma ile matematik bilgilerini çözümde kullanma ile ilgilidir. Son iki faktör modelin ve çözümün gerçek yaşamda anlamını, uygulanabilirliğini, yararlılığını ve gerekliliğini analiz edip açıklayarak yorum yapma ile varsayımların, çözümün, modelin doğruluğunu belirleme ve eğer hatalar varsa bunları düzeltmeyi kapsamaktadır (Özbek & Köse; Özbek & Cho, 2022).

2.5.Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme

Eğitim programları ve öğretimde eğitimsel amaçların tespit edilmesinde ve öğrenmenin gerçekleşmesinin nasıl olduğunun ortaya konulmasında yardımcı olan süzgeçlerden biri olan psikoloji (Tyler, 1949) bireyin etkileşimlerinin anlamlandırılmasının temelindedir (Dewey, 1910). Öğrenme ve öğretme çoklu etkileşimlerin olduğu süreçler olup hangi oranda ne tür öğrenmelerin gerçekleşeceğini ise bu etkileşimlerin niteliği belirlemektedir (Ornstein & Hunkins, 2016). Farklı disiplinlerde kavramların, ilkelerin ve genellemelerin oluşturulması için kullanılan yöntemlerin temelinde düşünme biçimleri vardır ve bu düşünme biçimleri psikoloji ile ilgilidir (Bruner, 1959; Bruner, 1966). Eğitim

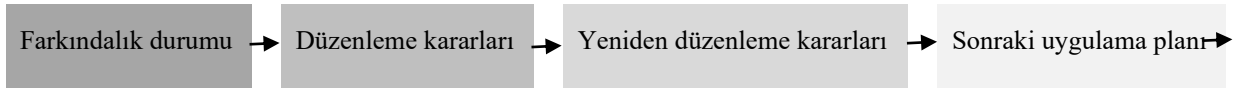
programlarının psikolojik temelleri bağlamında düşünme biçimleri ve türleri öğrenme ve öğretme sürecini biçimlendirmektedir. Eğitim programlarının temelleri arasında olan psikoloji eğitim programlarının tasarlanmasında ve geliştirilmesinde ayrıca eğitim programlarıyla ilgili kararların alınmasında etkilidir (Ornstein & Hunkins, 2016).

Eğitim programlarının psikolojik temelleri kapsamında farklı düşünme biçimleri, türleri ve becerileri yer almaktadır ve bunların hem programlarla hem de öğrenme süreciyle ilgili kararların alınmasında, bu kararların uygulanmasında ve değerlendirilmesinde etkili oldukları söylenebilir. Bunlar arasında olan yansıtıcı düşünmenin de bahsi geçen etkilerde bulunabileceği belirtilebilmektedir (Clarke, 1995; Özbek & Köse, 2019; Özbek & Cho, 2022).

Eğitim programlarının ve öğretimin yansıtıcı düşünme kavramına göre biçimlendirilmesinde bu kavrama felsefi yaklaşımı ile birlikte problem çözme süreci olarak uygulanması bakımından Dewey'in görüşleri ve yaklaşımı dikkate alınmaktadır (Ornstein & Hunkins, 2016). Öğretim süreçlerinde uygulanabilmesi bakımından Schön'ün görüşleri ve yaklaşımı temele alınmaktadır (Ferraro, 2000; Özbek & Köse, 2019). Bu araştırmada özel yeteneklilerin proje üretimi süreçlerinde yansıtıcı düşünme becerilerinin gelişimine yönelik ne gibi durumlarda nasıl kullanıldığını incelemek ve gelişimlerine katkı sağlayan faktörleri tespit etmek amaçlandığından her aşamada temele alınan kuramsal çerçeve Şekil 2.1'de gösterilen proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme döngüsüdür (Özbek & Cho, 2022). Schön (1983;1987)'ün yansıtıcı düşünmeye uygulama açısından yaklaşımı kuramsal alt yapı olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca Dewey (1933)'in kavrama felsefi ve problem çözme süreci olarak yaklaşımı da esas alınmıştır.

Şekil 2.1.

Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme Döngüsü



Şekil 2.1 incelendiğinde farkındalık durumu ile başlayarak, daha iyi hale getirmek için düzenleme, yeniden düzenleme ve ileriki uygulama planları ile devam eden döngüsel düşünme süreci bir yansıtıcı düşünme sürecidir. Yansıtıcı düşünme rahatsız algısı üzerine onu ortadan kaldırmak ya da bir durumu geliştirmek için 'farkındalık durumu' ile başlayıp 'düzenleme kararları' ve 'yeniden düzenleme kararları' ile devam eden ve 'sonraki uygulama planı' olarak süren döngüsel bir yapıya sahiptir. Bir başka ifadeyle farkındalık durumu ile başlayıp bu durumu çözmek için devam eden döngüsel bir süreçtir (Schön,1983; 1987).

Yansıtıcı düşünme neyin niçin yapıldığının ya da yapılacağının ayrıca yeterli olunan ve yetersiz görülen tarafların sorgulanarak daha iyi hale getirilmesini sağlamakla birlikte düşünce gelişimi açısından önemli bir beceridir (Dewey, 1933; Rodgers, 2002; Schön, 1983). Yansıtıcı düşünme istenilen sonuçlara ve amaçlananlara ulaşmaya katkı sağlayan hem etkin ve dikkatli hem de sürekli olan düşünme biçimidir (Dewey, 1933). Rahatsızlık algılanması durumunda bu rahatsızlığı ortadan kaldırmak için sorgulama döngüsü olup yansıtmanın temel yapısından biri 'eylem sırasında' diğeri ise 'eylemden sonra eyleme ilişkin' yansıtmadır (Schön, 1983). Bireyin başlangıçta daha çok rehberliğe ihtiyaç duysa da zamanla tekrar eden sorgulama, karar alma ve değerlendirmelerle uzmanlaşmaya doğru ilerleme süreci olarak ifade edilebilen yansıtıcı düşünme becerisinin gelişime katkı sağlayan çeşitli faktörler bulunmaktadır (Özbek & Köse, 2019). Bu bağlamda bireyin profesyonel gelişimini sağlamada problem algısı üzerine farkındalık kararları alması ile başlayarak düzenleme, yeniden düzenleme ve ileriki uygulama kararları alarak problem algısını ortadan kaldırıncaya kadar tekrar eden düşünme, karar alma ve uygulama süreci yansıtıcı düşünme döngüsü olarak ifade edilebilir.

Yansıtıcı düşünmeye ilişkin farklı tanım ve modeller incelendiğinde, hissedilen rahatsızlık algılarının iki deneyim, eylem ya da uygulama arasında ortadan kaldırılmasına ya da daha iyi hale getirilmesine yönelik düşünme süreci olduğu, sorgulama yapmanın temele alındığı ve döngüsel olarak devam ettiği ifade edilebilir (Bolton & Delderfield, 2018; Brookfield, 2017; Gibbs, 1988; Johns, 2017; Kolb, 2014; Lia, 2020, Mezirow, 2006; Rolfe vd., 2001). Yansıtma ile ilgili modeller incelendiğinde bir etkinlik deneyimlenirken altı farklı aşamada farkındalığı sağlama (Gibbs, 1988), nasıl ve neden sorularıyla muhakeme yaparak durumu test etmenin (Kolb, 2014) olduğu görülmektedir. Üç temel soru etrafında şekillenen modelden (Borton, 1970) hareketle ne sorusuyla durumu tanımlamanın, ne anlamda sorusuyla durumu analiz etmenin ve son olarak ne olacak sorusuyla durumu takip eden eylemlerde önerilerde bulunmanın sağlanmaya çalışıldığı model ortaya konulmuştur (Driscoll, 2007). Benzer şekilde bir diğer modelde bu üç soru etrafında şekillenen ancak farklı olarak her soru için alt sorularla derinlemesine yansıtmanın sağlandığı yani her düzeyde giderek daha derin bir yansımaya bu soruların üç düzeyde tekrarlandığı ifade edilebilir (Rolfe vd., 2001). Beş farklı açıdan dıştan değerlendirme ile birlikte iç değerlendirme yapılmasını sağlayan herhangi bir sırayla cevaplanabilen soruların olduğu modelin (Johns, 2017) yanı sıra geçmiş deneyimlere dayalı daha derinlemesine yansıtma yaparak varsayımlar üzerinde durmayı ve değerlendirmeyi sağlayan model vardır (Atkins & Murphy, 1995). Yansıtmayı kişisel gelişim modeli olarak bir durumun farklı bakış açılarından analiz edilmesini sağlayan bir başka

modelde durumun dört farklı gözden nasıl görüldüğü analiz edilmektedir. Kişisel gelişimi sağlayan derinlemesine yansıtma yani kendini yansıtma, öğrenen geri bildirimi, akran değerlendirmesi ve akademik alan yazından toplanan bilgilerin dikkate alınması şeklinde dört farklı bakış açısı sunulmaktadır (Brookfield, 2017). Varsayımları ve düşünceleri farklı bakış açılarından eleştirel olarak değerlendirmeyi içeren modelde içerik üzerindeki yansıtmanın sınırlı olmasına karşın süreç üzerinde yansıtmayı ve daha derin yansıtmayı sağlayan öncül düşünceyi geliştirerek kişisel gelişimi sağladığı belirtilmiştir. Bu model bağlamında düşünmenin kendi içinde bir dönüşüme uğraması veya bir ikilemden yola çıkarak öğrenmeye yol açması durumunda yararlı olduğu ifade edilmiştir (Mezirow, 2006).

Yansıtma yapma sürecinin tamamlanmasının tetikleyicisi ve sürdürülmesinin arkasında var olan aslında içsel bir rahatsızlık hissidir. Bu his yansıtmanın ilk aşamasını oluşturmaktadır (Boyd & Fales 1983; Schön, 1983). İlerleyen süreçte içsel rahatsızlığın ortadan kaldırılması için farklı bakış açılarıyla ya da farklı aşamalarla sorgulamaların yapıldığı bir çözüm sürecinde gerçekleştirilenlerin tümü yansıtıcı düşünme becerisini oluşturmaktadır (Bolton & Delderfield, 2018; Brookfield, 2017; Johns, 2017; Kolb, 2014; Lia, 2020). Gerçek yaşamda karşılaşılan ve rahatsızlık algılanan durumların ve problemlerin çözüm sürecinde etkili olan becerilerden biri olan yansıtıcı düşünmenin yaratıcı proje üretimi sürecinde uygulanması ve geliştirilebilmesi mümkün olmaktadır. Hem yansıtıcı düşünme becerisinin gelişimi açısından hem de zeka ile sosyal gelişim açısından rahatsızlık algılanan durum ya da problemlerin çözüm süreci ve bu süreç içerisinde kullanılan becerilerin önemi büyüktür (Dewey, 1910). Rahatsızlık algısı ile başlayan süreçte problemin tanımlanması, gerekli bilgilerin ya da verilerin bir araya getirilmesi ile ortaya atılan hipotezlere bağlı sonuçların değerlendirilmesi gerçekleşmektedir. Bu bağlamda gerçek yaşamda karşılaşılan durumların ve problemlerin sistematik olarak çözerek yorumlayabilmesi sayesinde oldukça önemli düşünme becerilerinin gelişiminin sağlanması mümkün olmaktadır (Dewey, 1910).

Yansıtıcı düşünme becerilerinin gelişiminin desteklenebileceği ve katkı sağlayan çeşitli faktörler olduğu belirlenmiştir. Bu faktörler arasında haftalık yansıtıcı günlükler yazmanın, akran önerileri almanın, akranlara önerilerde bulunmanın, etkileşimin güven vererek destek sağlayan uzun zaman dilimlerinde gerçekleşmesinin, işbirliği içerisinde çalışılmasının, deneyimle ilgili görüşmeler gerçekleştirilmesinin ve deneyimlerin gözden geçirilmesinin olduğu ifade edilmektedir (Bolton & Delderfield, 2018; Clarke, 1995; Özbek & Köse, 2019; Lia, 2020). Ayrıca akran görüşü ve önerisi verip almanın, karşılıklı olarak görüşleri zenginleştirdiği ayrıca bu görüşler üzerinde yansıtma yapabilmenin alınmış olan kararları sorgulama, seçilmiş olan stratejileri gözden geçirme ve gerektiğinde değiştirebilmeyi

sağladığı belirlenmiştir. Problem algısı ile başlayan yansıtma sürecinde farklı bilgilerin inşasının yapılabilmesi açısından sadece matematik ile ilgili bilgiler değil özetleyebilme ve çıkarımda bulunma gibi çoklu bilgileri içeren önbilgilere sahip olmak gerektiği ifade edilmiştir (Hong & Choi, 2011). Bireylerin problem algısı ile ilgili hisleri, çözme sürecine ilişkin olumlu görüşleri yansıtma yapma performanslarını ve yansıtıcı düşünme becerilerini etkilemektedir (Hong & Choi, 2015). Yapılan yansitmaların ilgi, deneyimler, akran, hisler ve bağlam olmak üzere kategoriler altında toplandığı ve bu kategorilerin yansıtma üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Hong & Choi, 2011).

Eğitim programlarında ve öğretimde yansıtıcı düşünmeyle ilgili kuramsal çerçeveden hareketle, yansıtıcı düşünme döngüsü bireyin profesyonel gelişimini sağlamada problem algısı üzerine farkındalık kararları alması ile başlayarak düzenleme, yeniden düzenleme ve sonraki uygulama kararları alarak problem algısını ortadan kaldırıncaya kadar tekrar eden düşünme, karar alma ve uygulama sürecidir. Bu çözüm süreci boyunca her aşamada kararlar alabilme yansıtma becerisinin kapsamına girmektedir. Bu bağlamda yansıtıcı düşünme becerisi, yansıtıcı düşünme döngüsünün tüm aşamalarında bilinçli bir şekilde sorgulama yapmayı ve kararlar almayı gerektiren becerilerdir.

Konu belirlemeden başlayarak sonuçlara ulaşarak yaygınlaştırmaya kadar devam eden profesyonel gelişim, karar alma ve alınan kararları uygulama süreci olarak ifade edilebilecek proje üretme sürecini kapsayan PÜY programına devam eden özel yetenekliler açısından yansıtıcı düşünme becerilerinin kullanımı ve geliştirilmesinin gerekliliği ifade edilebilir (MEB, 2019; Özbek & Köse, 2018b). Çok boyutlu olan bu süreçte hem yeteneklerin geliştirilmesi hem de proje fikirlerinin sonuca ulaştırılması gerçekleştirilmektedir. Süreç bir alanda ya da disiplinler arası bağlamda bir problem durumunun fark edilmesi yani farkındalık durumunun oluşumu ve proje fikrinin belirlenmesiyle başlamaktadır. Farkındalık durumunun itici güç olduğu bir çözüm süreci işe koşulmakta ya da duyulan rahatsızlığı ortadan kaldırmak gibi çeşitlendirilebilecek gerekçelerle kararlar alınmaktadır. Hem bireyin profesyonel gelişimi hem de projenin gelişimi açısından proje oluşturma süreci sorgulama, kararlar alma, alınan kararları uygulama, sonuçları değerlendirmeyle ileriye dönük yeni kararlar alma şeklinde devam eden süreçtir. Etkili olan kararların ileriye uygulamalara dönük kararları şekillendirmesi, çıkarımda bulunulması ya da ulaşılan sonuçların geliştirilmesi süreç içinde gerçekleşmelidir. Bu sayede özel yeteneklilerin hem proje üretimi ve yönetimi süreçlerinde hem de kendileri ve projeleriyle ilgili yansitmalarının konu belirlemelerinden sonuca ulaşmaya kadar her aşamada gelişim göstermelerinde katkılar sunmada önemli olduğu söylenebilir. Yansıtma yapmanın ve yansıtma becerilerinin kullanımının danışman

rehberliğinde başlayan ve uzmanlaşma süreci olarak devam ederek proje ortaya konulmasında olumlu etkileri vardır (Özbek & Cho, 2022). Bu bağlamda PÜY programının uygulanmasında proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünmenin temele alınması sürecin profesyonel bir gelişim sürecine dönüştürülmesi ve proje üretkenliğinin sağlanması açısından önemli olduğu ifade edilebilir.

2.6. İlgili Araştırmalar

2.6.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Özbek & Cho (baskıda) STEM alanında proje üretimine yönelik yaptıkları araştırmaya BİLSEM PÜY programına devam eden 105 özel yetenekli katılmıştır. Program değerlendirmelerine göre üst ve alt gruplarda yer alan özel yeteneklilerin, evrensel modelleme problemleri üzerine STEM alanında proje üretimleri incelenmiştir. Karma araştırma deseni kullanılmıştır. Programın etkililiği konusunda olumlu görüşlere sahip olmalarına rağmen alt ve üst gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bu gruplarda yer alan katılımcıların proje üretimleri incelenmiştir. STEM alanında evrensel modelleme problemleri üzerine proje üretebilmiş olsalar da disiplinler arası bağlantılar, problemin karmaşıklığı, özgünlük, yaratıcı üretkenlik, sonuçların geçerliği, ürüne dönüştürme ve yagınlaştırma açılarından üst grup lehine farklılıklar olduğu sonucuna varılmıştır.

Özbek & Cho (2022) özel yeteneklilerin yansıtıcı düşünme beceri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ve bunlar arasındaki yordayıcılığı belirlemeyi amaçladıkları araştırmanın ilk aşamasında ilişkisel tarama deseni kullanmışlardır. Uygulanan modelleme tabanlı PÜY programının yansıtıcı düşünme ve matematiksel modelleme gelişimine etkisini de incelemişlerdir. BİLSEM PÜY programına devam eden özel yetenekliler ile gerçekleştirilen çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeği, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisi ölçeği kullanılarak veri toplanmıştır. Yapılan analizler sonucu özel yeteneklilerde matematiksel modellemenin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünmenin anlamlı bir yordayıcısı olduğu ve kurgulanan modelin doğrulandığı belirlenmiştir. Yansıtıcı düşünme ve matematiksel modelleme düzeylerinde gelişim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özbek & Köse (2022) matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yeterlikleri belirlemek amacıyla ölçek geliştirmiştir. Ölçeğin geliştirilmesi ve psikometrik özelliklerinin belirlenmesi özel yetenekliler örnekleminde gerçekleştirilmiştir. Toplam 301 katılımcı ile açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve 185 katılımcı ile doğrulayıcı faktör analizi

(DFA) yapılmıştır. Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı 0.958 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca beş faktör için iç tutarlılık sırasıyla .811, .900, .883, .820 ve .927 olarak hesaplanmıştır. Uyum indeksleri ($\chi^2 / df = 2.00$, GFI = .90, RMSEA = .075, SRMR = .063, IFI = .97, NNFI = .97, CFI = .97, NFI = .94, PNFI = .86) belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda, 5 faktörlü 31 maddelik ölçeğin araştırmalarda kullanılabilecek yeterli psikometrik özelliklere sahip olduğuna belirlenmiştir. Ölçek matematiksel modelleme projesi geliştirme sürecinde hem bütüncül olarak hem de kısmi olarak ölçüm yapmayı sağlamaktadır.

Özbek & Dağyar (2022) özel yetenekliler eğitim ve öğretim programlarının temel ilkelerini dikkate alarak, program değerlendirme puanlarının proje üretimi ile ilişkisini inceledikleri karma araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmanın nicel kısmında Türkiye genelindeki BİLSEM’lerde PÜY ve ÖYG programlarına devam eden özel yeteneklilerin, eğitim programlarını değerlendirmelerine yönelik görüşleri analiz edilmiştir. Nicel verilerin analizinde, katılımcıların programın etkililiğine ilişkin olumlu görüşlere sahip oldukları ancak program değerlendirme puanları açısından üst ve alt gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Bu durum göz önüne alınarak üst ve alt grupta yer alan özel yeteneklilerin proje üretim ve yönetimlerinin nasıl olduğu ve ne şekilde farklılaştığı, geliştirdikleri proje önerileri incelenerek betimsel açıdan değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda üst ve alt grup katılımcılarının proje üretebildikleri ancak projelerinde belirtilen kategorilerde derinlik, özgünlük, yeteneğini dikkate alma, bilinçli hareket etme, plana uygun hareket etme, daha prestijli yarışmalara katılma ve nitelik açılarından üst grup lehine farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Dağyar, Kasalak & Özbek (2021) Türkiye geneli BİLSEM’e PÜY programına devam eden 115 özel yetenekli genç ile gerçekleştirdikleri araştırmada mükemmeliyetçiliğin, yaşam boyu öğrenme becerilerinin ve demografik özelliklerin liderlik niteliklerini ne ölçüde yordadığını incelemişlerdir. Gençlik liderlik, ergen mükemmeliyetçiliği ve yaşam boyu öğrenmeye yönelik ölçek kullanılmıştır. Özel yetenekli gençlerin liderlik niteliklerinin ve yaşam boyu öğrenme becerilerinin yüksek, mükemmeliyetçilik özelliklerinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca liderlik özelliklerinin cinsiyete, okul türüne ve kulüp başkanlığına göre farklılaştığı da belirlenmiştir. Demografik özellikler ve öz-mükemmeliyetçilik kontrol edildiğinde, yaşam boyu öğrenmenin gençlik liderlik niteliklerinin %42,4’ünü açıkladığı belirlenmiştir.

Çetinkaya (2020) özel yetenekli gençlerin küresel problemlerin çözümüne yönelik proje üretimleri üzerine araştırma yürütmüştür. Sanal proje-tabanlı farklılaştırılmış eğitimin özel yeteneklilerin proje tabanlı sanal öğrenme yeterliklerine etkisi araştırılmıştır. Yarı

deneysel modelde boylamsal bir araştırma yürütülmüştür. Özel yetenekli 17 katılımcıya Proje Tabanlı Sanal Öğrenme Yeterlikleri Ölçeği 3 yıl boyunca belli aralıklarla uygulanmıştır. Katılımcıların proje tabanlı sanal öğrenme becerilerinde olumlu yönde etkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sengil-Akar & Yetkin-Ozdemir (2020) özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin matematiksel model oluşturma etkinlikleri uygulandığı öğretim sürecinde yaratıcılıklarını inceledikleri durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. Amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilen dört özel yetenekliden oluşan gruba model oluşturma etkinlikleri uygulanmış ve etkinliklerden biri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Model ortaya koyma sürecinde gösterdikleri matematiksel yaratıcılıkları, üretilen çözümler ve bu çözümlere dair görüşler (akıcılık), çözümlerde değişiklik (esneklik), çözüm sırasında fikirlerin işbirliği içerisinde inşası (çağrışımsal hiyerarşiler) ve tüm süreç boyunca kurulan ilişkiler (matematiksel ilişkiler kurma) boyutları ile açıklanmıştır. Grupla üretilen ürünlerin yaratıcılığı, modellerin doğruluğunun boyutları, genelleştirilebilirlikleri, çözümlerinin kalitesi ve özgünlüğü ile ilgili olarak açıklanmıştır.

Deringöl & Davaslıgil (2020) matematikte özel yeteneklilerin ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda diğer bireylerden farklı olmaları sebebiyle potansiyel, ilgi ve öğrenme profillerini dikkate alarak programların geliştirilmesi ve uygulanması gerekliliğinden hareketle farklılaştırılmış matematik öğretim programının bu bireylerin matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Veriler matematik tutum ölçeği ile toplanmış ve hazırlanan matematik programının özel yeteneklilerin matematiğe karşı tutumunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Karaaslan ve Turanlı (2020) özel yeteneklilerin öğrenme süreçlerini kendilerinin düzenlemesinin üstbilis kavramı ile ilişkili olduğunu ve bu bireylerin diğerlerine kıyasla daha fazla ilerleme kaydedebileceklerini belirtmiştir. Üç özel yetenekli ile üç aylık sürede gerçekleştirilen çalışmada Geogebra yazılımının etkinlikler içerisinde kullanılmasına imkan tanıyan karmaşık sayılar öğretimi içerisinde yapılan üstbilis öğretimde bu bireylerin üstbilisler süreçlerinin gelişimi incelenmiştir. Çalışmada ön test ve son test olarak özel yeteneklilerin üstbilisel süreçlerinde bilgi ve beceri durumları üstbilisel farkındalık ölçeği kullanılarak ölçülmüş ayrıca uygulama sürecinin sonunda gerçekleştirilen görüşme ile veriler toplanmıştır. Uygulama öncesi üstbilis farkındalık ölçeğinin sonuçları yüksek iken hem uygulama sonrasında elde edilen sonuçların hem de süreçteki gelişim düzeylerinin düşük olduğu bunun da gerekçesinin özel yeteneklilerin kendilerine dönük yeterlik algısı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Üstbilisle ilgili bilis bilgisinin alt bileşenleri incelendiğinde bilis bilgisi

puanlarının bilişin düzenlenmesi puanlarına kıyasla daha yüksek olduğu, en yüksek puanın bildirimsel bilgi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha uzun süren çalışmaların farklı konular üzerinde çalışılması önerilmiştir.

Nacaroglu & Arslan (2019) BİLSEM proje üretimi çalışmalarına yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesini amaçladıkları çalışma yürütmüşlerdir. Hem ulusal hem de uluslararası ölçekli proje yarışmalarına katılarak başarı ödülü kazanmış beş özel yetenekli BİLSEM öğrencisi katılmıştır. Görüşme yapılarak toplanan verilerin analizinden, proje üretimi sürecinin yaratıcılığı ve problem çözme becerilerini geliştirdiği, işbirlikli çalışma ve özgüveni arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca proje konusu belirleme, süreci yönetme, raporlaştırma, değerlendiren jüri üyeleri, proje sunumu ve materyal temini bakımından güçlükler yaşandığı belirlenmiştir. Proje üretiminin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması, özel yeteneklilerin yenilikçi eğitimler ile desteklenmesi önerilmiştir.

Deringöl & Davaslıgil (2019) ihtiyaçları farklılaşan özel yetenekliler için uygun programlar geliştirilmesinin gerekli olduğundan hareketle farklılaştırılmış matematik öğretim programının bu bireylerin akademik benlikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Farklılaştırılmış programının uygulandığı deney grubunda ve farklılaştırma yapılmadan öğretim yapılan kontrol grubunda 12'şer olmak üzere toplamda 24 özel yetenekli ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizinden hazırlanan matematik programının özel yeteneklilerin akademik benliklerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Özdemir & Gürlen (2019) özel yetenekliler için zenginleştirilmiş öğretim programı hazırlamayı amaçladıkları eylem araştırmasında Bilim ve Sanat Merkezine Bilimsel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF) program düzeyinde devam eden 32 katılımcı dahil edilmiş olsa da uygulamaya devam eden 19 katılımcının verileriyle analizler gerçekleştirilmiştir. Veriler bilimsel süreç becerileri ve başarı testi ile birlikte yarı yapılandırılmış görüşme formu, yansıtıcı günlük ve araştırmacı notları kullanılarak toplanmıştır. Geliştirilen fen bilimleri alanı zenginleştirilmiş öğretim programının hem bilimsel süreç becerileri hem de başarı üzerinde olumlu katkısının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca görüşme kayıtlarında gerçek yaşamla ilişkili öğrenmelerin olması gibi noktalarda olumlu görüşlerin olduğu belirlenmiştir.

Özçelik (2018) özel yeteneklilere yönelik farklılaştırılmış eğitim programı tasarısı oluşturmayı, oluşturulan eğitim programı tasarısının etkililiğini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmasında özel yeteneklilere yönelik program tasarısı oluşturmuş ve ardından tasarıya uyumlu olarak 2. sınıf matematik öğretim programı geliştirilmiş ve etkililiği belirlenmiştir. On dört hafta süresince hem sosyal hem de bilişsel alanda farklılaştırılmış hedeflere yönelik uygulama deneysel desen kullanılarak yapılmış ve nitel veriler de

toplanmıştır. Veriler görüşmeler, gözlemler, başarı testi, akran ve öz değerlendirmeler yoluyla toplanmıştır. Özel yetenekliler için hazırlanan matematik program tasarısı doğrultusunda 2. sınıf matematik öğretim programının hem başarı hem de sosyal ve yaratıcılık becerilerinin gelişiminde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güneş & Ayberk (2018) çalışmalarında Bilim ve Sanat Merkezine devam eden özel yeteneklilerin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerinin ve matematiğe yönelik tutumlarını incelemeyi amaçladıkları araştırmaya 7 farklı ilden 140 ortaokul öğrencisi katılmıştır. Beceri ve tutum ölçeğinin yanı sıra kişisel bilgi formunun da kullanıldığı çalışmada özel yeteneklilerin yansıtıcı düşünme beceri puanları ile demografik özellikler arasında fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kaplan Sayı (2018) dezavantajlı olan özel yeteneklilere yönelik Zenginleştirilmiş Destek Eğitim Programı Projesine yönelik 2, 3, 4 ve 5. sınıfa devam eden 300 özel yetenekli, 300 özel yeteneklinin ebeveynleri ile eğitimlerinden sorumlu 60 öğretmenin görüşlerinin alınmasının amaçlandığı araştırmayı durum çalışması desenine göre yürütmüştür. Araştırmada karma yöntem kullanılmış olup veriler değerlendirme anketi kullanılarak toplanmıştır. Öğretmenlerin %86,8'i, ebeveynlerin %93,5'i ve öğrencilerin ise %91,8'inin eğitimden memnun kaldıkları sonuçlarına ulaşılmıştır.

Sengil-Akar (2017) özel yeteneklilere öğretim sürecinde matematiksel model oluşturma etkinlikleri uygulayarak bu süreçte matematiksel yaratıcılıklarını inceledikleri durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışma ortaokul düzeyinde özel yeteneklilerle gerçekleştirilmiş olup yaratıcılığın modelleme uygulamaları yoluyla incelenmesinin yanı sıra yaratıcılığı ortaya çıkardığı düşünülen modelleme etkinliklerinin özelliklerinin de incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Özel yeteneklilerin grup ve bireysel olarak yaratıcılıklarının modelleme etkinlikleri yoluyla incelenmesi için gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri ile toplanan veriler, süreçte ortaya çıkan ürünler, uygulama sürecinin video kayıtları veri setini oluşturmuştur. Modelleme sürecinde belirlenen ortak yaratıcılıkları akıcılık, esneklik, aşamalık, ilişkilendirme, kalite ve özgünlük boyutları ile açıklanmıştır. Uygulanan farklı etkinliklerde bu boyutların düzeyinin değişebildiği belirlenmiştir. Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme ile önceki matematiksel bilgilerini kullanarak işbirliği içerisinde yeni bilgileri, yapıları ve ilişkileri keşfettikleri, akıcı düşünebildikleri, özgün ürünler ortaya koyabildikleri, sistematik şekilde kendi içinde ilişkilendirme yaparak sonuçlara ulaşabildikleri, esnek düşünebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca gerçek yaşam probleminde verilere doğrudan yer verilmeyen, bireyin düzeyini zorlayıcı nitelikte, açık uçlu

olup çok fazla etkeni barındırmayan matematiksel modelleme etkinliklerinin özel yeteneklilerin yaratıcılıklarını ortaya çıkarmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Gözetin (2017) Bilim ve Sanat Merkezine devam eden özel yeteneklilerin yansıtıcı düşünme becerilerini incelemeyi amaçladığı araştırmada 227 özel yetenekli ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada PÇYYDBÖ veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Özel yeteneklilerin yansıtıcı düşünme beceri düzeylerinin yüksek olduğu, kadınların ‘değerlendirme’ alt boyutu ve toplam puanlarının erkeklere kıyasla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca lise düzeyinde olanların ortaokuldakilere kıyasla hem toplam puanlarının hem de üç faktör olan sorgulama, nedenleme ve değerlendirme puanlarının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kontaş & Yağcı (2016) Bilim ve Sanat Merkezinde özel yeteneklilerle çalışan öğretmenlerin program geliştirme alanındaki ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik hizmet içi öğretim programının hazırlandığı araştırma 12 katılımcı ile tek gruplu ön test son test deseninde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca katılımcılar ile görüşme yapılmıştır. Program geliştirme ile ilgili tasarlanan ve uygulanan programın etkili olduğu elde edilen ön test ve son test puanlarının analiz edilmesi ile belirlenmiş ve son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı olarak farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Görüşmelerden elde edilen verilerin analizi sonucu programın yararlı olduğu belirlenmiştir.

Özyaprak (2016) farklılaştırılmış matematik öğretimi ile ilgili uygulamaları incelemiş, örneklerini paylaşmış, olumlu sonuçları bakımından iyi uygulamaların içerdiği bileşenleri açıklamıştır. Ayrıca özel yeteneklilerin mevcut potansiyellerini geliştirmelerine yönelik fırsatlar sunulması açısından farklılaştırılmış matematik programı ve öğretimi geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin test edilmesinin önemli olduğu belirtilmiştir. Farklılaştırılmış matematik programları ve öğretiminde gerçek yaşamla ilişkili, alan uzmanlarının görüş ve önerileri doğrultusunda ürünlerin ortaya konulmasına fırsatlar veren öğrenme ortamlarının olması, gerçek yaşam problemlerine yer verilmesi vurgulanmıştır.

Özdemir (2016) özel yeteneklilerin zihinsel, sosyal ve duygusal yönden ihtiyaçlarını karşılamaya dönük farklılaştırılmış öğretim materyallerinin tasarımı ve geliştirilmesini amaçladığı çalışmada beşinci ve altıncı sınıf düzeyi matematikte özel yetenekliler için hazırlanan materyaller incelenerek özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca geliştirilen materyallerin özel yeteneklilerin zihinsel, sosyal ve duygusal yönden ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığı ve bu araştırmanın özel yeteneklilerin öğretmenleri açısından faydalarını belirlemek diğer amaçlardır. Araştırmanın çalışma grubunu iki farklı devlet okulunda görev yapan toplam 4 öğretmen ve 6 farklı sınıfta öğrenim gören katılımcılar oluşturmaktadır. Toplam 15 katılımcı

öğretmen tarafından aday gösterildikten sonra bu araştırma kapsamında Türkçeye uyarlaması yapılan test uygulanmış ve matematikte özel yetenekli olarak belirlenmiştir. Araştırma modeli olarak tasarım tabanlı modelin kullanıldığı araştırmada süreçte tasarlanıp geliştirilen farklılaştırılmış materyallerin matematikte özel yeteneklilerin zihinsel, sosyal ve duygusal ihtiyaçlarını karşılamada yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmenler açısından bu bireylere yönelik yaşanan sorunların azalması açısından faydalı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özyaprak & Davaslıgil (2015) özel yeteneklilere yönelik farklılaştırılan ünite programının matematik tutumu üzerine etkisinin incelendiği araştırmada 5. Sınıf düzeyinde matematik dersi kapsamında iki ünite farklılaştırılmıştır. Farklılaştırılmış matematik ünite programının uygulandığı deney grubunda ve farklılaştırma yapılmadan öğretim yapılan kontrol grubunda 12'şer olmak üzere toplamda 24 özel yetenekli ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Veriler matematik dersine yönelik tutum ölçeği ile toplanmış ve hazırlanan matematik programının özel yeteneklilerin matematiğe karşı tutumunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Altıntaş & Özdemir (2015) özel yeteneklilere yönelik geliştirilen farklılaştırma yaklaşımının hem özel yetenekli hem de diğer ortaokul düzeyi katılımcıların başarıları üzerine etkisini incelemeyi amaçladıkları çalışmada ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Özel yeteneklilere yönelik matematik alanı farklılaştırma yaklaşımı 57'si özel yetenekli olan ve 60'ı olmayan katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Verilen matematik başarı testi ve çoklu zeka alanları envanteri ile toplandığı çalışmada özel okula devam eden özel yeteneklilerin kontrol ve deney gruplarındaki toplam puanlarının deney öncesinden deney sonrasına deney grubu lehine anlamlı olarak farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Devlet okulunda ise özel yetenekli olmayan öğrencilerin kontrol ve deney gruplarındaki mevcut zenginleştirilmiş ve toplam puanları arasında deney grubu lehine uygulamadan sonra anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Tekin Dede & Yılmaz (2015) bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirmek amacıyla 6. Sınıf düzeyinde katılımcılara uygulama yapılan çalışmada modelleme döngüsünün basamakları ile ilişkili olarak problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleri bilişsel modelleme yeterlikleri olarak alınmıştır. Eylem araştırması desenine göre gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına göre problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliklerinin gelişimin sağlandığı, yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde ise

gelişim sağlanması için daha fazla uygulama yapıldığı belirlenmiştir. Modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik uygulama önerisinde bulunulmuştur.

Akkaş & Tortop (2015) bireyin farklı olan özelliklerine göre eğitime şekil verilmesi olan farklılaştırmanın özel eğitime ihtiyaç duyan gruplardan biri olarak özel yetenekliler için de kullanıldığını belirtmişlerdir ve çalışmalarında farklılaştırma kavramları, modelleri, kuramsal çerçeveleri ve karşılaştırılması üzerinde durulmuştur. Çalışmada dokuz program farklılaştırma modeli incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Program ile ilişkisi göz önünde bulundurularak farklılaştırma modellerinin üç kategori altında incelenebileceği belirtilmiştir. Bu kategorilerden ilkinde bir ülkede uygulamada olan programın kazanımlarında özel yeteneklilere göre değişiklik yapılması ile programın farklılaştırıldığı ifade edilmiş ve buna örnek olarak ÜYEP ve ÜYÜKEP verilmiştir. İkinci kategoride ülkede uygulamada olan programın kazanımlarından ziyade özel yeteneklilerde olması gereken beceri ve yeterliklere göre programın farklılaştırıldığı ifade edilmiş ve buna örnek olarak Renzulli'nin Üçlü Zenginleştirme Modeli verilmiştir. Üçüncü kategoride ise herhangi bir programın özel yeteneklilere göre farklılaştırıldığı ifade edilmiş ve buna örnek olarak Koşut Program Modeli verilmiştir. Farklılaştırmada program öğelerinden içerik ve süreç boyutlarında farklılaştırmanın yaygın olduğu, farklılaştırma modellerinde ise hızlandırma ve zenginleştirme stratejilerinden birinin ya da her ikisinin bir arada kullanılabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Sadece zenginleştirme ile yapan model Üçlü Zenginleştirme Modeli, her ikisinin kullanıldığı modeller ise ÜYEP ve Entegre Müfredat Modeli olarak örneklendirilmiştir.

Kök & Davaslıgil (2014) farklılaştırılmış geometri öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada beşinci sınıf düzeyinde çokgenler ile geometrik cisimler üniteleri paralel öğretim programı modeli kullanılarak farklılaştırılmıştır. Tasarlanan farklılaştırılmış geometri ünite programının uygulandığı deney grubunda ve farklılaştırma yapılmadan öğretim yapılan kontrol grubunda 15'er olmak üzere Bilim ve Sanat Merkezine devam etmekte olan toplamda 30 özel yetenekli öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Veriler uzamsal yetenek testi ile toplanmış ve toplanan verilerin analizleri sonucunda farklılaştırılmış geometri programının uzamsal yeteneği arttırdığı belirlenmiştir.

Saygılı & Atahan (2014) Bilim ve Sanat merkezine devam eden 103 özel yetenekliyle gerçekleştirilen ve yansıtıcı düşünme becerilerine etki eden değişkenleri incelemeyi amaçladıkları araştırmada veriler uygulanan Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Beceri Ölçeği (PÇYYDBÖ) ile toplanmıştır. Özel yeteneklilerin yansıtıcı düşünme beceri düzeylerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca araştırmada belirlenen değişkenler

arasından spor yapmak dışında diğer değişkenler ile yansıtıcı düşünme becerileri arasında anlamlı fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Karataş (2013) özel yeteneklilerin ihtiyaçlarına yönelik farklılaştırılmış matematik programının geliştirilmesinin, geliştirilen programın uygulanması ve etkili olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada beşinci sınıf düzeyinde sayıların alt öğrenme alanı olan kesirle konusuyla ilgili farklılaştırılmış ünite programı tasarlanmıştır. Farklılaştırılmış programın uygulandığı deney ve müdahale edilmeyen kontrol grubunda 12’şer olmak üzere toplamda 24 özel yetenekli ile gerçekleştirilen çalışmada matematik başarı, yaratıcı düşünme testi ile birlikte matematik tutum ve akademik benlik kavramı ölçekleri kullanılarak toplanan verilerin analizinden farklılaştırılmış programın başarı, yaratıcılık, tutum ve akademik benlik düzeylerini anlamlı olarak arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sak (2011) Üstün Yetenekliler Eğitim Programları (ÜYEP) modelinin yapısı ile birlikte sosyal geçerliğine ilişkin araştırmaların açıklandığı çalışmada bu modelin hem ilköğretim hem de ortaöğretim seviyesinde özel yeteneklilerin örgün eğitimlerine paralel olarak yürütülen üniversite tabanlı bir program modeli olduğunu ifade etmiştir. ÜYEP program modelinin altı bileşeni olduğu ve bu bileşenlerin tanılama, müfredat, öğretim, değerlendirme, program ve öğretmen eğitimi olduğu belirtilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan katılımcılar ÜYEP tanılama sistemi kullanılarak matematik ve fen alanlarında özel yetenekli olarak tanılanmış 84 ortaokul düzeyi öğrenci oluşturmakta olup bu katılımcılar 1-5 yıl yarıyıl süresince ÜYEP’e devam etmişlerdir. Veriler ÜYEP Değerlendirmeleri Öğrenci Formu (ÜDÖF) kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizi tek örneklem için t-testi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve ölçüt olarak “3” (çok iyi) alınmıştır. Araştırmanın sonucunda özel yeteneklilerin programın özelliklerini çok iyi olarak değerlendirdiklerine ve ÜYEP’in sosyal geçerliğinin oldukça yüksek düzeyde olduğuna ulaşılmıştır.

Aygün (2010) özel yeteneklilerin program ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada 5 öğrenci, 1 uzman ve 16 öğretmen ile görüşmeler gerçekleştirmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda özel yeteneklilerin matematiksel yaratıcılık, soyut düşünebilme, akıl yürütme gibi beceri gelişimlerine, matematiksel bakış açılarına katkı sağlayacak uygulamalar sunulması ve bu bağlamda programda farklılaştırma yapılması gerektiğine ulaşılmıştır.

Karabey (2010) özel yeteneklilerin yaratıcı problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini belirlemeyi amaçladığı araştırmasında 64 özel yetenekli bireye ölçüt testi, yaratıcı problem çözme ve eleştirel düşünmeye yönelik ölçekler uygulanmıştır. Her iki beceri

açısından elde edilen puanlar arasında anlamlı fark olduğu ve eleştirel düşünme beceri düzeylerinin daha yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Karaduman (2010) özel yeteneklilere yönelik farklılaştırılmış matematik eğitim programlarını incelemiş, benzerliklerini ve farklılıklarını ortaya koymuştur. Özel yeteneklilerin eğitsel ihtiyaçları doğrultusunda en uygun farklılaştırmanın yapılmasının gerekliliğinden hareketle bu bireylere yönelik farklılaştırılmış öğretim programlarının ayrıntılı olarak belirtilmiştir

Özel yeteneklilere yönelik Koşut Müfredat ve Izgara Modelleri kullanılarak farklılaştırılan ‘Geometrik cisimler’ ünitesinin 8. Sınıf düzeyinde 5 katılımcıya uygulanması sonucunda farklılaştırılmış programın matematik dersine ve ilgili üniteye yönelik öğrenme becerisi ve ilgi üzerinde olumlu yönde etkilerinin olduğu ayrıca başarıyı arttırdığı belirlenmiştir (İnan, 2019). Özel yeteneklilerin olumlu davranışsal gelişimlerini sağlamak için öğretmenlerinin olumlu davranışsal destek temelinde önleyici sınıf yönetimi uygulaması ile geliştirilen öğretmen becerilerinin etkilerini (Çitil & Ataman, 2019), özel yeteneklilerin yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine yönelik programın etkililiğini (Bütün, 2017), öğrenme yaklaşımlarının özel yeteneklilerin akademik başarıları, üstbiliş ve eleştirel düşünme gibi becerilerine etkilerini (Şahin, 2016) ortaya koyan çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Disiplinlerarası yaklaşımla çözülebilen gerçek yaşam matematik problemlerini içeren informal öğrenme ortamlarının özel yeteneklilerin bilimsel bakış açılarını geliştirdiği belirlenmiştir (Şahin vd., 2019). Özel yeteneklilerin rutin olmayan problem çözümünde kullanılan problem çözme stratejilerini öğrenme düzeylerini belirlemek için gerçekleştirilen deneysel öğretimin bu bireylerin problem çözme stratejilerini öğrenme düzeylerinde ve kullandıkları strateji sayısında fark oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır (Durmaz, 2014). Özel yeteneklilerin potansiyellerinin gelişimine katkıda bulunmak, farklılaştırılmış matematik programları için kullanılabilecek probleme dayalı öğrenme etkinlikleri geliştirilmiştir (Boran & Aslaner, 2008).

Bu bağlamda yurt içinde yapılan araştırmalar incelendiğinde özel yeteneklilere yönelik program alanı çalışılması öncelikli alanlarından biridir (Ayvaci & Bebek, 2019; İnan & Mert Uyangör, 2022; Kayışdağ E. & Melekoğlu, 2019; Yılmaz Bodur & Er, 2019). Bu bağlamda proje üretimlerini geliştirecek yenilikçi uygulamalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Ayrıca özel yeteneklilerin potansiyelleri ölçüsünde beceri ve yeterlik gelişimlerinin desteklenmesine yönelik uygulamaların yapılması ve etkililiğinin belirlenmesi gerektiği belirlenmiştir (Karabey & Yürümezoğlu, 2015; Sak vd., 2015). Gerçek yaşam problemlerinin çözümüne yönelik özgün modeller üreterek bilime katkı sağlayan ve bu üretim sürecini

geliştirmek için etkili kararlar alabilen bireyler yetiştirilmesi açısından araştırma yapılması gerektiği ifade edilebilir.

2.6.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Maker (2022) çalışmasında, yaşam biçimimiz ve içinde yaşadığımız ekosistem ile ilgili karmaşık problemlere özgün çözüm modelleri üretmenin, 21. yüzyılın yaratıcılık becerileri olduğunu ifade etmiştir. Gerçek yaşam problemlerine dayalı model üretimine rehberlik edilmesinin ve buna yönelik yeterliklerin geliştirilmesinin önemini vurgulamıştır. Problemlerin gerçek yaşam doğasına uygun belirlenmesi ve çözüm modeli üretilmesinin özel yetenekliler programlarının temel ilkeleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Programın gerçek dünya problemlerine model üretimine ve proje geliştirilmesine yönelik tasarlanmasını, farklı ilgi alanlarının ve bakış açılarının dikkate alınmasını önermiştir. Özel yeteneklilerin hem kendi hem de işbirlikçi grupları için proje üretimi sürecinin koçu olmalarını sağlayacak şekilde desteklenmesi gerektiğini açıklamıştır.

Greefrath vd. (2022) matematiksel modellemenin eğitimsel potansiyelini açıklamışlar ve buna yönelik durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada Königsberg köprüsü problemini temele alarak, orta öğretim düzeyinde öğrencilerle matematiksel modelleme çalışması yapılmıştır. Çizge teorisi dayalı modelleme problemine yönelik öğrencilerin matematiksel model üretme süreçleri incelenmiş ve içerik analizi yapılarak ulaşılan bulgular modelleme döğüsünün faktörleri altında detaylı olarak açıklanmıştır. Modelleme sürecinin alt faktörlerinde aldıkları kararlar ve kavramları ne ölçüde kullandıkları belirlenmiştir. Modelleme yapısının ve yeterliliklerinin bu faktörlerle ilişkili olarak incelenmesi ve gelişimine yönelik uygulamalar yapılması önerilmiştir.

Aladwan (2022) özel yeteneklilerin yaratıcı ürün geliştirmelerine yönelik yaptığı araştırmada uygulanan programın etkililiğini araştırmıştır. Araştırma 10. sınıf düzeyinde 68 özel yetenekli ile deneysel desende yürütülmüştür. Deney ve kontrol grubundaki katılımcıların projelerinin ön ve son değerlendirmesini gerçekleştirmek için yaratıcı ürün ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinden, öğrenme özerkliği modeline dayalı programın özel yeteneklilerin yaratıcı proje üretimini geliştirmede anlamlı bir pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Özel yeteneklilerin yaratıcı ürün ve proje üretimlerini geliştirmeye yönelik çeşitli eğitim programlarının tasarlanması önerilmiştir.

Kaiser (2020) çalışmasında matematiksel modelleme temelli proje üretiminin teşvik edilmesi ve buna yönelik yeterliklerin geliştirilmesinin gerekliliğini açıklamıştır. Matematiği kullanarak karmaşık dünya problemlerinin çözülmesi açısından önemli olduğunu ifade etmiş

ve programların tasarımında ve uygulanmasında dikkate alınması gereğini vurgulamıştır. Farklı yaklaşımlarda matematiksel modelleme yapısının, çeşitli faktörlerden oluşan bir döngü olarak temsil edildiğini açıklamıştır. Gerçek yaşam problemi üzerine model kurma, matematiksel çözme, sonuçları yorumlama, çözümleri değerlendirme ve başa dönerek modeli düzeltme ya da raporlaştırarak sonlandırma şeklinde döngüsel modelleme yapısını belirlemiştir.

Thahir vd. (2019) çalışmalarında dört bileşeni olan öğretimin (MURDER - Mood, Understand, Recall, Detect, Elaborate Review- Learning) matematiksel yansıtıcı düşünme beceri temaları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Örneklem belirlenirken rastgele küme örnekleme tekniği kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarında 32'şer öğrenci yer almıştır. Her iki grupta da son testler uygulanarak toplanan veriler iki yönlü varyans analizi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçları uygulanan öğretimin deney grubundaki katılımcıların matematiksel yansıtıcı düşünme becerileri üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Hendriana vd. (2019) çalışmalarında lise düzeyinde öğrencilerin matematiksel yansıtıcı düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik öğretim materyalleri hazırlama ve bu materyallerin matematiksel yansıtıcı düşünme üzerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Geliştirilen öğretim materyallerinde, öğrencilerin deneyimlerine göre bazı bağlamsal problemler sunulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre geliştirilen öğretim materyalleri ile öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerilerinin geliştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Little vd. (2018) çalışmalarında imkanlar yönünden dezavantajlı olan özel yetenekli öğrencilerin erken yaşta tanınması ve yeteneklerinin geliştirilmesi üzerine çalışmaların yürütüldüğü proje kapsamında açılan yaz okuluna katılımın matematik başarıları üzerine etkisini incelemişlerdir. Yaz programının matematik başarıları üzerindeki etkileri genel örneklem ve düşük gelirli ailelerden gelen öğrenciler için incelenmiştir. Yaz programına katılan öğrencilerin, katılmayan öğrencilere göre orta derecede daha yüksek matematik başarıları gösterdikleri ve etki büyüklüğünün 0,92 olduğu belirlenmiştir. Yaz programına katılımın çeşitli gelir seviyelerine sahip öğrenciler için destekleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hidayat vd. (2018) çalışmalarında öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini etkileyebilecek üstbiliş ile başarı hedefleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmaya 18 ile 22 yaş arasında 538 öğrenci katılmış olup 483'ü (% 89,8) erkek, 55'i (% 10,2) kadındır. Çalışma başarı hedeflerinin ve üstbilişin matematiksel modelleme yeterliğini olumlu etkilediğini göstermektedir. Farkındalık, planlama, bilişsel strateji ve kendi kendini kontrol

etmenin olumlu kısmı araçlar olduğu çünkü başarı hedefleri ile matematiksel modelleme yetkinliği arasındaki ilişkiyi arttırdıkları belirlenmiştir.

Zedan & Bitar (2017) özel yeteneklilerin eğitim ihtiyaçlarını ve öğrenme yöntemleri ile birlikte onların eğitimlerinden sorumlu öğretmenleri ve etkileşimde bulundukları akranları ile ilişkilerini belirlemeyi amaçladıkları araştırmada matematik alanında programların tasarlanması ve geliştirilmesi açısından ihtiyaçların belirlenmesinin önemli olduğu ifade edilmiştir. Yarıları özel yetenekli olan ve diğer yarıları olmayan toplam 100 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veriler anket ve görüşme formları kullanılarak toplanmıştır. Özel yeteneklilerin ihtiyaçlarının ve tercihlerinin öğrenme hızları, programın içeriği, akran işbirliği ve öğretmeni ile etkileşimi noktalarında farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca özel yeteneklilerin eğitim ihtiyaçları ve tercihlerinin normal bireylere göre kendi içinde farklılaştığı ifade edilmiştir.

Manuel & Freiman (2017) çalışmalarında özel yeteneklilere yönelik farklılaştırılmış öğretim uygulaması ile bu öğrencilerin matematik problemi oluşturmalarını incelemişlerdir. Araştırmanın katılımcı grubunu iki farklı okuldan 40 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcılar tarafından oluşturulan problemlerin zenginliği ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile katılımcıların deneyimleri incelenmiştir. Katılımcıların programın uygulanmasına devam edilmesi ve problem oluşturma olumlu etkileri ile ilgili görüşlerinin olduğuna ve çoklu aşamaları içeren problemler ürettiklerine ulaşılmıştır. Matematikte özel yeteneklilere yönelik programların geliştirilmesinin olumlu sonuçları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yu & Yun (2017) çalışmalarında matematikte özel yeteneklilere yönelik matematiksel modellemeye dayanan bir program geliştirmiş ve geliştirdikleri programı matematikte özel yetenekli öğrencilere uygulayarak etkisini incelemişlerdir. Matematiksel olarak özel yetenekli öğrenciler için Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgenine odaklanan matematiksel modelleme programı geliştirilmiştir. Bu program matematikte özel yeteneklilerin eğitimden sorumlu öğretmenlerin kullanımına yönelik olarak düşünülmüştür. Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgeni, uzaysal bölümlenme teorisinin mühendislik ve coğrafya alanında kullanıldığı için özel yetenekli öğrencilerin matematiksel bağlantılar kurmalarını, problem çözme yeterliliğini ve muhakeme yeteneğini geliştirmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen program uygulandıktan sonra, özel yetenekli öğrencilerin beceri, yetenek ve yeterlik gelişimi analiz edilmiştir. Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgenine odaklanan matematiksel modelleme programının matematikte özel yetenekli öğrencilerin matematik eğitimi için uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özel yetenekli öğrencilerin problem sunumu ve iş bölümü yapabildikleri, gerekli bilgileri belirleyerek ulaşılabildikleri ve tartışarak sonuç çıkarabildikleri belirlenmiştir.

Program sürecinde üst düzey matematiksel yetkinlik ve kapasiteye ihtiyaç duyulduğundan özel yetenekli öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık ve kendi kendine öğrenme yeteneği gelişmiştir. Ayrıca matematiksel bağlantılar kurma ve bilgi işleme yeterliği görülmüştür.

Kim vd. (2016) çalışmalarında özel yetenekli öğrencilere yönelik entegre matematik ve bilim öğretimi tasarlamışlardır. Tasarlanan öğretim özel yetenekli öğrencilere uygulanarak yaratıcılık ve üretkenlik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmanın katılımcılarını Güney Kore'nin Seul kentindeki özel yetenekli öğrencilere yönelik olan ve üniversiteye bağlı bir enstitü bünyesinde yer alan merkeze devam eden 5. ve 6. sınıf düzeyindeki 20 matematikte özel yetenekli ilkökul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonuçlarına göre sekiz seans öğretim uygulanan özel yetenekli öğrencilerin matematik ve fen kavramlarını ayrı ayrı düşünmemiş oldukları, çözüm sürecini uygun şekilde tasarladıkları ve problemleri yaratıcı bir şekilde çözdükleri belirlenmiştir. Ayrıca yaratıcılık testlerinin alt bileşenler arasında yüksek bir korelasyon olduğu, üretkenlik üzerine değerlendirme puanları farklı düşünmenin ve özgünlüğün üretim süreci üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu gösterdiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Callahan vd. (2015) çalışmalarında özel yetenekli öğrencilere yönelik bütünleşik program/öğretim modeline göre tasarlanan ünitelerin etkililiğini belirlemişlerdir. Modele göre geliştirilen iki dil sanatları ünitesi üçüncü sınıf düzeyinde özel yetenekli öğrencilere uygulanarak etkililiği test edilmiştir. Araştırma sonucunda geliştirilen ünitelerin olumlu yönde etkileri olduğuna ulaşılmıştır.

Cho vd. (2015) çalışmalarında özel yeteneklilere yönelik geliştirilmiş program olan “Mentoring Mathematical Minds (M³)” ünitelerinin matematik kazanımlarının edinilmesi ve matematikte özel yeteneklilerin İngilizce yeterlikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Geliştirilmiş olan programın bir yıl boyunca uygulandığı deney grubunda 86 ve kontrol grubunda ise 85 katılımcı yer almıştır. Programı uygulayan öğretmenler uygulama öncesinde programı geliştiren ekip üyeleri tarafından beş günlük mesleki eğitim almışlardır. Hiyerarşik doğrusal modelleme kullanılarak yapılan analizler sonucunda deney grubundaki öğrencilerin matematik başarılarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($d = .63$). Ancak İngilizce yeterliliğinde fark bulunmamıştır. Toplanan nitel verilerden öğrencilerin matematikteki başarı kazanımlarının zorlu matematik içeriğinden ve M³ ünitelerindeki öğretim ve dil stratejilerinden kaynaklı olabileceği açıklanmıştır.

Brand (2014) modelleme yeterliklerinin gelişiminde kısmi ve bütüncül yaklaşımın etkisi üzerine incelediği araştırmasını altıncı sınıf düzeyinde öğrencilerle yürütmüştür. Araştırma kapsamında veriler çoktan seçmeli ve doğru yanlış sorularından oluşan test ile

toplanmıştır. Modelleme yeterlikleri modelleme basamaklarının bir kaçını kapsayacak şekilde ortaya konulmuş olup bu yeterlikler; sadeleştirme yapılandırma matematikselleştirme yeterlikleri, matematiksel olarak çalışma yeterlikleri ve yorumlama-doğrulama yeterlikleridir. Araştırma sonuçlarına göre iki yaklaşımın modelleme yeterliklerinin gelişiminde olumlu katkıları olduğu belirlenmiştir.

Grünwald (2012) modelleme yeterliklerinin gelişiminde kısmi ve bütüncül yaklaşımın etkisi üzerini incelediği araştırmasını dokuzuncu sınıf düzeyinde öğrencilerle yürütmüştür. Araştırma kapsamında veriler çoktan seçmeli ve doğru yanlış sorularından oluşan test ile toplanmıştır. Modelleme yeterlikleri modelleme basamaklarının bir kaçını kapsayacak şekilde ortaya konulmuş olup bu yeterlikler; sadeleştirme yapılandırma matematikselleştirme yeterlikleri, matematiksel olarak çalışma yeterlikleri ve yorumlama-doğrulama yeterlikleridir. Araştırma sonuçlarına göre bütüncül yaklaşımın motive edici olduğu ve kısmi yaklaşımın modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir.

Pierce vd. (2011) çalışmalarında özel yetenekli öğrencilere yönelik farklılaştırılmış programların etkililiği ile ilgili deneysel çalışmaların az olduğu üzerinde durmuşlar ve ilkökul düzeyinde özel yetenekli öğrencilerin matematik başarıları üzerinde gruplamanın ve farklılaştırılmış programın etkisini ortaya koymuşlardır. Çalışmanın sonuçları programın beceri gelişimini destekleyecek şekilde tasarlanmış olması ve öğretmenlerin planlanan materyalleri uygun şekilde kullanmada yeterli deneyime sahip olmaları durumunda özel yeteneklilerin zaman içinde akademik kazanımlar sağlayabileceğini göstermiştir.

Gavin vd. (2007) matematik alanında farklılaştırılmış programın uygulanmasını incelemeyi amaçladıkları çalışmada programı farklılaştırırken özel yeteneklilerin neyi nasıl öğrenmeleri ile ilgili standartları dikkate almışlardır. Programın içeriğinde üst sınıf içeriklerine yer verilmiştir. Bu bağlamda bir ya da iki sınıf üzeri matematiksel işlem, cebir, geometri, ölçme, veri analizi ve olasılık konularına yer verilmiştir. Süreçte ise özel yeteneklilerin alan uzmanı gibi düşünmesi, yaklaşması ve ifade etmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Araştırma 200 matematikte özel yetenekli birey ile gerçekleştirilmiş olup sınıf seviyesi ilkökul 3, 4 ve 5'tir. Araştırmada bu sınıf seviyelerinde ön ve son testler uygulanmıştır. Katılımcıların çoğu 3. sınıfta başlamış ve 5. sınıfın sonuna kadar devam etmişlerdir. Her üç sınıf düzeyi açısından matematiksel işlem, cebir, geometri, ölçme, veri analizi ve olasılık konularında son test ortalama puanlarında ön test ortalama puanlarına göre artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca özel yeteneklilerin matematik başarılarında, matematik

kavramlarını anlamlandırmasında ve ilişkilendirmesinde anlamlı düzeyde gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Haines vd. (2001) tarafından modelleme yeterliklerini incelemek amacıyla geliştirilen çoktan seçmeli test üniversite düzeyinde bireylerin modelleme yeterliklerini ortaya koymaya yönelik olarak hazırlanmıştır. Kısmi yaklaşıma göre modelleme yeterliklerini incelenmenin amaçlandığı araştırma kapsamında hazırlanan testte altı modelleme yeterliği belirlenmiştir. Bunlardan ilki matematiksel model oluşturmak için varsayımda bulunma ve ikincisi gerçek modelin amacını açığa çıkarmadır. Üçüncüsü problem durumunu formüle etme ve dördüncüsü değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme olarak belirlenmiştir. Beşincisi matematiksel terimleri formüle etme ve sonuncusu ise matematiksel model üzerine yansılarda bulunmadır.

Blomhøj & Hojgaard Jensen (2003) modelleme yeterliklerini geliştirmeyi amaçladıkları araştırmanın katılımcı grubunu üniversite düzeyinde bireyler oluşturmaktadır. Katılımcılarla süreç içerisinde altı modelleme projesi yürütülmüş olup modelleme yeterliklerinin kısmi ve bütüncül olarak geliştirilmesine odaklanılmıştır. İncelenen modelleme alt yeterlikleri matematikselleştirme, matematiksel analiz yapma, ulaşılan sonuçları yorumlama ve değerlendirmedir. Araştırma sonucunda modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde kısmi ve bütüncül yaklaşımın birbirini tamamlayacak şekilde kullanılmasının olumlu olduğu belirlenmiştir.

Renzuli (1988) özel yeteneklilerin ve bu bireylere yönelik eğitiminin ve eğitim programı modelinin özelliklerini ortaya koyduğu çalışmasında katılımcı grubu ilköğretim, ortaokul ve lise düzeyi öğrencilerden oluşmaktadır. Standart testlerle tanımlanmış olan özel yeteneklilerin gelişimleri süreç içerisinde takip edilmiştir. Araştırmanın veri kaynaklarını başarı ve yaratıcılık testi ile gözlem formları oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda özel yeteneklilik okul başarısına sahip olan özel yetenek ve yaratıcı üretken özel yetenek olarak belirtilmiştir. Özel yeteneklilik eğitimindeki temel amacın mevcut yeteneğin kullanılması için fırsat sunularak bu yeteneğin gelişiminin sağlanması olduğu ayrıca toplumsal sorunlara çözüm üretilmesi noktasında özgün fikirler üretilmesinin desteklenmesi gerektiği açıklanmıştır. Araştırma kapsamında özel yeteneklilerin eğitiminde uygulanabilecek eğitim programı modeli ortaya konulmuştur.

Farklı katılımcı gruplarıyla yürütülen araştırmalarda modelleme yeterliklerinin gelişimine odaklanıldığı ve gelişiminin sağlandığı (Biccard & Wessels, 2011; Hagena & Borromeo Ferri, 2012; Maaß & Mischo, 2011; Sekerak, 2010) ayrıca modelleme sürecinin her bir basamağı kapsamında ya da modelleme sürecinin basamaklarının bir kaçının bir araya

getirilmesi kapsamında incelendiği görülmektedir (Blomhøj & Hojgaard Jensen, 2003; Brand, 2014; Grünewald, 2012; Haines, Crouch & Davis, 2001; Kaiser & Grünewald, 2015). Yapılan araştırmalar incelendiğinde özel yeteneklilerde matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik çalışmalara ve proje üretiminin detaylı incelenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Yurt içi ve yurt dışı alanyazına bakıldığında, bilgi, beceri, yeterlik ve yeteneklerin yaratıcı proje üretkenliğine dönüştürülmesinin desteklenmesi ile ilgili fikir birliği sağlandığı belirlenmiştir. Kuramsalda özgün proje üretimine yönelik faktörlerin ve yapıların belirlenmesine odaklanılmaktadır. Alan çalışmalarında bölgesel, ulusal ve evrensel ölçekli yaşam problemlerine yaratıcı fikirler, algoritmalar, kodlamalar ve modeller geliştirilmesini kapsayan projeler üretilmesine temel oluşturulması ortak olarak amaçlanmaktadır. Bu bağlamda proje üretimi etkenlerinin ve proje üretimine katkı sağlayan faktörlerin belirlenmesinin önemi üzerinde hemfikir olunduğu söylenebilir. Ayrıca proje üretimine yönelik beceri ve yeterlikler farklılık gösterse de bunların gelişiminin sağlanmasına odaklanıldığı belirlenmiştir.

BÖLÜM III

Bu bölümde araştırmanın modeline, çalışma grubuna, veri toplama araçlarına, veri toplama sürecine ve veri analizine değinilmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada nicel ve nitel yöntemlerin denetimini sağlayabilecek veya birbirini destekleyecek şekilde işlendiği karma araştırma yaklaşımı ve yöntemleri kullanılmıştır (Creswell & Creswell, 2017; Creswell & Clark, 2017). Çalışma ilk aşamada nicel araştırma desenlerinden korelasyonel desende yürütülmüştür. Korelasyonel desen iki ya da daha fazla değişken arasındaki bağlantıların incelenmesiyle belli özellikler açısından çıkarsamalar yaparak genelleme imkanı sağlamaktadır (Plano Clark & Ivankova, 2016). İki veya daha fazla faktör grupları arasındaki ilişkiyi ölçmek ve yapıyı tanımlamak için ilişkisel istatistik kullanılan desen korelasyonel desendir. Bu gibi desenlerde bir yapıya ilişkin faktörler arasındaki ilişkiler yapısal eşitleme modeli yardımıyla belirlenmektedir (Creswell & Creswell, 2017). Araştırmada matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yapının belirlenmesi için bu desen kullanılmıştır.

Araştırmanın sonraki aşamasında deney ve kontrol gruplu ön-son-kalıcılık testi şeklinde yarı deneysel desene başvurulmuştur Sürecin detaylı analizi adına nitel veriler de elde edilmiştir. Nitel aşamanın nicel bir denel işlem kapsamında yürütüldüğü karma yöntem araştırma deseni, hem sürecin hem de deneysel etkinin daha derinlikli olarak analizini sağlar. Bu desen nicel ve nitel verilerin birleşik ya da sıralı olarak kullanımına olanak sağlar (Creswell & Clark, 2017). Yapılan deneysel uygulama kapsamında, çok faktörlü proje üretimi sürecinin detaylı analiz edilebilmesi için araştırma bu desende yürütülmüştür. Katılımcıların proje üretimine yönelik nitel verilerini dahil ederek deneysel bulguları anlama amacıyla bu araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Bu sayede deneysel müdahalenin içeriğinin anlaşılması sağlanmıştır (Bishop, 2000). Deneysel desenlerde özel bir uygulamanın sonuçlar üzerinde etkisinin olup olmadığı test edilir ve belirlenmeye çalışılır. Deneysel desenler deneklerin müdahale koşullarına rasgele atandığı gerçek-deneysel desenler ve var olan grupların kullanıldığı yarı-deneysel desenleri içerir. Karma araştırmalarda, nitel verilerin deneysel desen içerisinde yerleşik olması deneysel deseni destekleyicidir (Creswell & Creswell, 2017).

Araştırma yaklaşımı verilerin toplanmasını, analizini ve yorumlanmasını kapsayan tüm sürecin planı ve prosedürleridir. Bu plan çeşitli kararların alınarak uygulanmasını gerektirmektedir. Araştırma yaklaşımına ilişkin kararların alınmasında çalışmanın felsefi varsayımları, deseni ve yöntemleri belirleyicidir. Ayrıca araştırmada temele alınan problem durumunun doğası ve araştırmanın hedef kitlesi de dikkate alınmaktadır. Araştırma çerçevesi ve yaklaşımının temel bileşeni felsefesidir. Bu bağlamda alan yazında tartışılan dört felsefi görüş postpozitivizm, yapılandırmacılık, dönüştürücülük ve pragmatizmdir. Postpozitivist varsayımlar geleneksel olarak ifade edilen araştırma yapısını temsil etmekte olup nicel araştırma ile uyushmaktadır. Sebeplerin sonucu belirleyici olduğu nedenselci felsefe savunulmaktadır. Objektif bir gerçeğin ya da bireylerin davranışlarının ölçülmesine dayanmaktadır. Bir kuramın test edildiği ve bir hipotezin kanıtlandığı veya reddedildiği araştırmaların temelinde olan felsefi görüştür (Creswell & Creswell, 2017; Plano Clark & Ivankova, 2016). Yapılandırmacı felsefi görüş, yorumlayıcı bakış açısidir ve genel bağlamda nitel araştırmaya uygun bir yaklaşım olarak görölmektedir. Anlam arayışı ön planda olduğundan yapılandırmacı araştırmacılar bireyler arası etkileşim sürecine önem verirler. Postpozitivizmde olduğu gibi araştırmaya kuramla başlanılmasından ziyade, bir kuramın ya da modelin tümevarımsal olarak geliştirilmesi söz konusudur. Dönüştürücü yaklaşımın felsefi varsayımları ise postpozitivist görüşün teorilerinin sosyal adalet gibi irdelenmesi gereken toplumsal konularla uyuşmadığını savunan araştırmacılar tarafından benimsenmektedir. Araştırmanın değişim gündemi ile iç içe olması ve değişim sağlaması gerektiği savunulmaktadır. Bu görüş eleştirel kuramcı araştırma grupları, katılımcı eylem araştırmacılarını içermektedir (Creswell & Clark, 2017). Pragmatik bakış açısı ve pragmatistler ise postpozitivizmde olan öncül koşullardan ziyade eylem, durum ve sonuçları irdeler. Karma yöntem araştırmalarının felsefi temeli olarak, araştırmanın problemini anlayıp çözmeye yönelik çoklu yaklaşımların ve yöntemlerin kullanıldığı görölmektedir. Pragmatizm karma yöntem araştırmalarında uygulama alanı bulmaktadır. Karma yöntem araştırmacıları, elde edilen verilerin temele alınan problem durumu ile ilişkili olarak en iyi şekilde anlaşılması için hem nicel hem de nitel veri toplama ve analiz yöntemlerini kullanırlar. Karma araştırmanın problem durumu ve amacı, nitel ve nicel verilerin araştırma kapsamında neden harmanlandığının gerekçesini oluşturur (Patton, 1990).

Araştırma yaklaşımlarının tarihsel gelişimi incelendiğinde, 19. yüzyılın sonlarından başlayıp 20. yüzyılın ortalarına kadar uzanan dönemde daha çok nicel yaklaşımların hakim olduğu görölmektedir. Daha sonra 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren nitel araştırmaların sayısı artmış ve bunun yanı sıra karma yöntem araştırmaları da gelişmiştir. Nicel araştırma

değişkenler arası ilişkilerin incelendiği nesnel kuramları test etmeye yönelik, nitel araştırma ise anlamları keşfetmeye yönelik yaklaşımlardır. Karma yöntem araştırması hem nicel hem de nitel yaklaşımların öğelerini bulundurmaktadır. Felsefi varsayımlar ile kuramsal çerçeveleri içeren araştırma desenlerinin kullanılmasını, nicel ve nitel verilerin toplanmasını ve bu iki veri türünün birbirini destekleyecek biçimde işlenmesini kapsayan araştırma yaklaşımıdır (Creswell & Creswell, 2017). Karma yaklaşımın temelindeki varsayım, nicel ve nitel yaklaşımların birlikte işlenmesinin araştırma problemi hakkında daha kapsamlı anlam oluşturulmasını sağlamasıdır. Nicel, nitel ve karma yöntem yaklaşımları kapsamında araştırma desenleri yapılan işlemlere yön verir (Plano Clark & Ivankova, 2016).

3.2.Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu ilk aşamada, Türkiye geneli yedi coğrafi bölgede yer alan 39 şehirdeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) matematik alanında Proje Üretimi ve Yönetimi (PÜY) programında devam etmekte olup rastgele seçilen 300 özel yetenekli oluşturmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan özel yeteneklilerinde devam ettikleri merkezde gelebilecekleri en son program düzeyi PÜY programı olup (MEB, 2019), aynı programda olsalar bile yeteneklerine göre ilerledikleri için sınıf seviyeleri farklılık göstermektedir. Araştırmanın birinci aşamasına katılan özel yeteneklilerin demografik özellikleri Tablo 3.1’de özetlenmiştir.

Tablo 3.1

Birinci Çalışma Grubunun Demografik Bilgileri

Değişken	Kategori	Katılımcılar	
		f	%
Cinsiyet	Kadın	115	38.33
	Erkek	185	61.77
Okul Türü	Devlet	218	72.66
	Özel	82	27.33
Coğrafi Bölge	Akdeniz	130	43.33
	Doğu Anadolu	25	8.33
	Ege	39	13.00
	Güneydoğu Anadolu	7	2.33
	İç Anadolu	47	15.66
	Karadeniz	34	11.33
	Marmara	18	6.00
Toplam		300	100.00

Tablo 3.1 incelendiğinde, araştırmanın ilk aşamasında yer alan katılımcılardan 115'inin (%38.3) kadın, 185'inin (%61.7) erkek olduğu ve 218'inin (%72.7) BİLSEM dışında devlet okulunda, 82'sinin özel okulda öğrenim görmekte olan toplamda 300 katılımcı olduğu görülmektedir. Ayrıca katılımcıların 39 farklı ilde öğrenim görmekte olduğu belirlenmiştir. Gönüllülük esası ve bu program düzeyinde katılımcı olmaması gerekçeleri ile katılımcıların sayıları bölgelere ve illere göre değişkenlik göstermiştir ve bazı illerden ise hiç katılımcı olmamıştır. En çok katılımcının olduğu il Antalya olup 94'ünün (%31.3) bu ilde öğrenim görmekte olduğu ve ardından sırasıyla 24 (%8.0) katılımcı ile Malatya ve 16 (%5.3) katılımcı ile Burdur'un olduğu belirlenmiştir.

Derinlemesine inceleme yapmak amacıyla, örneklem küçültülerek, nitel veriler nicel bir deney kapsamında toplanmaktadır (Creswell & Clark, 2017; Patton, 1987). Araştırmada, proje üretiminin derinlemesine incelenmesi amacıyla, ilk aşamadaki örneklem küçültülerek, nitel veriler nicel bir deney kapsamında toplanmıştır. İkinci aşamada araştırmanın çalışma grubunu ilk aşamaya katılan 300 özel yetenekli arasından amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenen 60 katılımcı oluşturmaktadır. Proje üretiminin derinlemesine incelenmesi için aynı merkezde matematik alanında PÜY programına devam eden çoğunluğun sağlanması amacı dikkate alınmıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında katılımcıların demografik özellikleri Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

Tablo 3.2 incelendiğinde, araştırmanın ikinci aşamasında deney ve kontrol gruplarında otuzar olmak üzere matematik alanına PÜYP'de devam etmekte olan toplam 60 katılımcı bulunmaktadır. Deney grubu 8 kadın (%26.66) ve 22 erkek (%73.33), kontrol grubunu 10 kadın (%52) ve 20 erkek (%48) olmak üzere her iki grupta katılımcıların cinsiyete göre benzer dağılımlara sahip olduğu görülmektedir. Deney grubu 15 devlet (%50) ve 15 özel (%50), kontrol grubunu 17 devlet (%56.6) ve 13 özel (%43.33) olmak üzere her iki grupta katılımcıların BİLSEM dışında devam ettikleri tam zamanlı okul türüne göre benzer dağılımlara sahip olduğu görülmektedir. Tablo incelendiğinde deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların sınıf seviyesine, yaşa ve BİLSEM deneyim yılına göre dağılımlarının benzer olduğu görülmektedir. Katılımcılar deney ve kontrol gruplarına yansız olarak atanmış ve araştırmaya katılımlarında gönüllü olmaları esas alınmıştır.

Tablo 3.2*İkinci Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri*

Değişken	Kategori	Deney		Kontrol	
		f	%	f	%
Cinsiyet	Erkek	22	73.33	20	66.66
	Kadın	8	26.66	10	33.33
	Toplam	30	100.00	30	100.00
Okul Türü	Devlet	15	50.00	17	56.66
	Özel	15	50.00	13	43.33
	Toplam	30	100.00	30	100.00
Sınıf	9	16	53.33	16	53.33
	10	10	33.33	8	26.66
	11	2	6.66	5	16.66
	12	2	6.66	1	3.33
	Toplam	30	100.00	30	100.00
	14	9	30.00	12	40.00
	15	14	46.66	11	36.66
Yaş	16	3	10.00	4	13.33
	17	2	6.66	1	3.33
	18	2	6.66	2	6.66
	Toplam	30	100.00	30	100.00
	4	2	6.66	0	.00
	5	2	6.66	3	10.00
	6	4	13.33	6	20.00
BİLSEM deneyim yılı	7	11	36.66	11	36.66
	8	6	20.00	3	10.00
	9	3	10.00	2	6.66
	10	2	6.66	3	10.00
	11	0	.00	2	6.66
	Toplam	30	100.00	30	100.00

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında hazırlanan nitel veri toplama araçları; görüşme, modelleme günlüğü, proje, akran öneri ve uzman öneri formlarıdır. Bu formlarda yer alan sorular ve rehber ifadeler oluşturulurken, matematiksel modelleme tabanlı proje geliştirme ve yansıtıcı düşünmenin kuramsal yapısı temele alınmıştır (Özbek & Köse, 2022; Özbek & Cho, 2022; Özbek & Köse, 2019; Schön, 1987). Hazırlanan taslak formlarda yer alan sorular ve rehber ifadeler için dil, ölçme ve değerlendirme, matematik eğitimi ve özel yetenekliler alanlarında doktora derecesine sahip, ayrıca özel yeteneklilerle deneyimi olan 10 uzmandan görüş alınmıştır. Dil ile ölçme ve değerlendirme alanlarından üçer uzman, özel yeteneklilerde matematik alanında dört uzman yer almıştır. Taslak formlar üzerinden uzman değerlendirme

formunu kullanarak görüş belirtmeleri sağlanmıştır (Bkz. Ek 6). Uzman görüşlerinin alınması, değerlendirilmesi ve belirtilen düzeltmelerin yapılması dört haftalık süreçte gerçekleştirilmiştir. Uygulama başlamadan önce nitel veri toplama araçlarında yer alan sorular ve rehber ifadeler katılımcılar tarafından yüksek sesle okunmuş ve sorularda yer alan bazı ifadeler daha iyi anlaşılabilmesi için değiştirilmiştir. Süreç boyunca, formlarda yer alan sorularda ve rehber ifadelerde başka değişiklik yapılmamıştır.

3.3.1. Kişisel Bilgi Formu

Katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır: (1) Cinsiyet; (2) Devam edilen BİLSEM; (3) Okul türü (devlet-özel); (4) Program düzeyi; (5) Sınıf; (6) Yaş; (7) Coğrafi bölge; (8) BİLSEM deneyim yılı.

3.3.2. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje geliştirme yeterliklerini belirlemek için araştırmacı tarafından geliştirilen 5'li likert tipi Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği (M²YÖ) kullanılmıştır (Özbek & Köse, 2022). Geliştirilen ölçek “tamamen katılıyorum”, “katılıyorum”, “orta derecede katılıyorum”, “katılmıyorum” ve “hiç katılmıyorum” şeklinde derecelendirilmiş olup ters kodlanması gerekli olan maddeler bulunmamaktadır (Bkz. Ek 1). Ölçek için ilgili alan yazın taranmış ve buna ek olarak öğrencilere sorulan açık uçlu soruların cevaplarından yararlanılarak madde havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan 41 maddelik taslak formla ilgili uzman görüşü almak için hazırlanan “uzman değerlendirme formu” kullanılmıştır (Bkz. Ek 6). Bu form kullanılarak 10 farklı uzmandan (dil, ölçme ve değerlendirme, matematik eğitimi ve özel yetenekliler alanlarında doktora yapmış ayrıca özel yeteneklilerle deneyimi olan) görüş alınmıştır. Dil ile ölçme ve değerlendirme alanlarından üçer uzman, özel yeteneklilerde matematik alanında dört uzman yer almıştır. Uzmanlardan gelen görüşler doğrultusunda gerekli olan ve olmayan maddeler, gerekli olup düzeltilmesi gereken maddeler ve öneriler belirlenmiştir. Uzmanların birbirlerinden bağımsız olarak maddelere ilişkin belirttikleri görüşlerine Tablo 3.3’de yer verilmiştir.

Tablo 3.3*Maddelerle İlgili Uzmanların Değerlendirmeleri*

Maddeler	Gerekli diyen uzman sayısı (G)	Gerekli değil diyen sayısı	KGO değerleri $[G/(N2)]-1$
1	10	0	1
2	10	0	1
3	9	1	1
4	9	1	.8
5	10	0	1
6	10	0	1
7	10	0	1
8	5	5	0
9	10	0	1
10	10	0	1
11	10	0	1
12	10	0	1
13	9	1	.8
14	10	0	1
15	5	5	0
16	10	0	1
17	10	0	1
18	10	0	1
19	10	0	1
20	4	6	-.2
21	10	0	1
22	10	0	1
23	10	0	1
24	10	0	1
25	10	0	1
26	9	1	.80
27	10	0	1
28	10	0	1
29	10	0	1
30	10	0	1
31	9	1	.8
32	10	0	1
33	10	0	1
34	10	0	1
35	9	1	.8
36	10	0	1
37	8	2	.6
38	10	0	1
39	10	0	1
40	10	0	1
41	10	0	1

Not: KGO= kapsam geçerlik oranı

Tablo 3.3 incelendiğinde çıkarılması gereken maddelerin istatistiksel bir yöntemle belirlenmesi için Kapsam Geçerlik Oranı (KGO) hesaplandığı görülmektedir (Adıgüzel,

2016). Maddeye gerekli diyen uzman sayısının (G) görüş bildirenlerin sayısının yarısına (N/2) bölünüp bir eksiği alınarak hesaplanan “[G(N/2)]-1” formülüne göre negatif ya da sıfır KGO değerlerine sahip olan maddeler (madde 8, 15 ve 20) atılmıştır (Adıgüzel, 2016). Kalan maddelerin KGO değerleri ise 0,05 düzeyinde hesaplanmış Kapsam Geçerlik Oranları (uzman sayısı 10 ise en küçük KGO 0,62) ile karşılaştırılmıştır (Alpar, 2012). Ayrıca kalan maddelerin KGO değer ortalamalarının hesaplanması ile elde edilen Kapsam Geçerlik İndeksi (KGI) değerinin .95 olduğu yani .67’nin üstünde olması koşulunun sağlandığı belirlenmiştir (Alpar, 2012). Bu düzeltmeler sonucunda 38 maddelik form oluşturulmuştur (Özbek & Köse, 2022).

Yapı geçerliğini belirlemek için madde sayısının 5-10 katı kadar katılımcı yer alan (Kline, 1994; Pett vd., 2003; Tavşancıl, 2005) 301 kişiden veri toplanmış ancak dokuz kişi uç değer olduğu için veri setinden çıkarılarak 292 kişi ile analizlere devam edilmiştir. Elde edilen verilerden açıklayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. Analiz sonuçlarına bağlı olarak 7 madde atılmış (12, 18, 19, 23, 24, 25, 26) ve 5 faktörlü 31 maddelik form elde edilmiştir. İkinci grupta 185 kişiden veri toplanmış ancak dördü uç değer olduğu için veri setinden çıkarılarak 181 kişi ile analizlere devam edilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılarak ölçek geliştirme süreci tamamlanmıştır.

Ölçeğin alt faktörleri ‘gerçek yaşam problemini belirleme’ (F1: madde 1, 2, 3), ‘Problemi anlama ve sadeleştirme’ (F3: madde 8, 10-14, 16), ‘Matematikselleştirme’ (F4: madde 17-19) ‘Matematikselsel olarak çalışma’ (F2: madde 4-7, 9, 15) ve ‘yorumlama ve doğrulama’ (F5: madde 20-31) şeklindedir. Kullanılan ölçeğin uyum indeksi değerleri ve uyum düzeyleri Tablo 3.4’te sunulmuştur.

Tablo 3.4

Ölçeğin Uyum İndeksi Değerleri

Uyum İndeksi	χ^2/sd	GFI	RMSEA	SRMR	IFI	NNFI	CFI	NFI	PNFI
Değer	2,00	.90	.07	.06	.97	.97	.97	.94	.86
Uyum	Mükemmel	İyi	İyi	İyi	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	İyi	Kabul edilebilir

Not: CFI = karşılaştırmalı uyum indeksi, GFI = uyum iyiliği indeksi, IFI = artımlı uyum indeksi, NFI = normlaştırılmış uyum indeksi,

NNFI = normlaştırılmamış uyum indeksi, PNFI = parsimony normlaştırılmış uyum indeksi, RMR = artık kareler ortalamasının karekökü, RMSEA = yaklaşık hata kareler ortalamasının karekökü.

Ölçeğin AFA ve DFA uygulamalarından sonra verilen son haline ilişkin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Cronbach alfa güvenirlik katsayıları Tablo 3.4’te sunulmuştur.

Tablo 3.5

Ölçeğin Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayıları

	Bütünü	F1	F2	F3	F4	F5
Cronbach Alfa	.958	.811	.900	.883	.820	.927
Madde sayısı	31	3	6	7	3	12

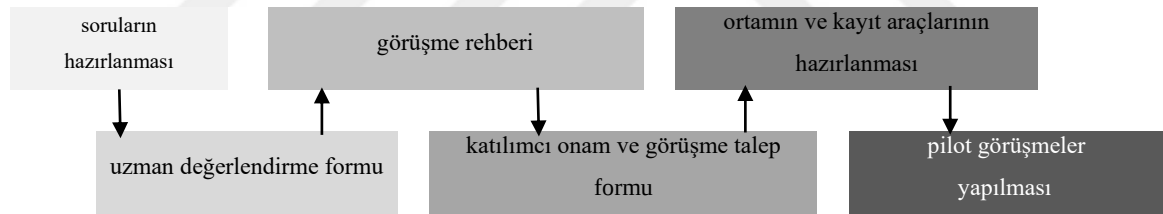
Tablo 3.4’te uyum indeksleri ve Tablo 3.5’te güvenilirlik katsayıları verilen 5 faktörlü 31 maddelik ölçek bu çalışmada matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yeterlikler kapsamında kullanılmıştır (Özbek & Köse, 2022).

3.3.3. Görüşme Formu

Katılımcıların modelleme sürecine ilişkin düşüncelerini ve deneyimlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmış ve kullanılmıştır. Görüşmelerin hazırlık sürecinde izlenen adımlar Şekil 3.1’de özetlenmiştir.

Şekil 3.1

Görüşme Hazırlık Süreci



Şekil 3.1 aşamaları takip edilerek form hazırlanmış olup, uzmanların görüşleri doğrultusunda taslak halinde yer alan sorulardan bazılarına alt sorular eklenmiştir. Görüşme formunda 15 açık uçlu soru (süreci değerlendirme ve yansıtma vb.) ve bu sorular altında 21 alt soru (güçlü ve zayıf yönleri, değişiklik önerileri vb.) bulunmaktadır (Bkz. Ek 3). Formda yer verilen sorulardan ve alt sorulardan bazıları “Yapacaklarınızı/yaptıklarınızı genel olarak nasıl değerlendirirsiniz? Güçlü bulduğunuz yönleriniz nelerdir? Zayıf bulduğunuz yönleriniz nelerdir? Yaşadığınız/yaşayacağınızı düşündüğünüz olumlu/olumsuz durumlar nelerdir? Nedenleri nedir? Açıklar mısınız?” şeklindedir.

3.3.4. Modelleme Günlüğü

Katılımcıların haftalık olarak modelleme tabanlı proje üretimi süreçleri üzerinde düşünmeleri ve deneyimlerini not etmelerinin sağlanması ve sürecin daha iyi analiz edilmesi amacıyla hazırlanmış ve kullanılmıştır. Uzmanlar tarafından belirtilen görüşler doğrultusunda

taslak halinde yer verilen açık uçlu soruların tamamı daha serbest yazmalarının sağlanması gerekçesi ile rehber ifadelerle dönüştürülmüştür. Günlükte yer alan rehber ifadeler yedi kategori altında toplanmış olup bu kategoriler ve altlarında kaçır rehber ifade yer aldığı şu şekildedir; gerçek yaşam probleminin belirlenmesi (14), problemin anlaşılması ve sadeleştirilmesi (12), matematikselleştirme (9), matematiksel olarak çalışma (13), yorumlama (10), doğrulama (10), süreci genel yansıtmaya (4). Ayrıca katılımcıların örnekler verebilmelerini ve daha çok açıklama yazabilmelerini sağlayacak alt ifadeler yer almaktadır (Bkz. Ek 2). Rehber ifadelerden bazıları “*Gerçek yaşam problemini çözmek için gerekli olan varsayımlarıma ilişkin düşüncelerim:...Nedenleri:...*” şeklindedir.

3.3.5. Proje Formu

Katılımcıların ürettikleri projeler, nasıl bir gelişme gösterdiklerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Üretilen projelere ilişkin detaylar, katılımcılar tarafından aşamaları tamamladıkça veri girişi yapılan ve raporlaştırılan formdan elde edilmiştir. Proje formuna belirledikleri başlıktan yararlandıkları kaynaklara kadar tüm bölümleri yazmışlardır. Formda yer alan örnek ifadelerden biri “*Varsayımlarımı, oluşturduğum matematiksel modeli, modelin çözümünü ve tüm süreci doğrulamak için yaptıklarım:... Nedenlerine ilişkin açıklamalarım:...*” şeklindedir.

3.3.6. Akran öneri formu

Katılımcıların birbirlerinin modelleme projelerine katkı sağlamaları amacıyla akran öneri formu hazırlanmış ve kullanılmıştır. Hazırlanan formda yer alan rehber ifadeler oluşturulurken nedenlerini açıklayarak öneride bulunmalarını sağlamaları dikkate alınmıştır. Formda katılımcıların yaptıklarına yönelik, yapmayı planladıklarına yönelik, çalışmasını daha iyi hale getirebilmesine yönelik ve benzeri öneriler kategorilerinde rehber ifadeler yer almaktadır. Daha çok açıklama yazılmasını sağlayacak gerekçelendirme ifadelerine yer verilmiştir (Bkz. Ek 4). Formda yer alan rehber ifadelerden bazıları “*Yaptıklarına yönelik önerilerim ve nedenleri:...*” ve “*Yapmayı planladıklarına yönelik önerilerim ve nedenleri:...*” şeklindedir.

3.3.7. Uzman öneri formu

Katılımcıların alan uzmanlarından modelleme proje alanları ile ilgili aldıkları önerileri belirlemek amacıyla hazırlanmış ve kullanılmıştır. Formda katılımcıların yaptıklarına yönelik, yapmayı planladıklarına yönelik, çalışmasını daha iyi hale getirebilmesine yönelik ve benzeri

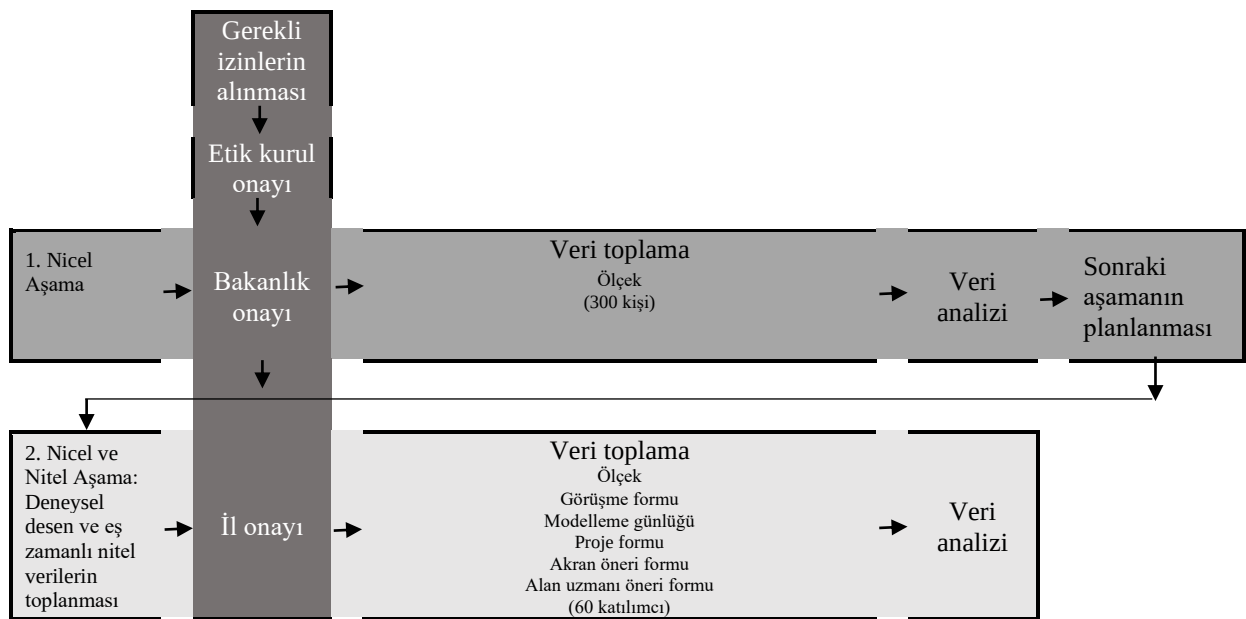
önerileriler kategorilerinde rehber ifadeler yer almaktadır. Daha çok açıklama yazılmasını sağlayacak gerekçelendirme ifadelerine yer verilmiştir (Bkz. Ek 5). Formda yer alan rehber ifadelerine bir örnek “*Daha iyi hale getirebilmeme yönelik öneriler ve nedenleri:...*” şeklindedir.

3.4. Veri Toplama Süreci

Gerekli tüm izinlerin alınması süreci iki aylık zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü, Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’ndan uygunluk kararı ve onayı alınmıştır (55578142-050.01.04-E.134477 sayılı evrak, 149 sayılı karar). Araştırmanın birinci aşamasında yapılan Türkiye geneli uygulama için Millî Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma-Geliştirme ve Projeler Daire Başkanlığından uygunluk kararı alınmıştır (27250534-604.01.01-E.23280831 sayılı evrak, 37257 sayılı karar). Araştırmanın ikinci aşamasında yapılan uygulama için Antalya İl Milli Eğitim Müdürlüğü, Araştırma Değerlendirme ve İnceleme Komisyonu tarafından “Milli Eğitim Bakanlığına Bağlı Okul ve Kurumlarda Yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İznilerine Yönelik İzin ve Uygulama Genelgesi” gereğince uygunluk kararı alınmıştır (98057890-605.01-E22518261 sayılı evrak, 37380 sayılı başvuru, 22383045 sayılı karar). Gerekli izinlerin alınmasından sonra araştırma Şekil 3.2’de sunulduğu gibi aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.2.

Araştırma Süreci



Şekil 3.2 incelendiğinde ilk aşamada 300 katılımcıya M²YÖ uygulanarak veri toplanmıştır. Sonraki aşamaya geçmeden önce ilk aşamasından elde edilen verilerin analizi ve raporlaştırılması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgu ve sonuçlara dayalı olarak araştırmanın ikinci aşamasında yapılacakların planlanması yapılmıştır. Deneysel aşama 60 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veri kaynakları bu aşamanın nicel verilerini oluşturan M²YÖ ve bu aşamanın nitel verilerini oluşturan görüşme formu, modelleme günlüğü, proje formu, akran öneri formu, alan uzmanı öneri formundan oluşmaktadır.

Veri toplama sürecinde araştırmanın ilk aşamasında yapılan tarama iki aylık zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Bunun için tüm illerde bulunan BİLSEM'lere (Bkz. Ek 8) matematik alanında PÜY programında devam eden özel yeteneklilerin doldurması için ölçek alınmış olan izin onayları ile birlikte gönderilmiştir. Araştırma ile ilgili detaylı açıklamalar yapılarak katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş, gönüllü olarak araştırmaya katılımları ve 'katılımcı onam formu' (Bkz. Ek 7) doldurmaları sağlanmıştır. Katılımcıların ölçeği yanıtlama süresi toplam 30 dakika olarak belirlenmiştir. Farklı illerde yer alan bazı merkezlerden, yeni açıldıkları için bu program düzeyinde katılımcıların olmadığı ve gönüllü katılımın sağlanmadığı gibi gerekçeler ile veri toplanamamıştır. Araştırmanın sonraki aşamasına geçmeden önce ilk aşamasından elde edilen verilerin analizi ve raporlaştırılması ile modelleme tabanlı proje üretimine ilişkin mevcut durum ve yapı belirlenmiştir. Mevcut yeterlikler, düzey ve yapı göz önünde bulundurularak, proje üretimine nasıl katkı sağlanabileceğine ilişkin tasarım sürecine geçilmiştir.

Yaratıcı proje üretkenliğini temele alan, özel yeteneklilere yönelik matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin planlaması yapılmıştır. Tasarım, uygulama ve değerlendirme süreçlerine ilişkin yurt dışında işbaşı gözlemler yapılmıştır. Özel yeteneklilerde yaratıcı üretkenliğe ve modelleme tabanlı proje geliştirmeye yönelik program uygulamaları tasarıma yansıtılmıştır. Bu verilerle birlikte ilk aşamada elde edilen bulgu ve sonuçlar temele alınarak matematiksel modelleme tabanlı PÜYP tasarlanmıştır. Ayrıca özel yeteneklilerin modelleme tabanlı proje geliştirmeleri üzerine kuramsal ve teorik çerçeve tasarım, uygulama, veri toplama ve veri analizi olmak üzere her aşamada kullanılmıştır (Bishop, 2000; MEB, 2019; Özbek & Köse, 2022; Özbek & Cho, 2022). Ayrıca özel yeteneklilerin devam ettikleri program düzeyleri ve gereklilikleri göz önünde bulundurulmuş, çerçeve matematik etkinlik programı, etkinlik ve kazanımları da incelenmiştir (MEB, 2019; Özbek & Dağyar, 2022). Tüm süreç ve kısmi olarak süreçteki her aşama ve her hafta kendi içinde yansıtma döngüsü sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Yansıtıcı düşünmenin fakındalık durumları ile başlayıp düzenleme, yeniden düzenleme ve sonraki uygulama planı kararları alınması ile devam eden

döngüsellığı modelleme tabanlı proje üretimi sürecinde ve kısmi yaklaşımla her faktöründe sağlanmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında elde edilen sonuçlardan katılımcıların en çok zorlandıkları aşamaların kısmi olarak gelişimine dikkat edilerek uygulama tasarlanmıştır. Belirledikleri gerçek yaşam problemleri üzerine modelleme tabanlı proje üretimi süreçlerini takip ederek özgün model üretmeleri için çatı oluşturulmuştur. Her aşamada raporlama yapımları sağlanarak süreç boyunca desteklenmişlerdir.

Uygulama yapılması ve eş zamanlı verilerin toplanması güz, bahar ve yaz dönemini kapsayan zaman diliminde gerçekleştirilmiştir (Bkz. Tablo 3.6). Araştırmanın yürütüldüğü kurum BİLSEM olduğu ve bu merkezlerde eğitim-öğretim üç dönemde yürütülebildiği için tatil dönemleri dışında uygulama sürecinin devamlılığı sağlanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki katılımcılara uygulama başlamadan önce süreç, veri toplama araçları ve bu araçlarla nasıl veri toplanacağı izin onayları ile birlikte araştırmacı tarafından açıklanmıştır. Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş, gönüllü olarak araştırmaya katılımları ve “katılımcı onam formu” doldurmaları sağlanmıştır (Bkz. Ek 7). BİLSEM program esaslarında da belirtildiği şekilde, araştırma süreci boyunca katılımcılarla haftalık proje oturumlarında (4 ders saati) bir araya gelinmiştir (MEB, 2019). BİLSEM programlarının grup mevcuduna ilişkin esasları doğrultusunda katılımcılar altışar kişilik gruplara rastgele dağıtılmış olup, her grup ile haftada bir olmak üzere proje oturumları düzenlenmiştir. Kontrol grubunda proje oturumları BİLSEM programlarından PÜYP ilke ve esaslarına uygun olarak yürütülmüştür (Bkz. Tablo 3.6). Her iki grupta bulunan katılımcılar her hafta proje aşamalarında bireysel hızlarına göre ilerleme konusunda desteklenmişlerdir. Basılı ve online kaynaklardan yararlanma, alan uzmanlarından öneri alma, akranlarını ile işbirliği içerisinde çalışarak öneri alma, proje danışman öğretmeni tarafından geribildirim alma konularında desteklenmişlerdir. Sürecin başında, sonunda ve sonrasında olmak üzere ön-son-kalıcılık testi uygulanmıştır. Kalıcılık testi son testlerden 8 hafta sonra uygulanmıştır (Bkz. Tablo 3.6).

Deney grubundaki katılımcılar haftalık proje oturumlarının başında kendi proje çalışmaları ile ilgili yaptıklarını ve yapmayı planladıklarını gruptaki diğer katılımcılarla yaklaşık 5 dakikalık sürelerde tartışmışlardır. Bu paylaşımların amacı motivasyonu artırmak, neyin nasıl yapıldığı ve yapılacağı konusunda planlı hareket edilmesini sağlamak ve planlananların yeterli olup olmadığı üzerine düşünmelerini sağlamaktır. Aynı grupta bulunan altışar katılımcı kendi proje çalışmalarına devam etmişlerdir. Sürecin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.6*Proje Üretimi ve Yönetimi Süreci*

İşlem	Hafta	Proje Üretimi ve Yönetimi Süreci				
		Deney Grubu			Kontrol Grubu	
		Uygulama	Bileşenler	Yansıtıcı bileşenler	Uygulama	Bileşenler
Oryantasyon ve planlama	-3	Süreç bilgilendirme toplantısı; Veri toplama araçlarının tanıtımı, sesli okunması ve anlaşılabilir ifadelerin düzeltilmesi; Katılımcı onam formunun tamamlanması; Araştırmacı günlüğüne notların alınması.				
Ön-test	-2	Ön-test uygulama				
Ön-görüşme	-1	Ön-görüşme yapma				
Haftalık proje geliştirme oturumları	1-4	Gerçek yaşam problemini belirleme (Problemi fark etme, duyarlılık gösterme ve belirtme)	-Modelleme günlüğü	-Farkındalık durumu	Araştırma ve inceleme faaliyetleri (Alan yazın tarama)	Proje formu
	5-7	Problemi anlama (Bileşenleri anlamlandırma)	öneri formu	kararları	Proje konusu belirleme	
	8-10	Sadeleştirme (Varsayımları belirleme, plan yapma, uygun strateji ve yöntem seçme, değişkenleri açıklama)	-Uzman öneri formu	-Yeniden düzenleme	Problem durumunun belirtilmesi	
	11-15	Matematikselleştirme (Uygun matematiksel yöntemleri kullanma, model kurma)	-Proje formu	-Sonraki uygulama planı	Problem durumu üzerinde çalışma (Değişkenleri ve bileşenleri açıklama)	
Görüşme	15	Uygulama ortası görüşme yapılması				
Haftalık proje geliştirme oturumları	16-22	Matematiksel olarak çalışma (Modeli çözerek sonuçlara ulaşma, matematiksel ilişkileri ve yapıları kurma ve matematik bilgilerini çözümde kullanma)			Proje üzerinde çalışma (Yöntemleri seçme, kullanma)	
	23-26	Yorumlama (Modelin ve çözümün gerçek yaşamda anlamını, uygulanabilirliğini, yararlılığını ve gerekliliğini analiz edip açıklayarak yorum yapma)			Proje üzerinde çalışma (Bulgulara ulaşma, ürüne dönüştürme)	
	27-30	Doğrulama (Varsayımların, çözümün, modelin doğruluğunu belirleme ve eğer hatalar varsa bunları düzeltme)			Sonuçlandırma (Sonuçlara ulaşma, kontrol sağlama, raporlama)	
Son-görüşme	31	Uygulama sonrası görüşme yapma				
Son-test	32	Son-test uygulama				
Kalıcılık-test	38	Kalıcılık-testi uygulama				

Tablo 3.6 incelendiğinde deney grubundaki katılımcıların proje oturumlarında akran sunumları yapma, modelleme günlükleri yazma, akran önerisi verme ve alma, alan uzmanına

danışma ve öneri alma, uygulama öğretmeninden dönüt alma gibi bileşenleri gerçekleştirmeleri desteklenmiş ve ayrıca her aşamanın sonunda proje formunun ilgili bölümünü doldurmaları sağlanmıştır. Aşamaları daha erken tamamlayabilen katılımcılar bir sonraki aşamaya geçmemiştir. Bunun yerine diğer katılımcılar tamamlayana kadar proje oturumlarında diğer katılımcılara destek olmuşlar hem de kendi çalışmaları için destek alarak derinleştirmişlerdir. Böylece hem kendi hızlarında süreçte ilerlemeleri desteklenmiş hem de katılımcılar arası büyük aşama farklarının önüne geçilmiştir. Bileşenler ile ilgili veri toplama süreci ayrı başlıklar halinde açıklanmıştır:

Modelleme Günlüğü: Katılımcılara her hafta notlar alabilecekleri şekilde düzenlenmiş ve katılımcıların sayısı kadar basılı hale getirilmiş günlükler süreç başında dağıtılmıştır. Katılımcılar süreç boyunca her hafta bir araya geldikten sonra proje çalışmalarında yaptıklarını dikkate alarak günlüklerini doldurmuşlar ve bir sonraki hafta teslim etmişlerdir. İlgili haftanın günlükleri her hafta düzenli olarak toplanmış ve verilerin analizi için çoğaltılmıştır. Günlükler katılımcılara rehberlik sağlamak amacıyla danışman öğretmen tarafından bireysel geribildirimde bulunularak geri dağıtılmıştır.

Proje Formu: Katılımcılara süreç sonunda ortaya koydukları proje çalışmalarını alt başlıklara göre yazılı bir rapor haline getirebilmeleri için form sayıları kadar basılı hale getirilerek süreç başında dağıtılmıştır. Katılımcılar modelleme tabanlı proje üretimi sürecinin her aşamasını tamamlayıp bir sonraki aşamaya başlamadan önce yaptıklarını dikkate alarak formu doldurmuşlardır. Formlar dolduruldukça düzenli olarak toplanmış ve verilerin analizi için çoğaltılmıştır. Formlar katılımcılara rehberlik sağlamak amacıyla bireysel geribildirimde bulunularak geri dağıtılmıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme: Katılımcılarla sürecin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmelerinin esaslarına uygun olarak katılımcılar görüşmeler sırasında, altışar kişilik grup içerisinde bulundukları diğer katılımcılarla etkileşim halinde olmuşlar (Yıldırım ve Şimşek, 2016) ve akranlarına serbestçe öneride bulunabilmişlerdir. Görüşmeler sırasında katılımcıların düşüncelerini nedenlerini belirterek açıklamalarını sağlamaya önem verilmiştir. Bu sürecin bir öğrenme süreci olduğunu göz önünde bulundurmaları görüşmeler sırasında sık sık hatırlatılmıştır. Görüşmeler ilk, orta ve son hafta proje oturumlarından sonra aynı ortamda yapılmıştır. Altışar kişilik beş grubun her biri ile sürecin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere gerçekleştirildiği için toplamda

15 görüşme yapılmıştır. Her görüşme yaklaşık 90 dakikalık sürede gerçekleştirilmiştir. Önceden belirlenmiş sorular sorulurken aynı zamanda görüşmelerin esnekliğe izin veren bir sohbet atmosferinde geçmesi sağlanılmaya çalışılmış ve katılımcıların birbirlerini görebilecekleri şekilde oturma düzeni sağlanmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı kullanılması konusunda katılımcıların sözlü onayı alındıktan sonra kayıt altına alınmıştır.

Akran Öneri Formu: Katılımcılar süreç boyunca bir araya geldiklerinde birbirlerinin matematiksel modelleme tabanlı proje çalışmalarını izleme ve takip etme imkanı bulmuşlardır. Aynı grupta bulunan 6 katılımcının her biri diğer beş katılımcıdan kendi çalışması ile ilgili haftalık olarak öneri alabilmiştir. Birbirlerinin proje çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla katılımcılar akran öneri formuna ilgili çalışma için önerilerini not almışlardır. Uygulama süreci başlamadan önce katılımcılara birbirlerine öneride bulunmanın asıl amacının gelişimlerini desteklemek olduğu ve nedenlerini belirterek (gerekçelendirerek) öneride bulunmaları gerektiği açıklanmıştır. Formlar dolduruldukça düzenli olarak araştırmacı tarafından toplanmış ve verilerin analizi için çoğaltılmıştır. Formlar öneri alan katılımcılara geri dağıtılmış ve süreç boyunca ihtiyaç duyduklarında faydalanabilmeleri için onlarda bırakılmıştır.

Uzman Öneri Formu: Katılımcılar süreç boyunca kendi modelleme projelerini yaptıkları alanlarda (fizik, coğrafya vb.) kendi belirledikleri alan uzmanları ile (doktora eğitimini tamamlamış uzman, akademisyen vb.) bireysel olarak iletişime geçerek bilgi ve öneri alma imkanı bulmuşlardır. Araştırma kapsamında yer alan 15 alan uzmanının uzmanlık alanları (tarih, fizik, mimari, çevre kirliliği, astronomi ve uzay bilimleri, teknoloji tasarım, spor, biyoloji, kimya, bilişim teknolojileri, coğrafya, havacılık ve uzay teknolojileri, trafik ve ulaşım, siber güvenlik ve mühendislik) deney grubundaki katılımcıların proje üretim süreçleri içerisinde gerçek yaşam problemini belirledikleri alanla ilişkili olup katılımcılar uzmanları ihtiyaç duydukları aşamada öneri almak için kendileri belirlemişlerdir. Her katılımcı kendi matematiksel modelleme çalışmasında ilerlerken desteğe ihtiyaç duyduğu aşamada istediği hafta istediği alandaki istediği uzmandan öneri alabilmiştir. Alan uzmanları katılımcıların modelleme çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla öneride bulunmuşlar ve önerileri katılımcı tarafından formun ilgili alanına not alınmıştır. Katılımcılara uygulama süreci başlamadan önce alan uzmanına başvurmanın asıl amacının eksiklik hissedilen noktalarda öneri almak ve fikir alışverişinde bulunmak olduğu ve uzmana başvurdukları konularda nedenlerini sorgulayarak (gerekçelendirerek) öneri almaları gerektiği açıklanmıştır. Formlar

dolduruldukça düzenli olarak araştırmacı tarafından toplanmış ve verilerin analizi için çoğaltılmıştır. Formlar öneri alan katılımcılara geri dağıtılmış ve süreç boyunca ihtiyaç duyduklarında faydalanabilmeleri için kendilerinde kalmaları sağlanmıştır.

Deney grubu katılımcıları gerçek yaşam problemini belirleyerek modelleme projesi üretimine başlamışlardır. Modelleme tabanlı proje üretiminin her aşaması üzerine öncesinde, sırasında ve sonrasında yansıtma yapmaları desteklenmiştir. Süreç modellemenin yanı sıra yansıtıcı düşünmenin kuramsal yapısı da dikkate alınarak döngüsel olarak yapılandırılmıştır. Katılımcıların modelleme süreci ya da aşamalarında farkındalık durumları üzerine başlayan yansıtıcı düşünme döngüleri, aldıkları düzenleme kararları, daha iyi getirmek için belirledikleri yeniden düzenleme kararları ve ileriki uygulama planlarına odaklanılmıştır. Böylece modelleme tabanlı proje üretiminin ne gibi durumlar üzerine nasıl yapıldığının uygulamada incelenmesi, gelişiminin desteklenmesi ve gelişimine katkı sağlayan faktörlerin belirlenmesi sağlanmıştır. Sürecin başında gerçek yaşam problemini belirledikten sonra sadeleştirilmesi, matematikselleştirilmesi, model kurması, modele bağlı çözüme ulaşması, yorumlaması ve doğrulaması gibi aşamaların kısmi olarak geliştirilmesi için çatı oluşturulmuştur. Böylece katılımcıların proje üretimleri ve buna yönelik yeterli gelişimleri desteklenmiştir. Ayrıca gerçek yaşam probleminin belirlenmesi yani rahatsızlık algısı ile başlayan ve oluşturulan matematiksel modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma yani bir sonraki tasarım kararlarına kadar ilerleyen süreçte yansıtıcı düşünme becerilerinin kullanılması da mümkün olmuştur.

3.5.Verilerin Analizi

Araştırmanın sorularına ilişkin elde edilen verilerin analizleri Tablo 3.7’de özetlenmiştir. Tablo 3.7 incelendiğinde, nitel analizlerde hangi veri kaynağının kullanıldığı belirtilmiştir. Bu veri kaynakları kullanılarak ulaşılan katılımcı kararlarının, ifadelerinin, tabloların diğer nitel veri kaynaklarından elde edilen verilerle birbirlerini destekleme ve doğrulama durumuna bakılmıştır. Örneğin günlüklerde yer alan ifadeler ilgili katılımcının proje formu kullanılarak öyle yapıp yapmadığı doğrulanmıştır. Son araştırma sorusuna yanıt aramak için uygulama öncesi, ortası ve sonu görüşmeleri en önemli veri kaynağı olmuştur. Bu verilerin yanı sıra katılımcı ifadeleri ile ulaşılan faktörlerin, modelleme günlükleri, ekran öneri formu, uzman öneri formu ve proje formundan elde edilen verilerle birbirlerini destekleme durumuna bakılmış ve doğrulanmıştır.

Tablo 3.7**Verilerin Analizi**

Aşama	Araştırma soruları	Veri kaynakları	Teyit ve tutarlık incelemesi	Analizler
Betimsel	1) Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yeterlik puanlarına ilişkin yapısal model nasıldır?	Ölçek		Betimsel istatistik ve Korelasyon Doğrulayıcı Faktör Analizi McDonald's Omega (ω) iç tutarlılık Yapısal Eşitlik Modeli
	2) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerini etkilemekte midir?	Ön-son-kalıcılık Ölçümleri		ANCOVA Bonferroni çoklu karşılaştırma testi Friedman, Wilcoxon işaretli sıralar ve Mann Whitney U testleri
Deneyssel desen ile birlikte nitel verilerin toplanması	3) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP özel yeteneklilerin proje üretimleri bağlamında etkili midir?	Proje formu	-Modelleme günlüğü -Akran öneri formu -Uzmanı öneri formu	İçerik analizi Tümdengelimli tematik yaklaşım ve analiz
	4) Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimleri nasıldır?	Modelleme günlüğü	Proje formu	
	5) Özel yetenekliler matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini nasıl kullanmaktadırlar?	-Modelleme günlüğü -Proje formu -Akran öneri formu -Uzman öneri formu	Görüşme formu	
	6) Özel yetenekliler ne gibi etkenler üzerine matematiksel modelleme tabanlı proje üretmektedirler?	Modelleme günlüğü	Proje formu	
	7) Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerine katkı sağlayan faktörler nelerdir?	-Görüşme formu	-Modelleme günlüğü -Proje formu -Akran öneri formu -Uzman öneri formu	

3.5.1. Nicel verilerin analizi

Analizlerde SPSS 26.0 ve Mplus 8.5 programları kullanılmıştır. Elde edilen verilerin SPSS 26 paket programına aktarılması ve numara ekleme işlemlerinden sonra hatalı veri girişi kontrolü yapılmıştır. Analizlere başlamadan önce kayıp değerler ve uç değerler incelenmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında elde edilen verilerden oluşturulan veri setinde kayıp değer bulunmamaktadır. Uç değer incelemeleri sonucunda 10 birey (47, 123, 140, 209, 221, 222, 224 267, 285 ve 306 numaralı katılımcılar) veri setinden çıkarılmıştır. Araştırmanın deneysel aşamasında elde edilen verilerden oluşturulan veri setinde kayıp değer ve uç değer olmadığı belirlenmiştir (Çokluk vd., 2018). Yapısal eşitlik modeli için örneklem büyüklüğünün en az 200 olması gerektiği belirtildiğinden (Kline, 2005; Möbius, 2003) veri seti analizlere

başlamak için uygundur. Elde edilen toplam puanların dağılımlarının normalliği gibi varsayımlar incelenmiştir.

Ölçek geçerliğini test etmek amacıyla yapı geçerliği incelenmiş ve Doğrulamalı Faktör Analizi yapılmıştır. Ölçek güvenirliğinin incelenmesine önerilen yöntemlerden olan McDonald's Omega (ω) iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır (Hayes & Coutts, 2020). Elde edilen puanlar, betimsel istatistikler ve Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu hesaplanarak incelenmiştir. Özel yeteneklilerde, matematiksel modelleme tabanlı proje üretiminin yapısını ve puanlar arasındaki yordayıcılığı belirlemek için Yapısal Eşitlik Modeli kullanılmıştır. Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi beş faktörden oluşan yapıda yer almıştır. Model uyumunu değerlendirmede uyum indekslerine bakılmıştır (Çokluk vd., 2010; Yılmaz & Çelik, 2009).

Araştırmanın deneysel aşamasında, modelleme tabanlı PÜYP'nin matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik puanlarına etkisini belirlemek amacıyla varsayımları sağlanan tekrarlı ölçümler için tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki katılımcıların ön-son-kalıcılık puanları arasında farkları belirlemeye yönelik Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Faktör puanlarını analiz etmek için Friedman, Wilcoxon işaretli sıralar ve Mann Whitney U testleri kullanılmıştır (Çokluk vd., 2018).

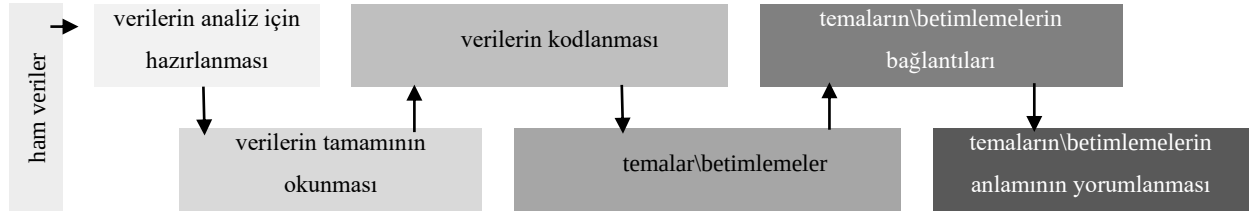
3.5.2. Nitel verilerin analizi

Nitel verilerin analizinde tematik yaklaşım ve analiz ile içerik analizi kullanılmıştır (Creswell & Creswell, 2017; Fereday & Muir-Cochrane, 2006; Lindorff & Sammons, 2018). Tematik yaklaşım ve analiz için veri seti kategorize edilmiş, yapılandırılmış ve ayrıntılı olarak sunulmuştur (Ayres, 2008; Braun & Clarke, 2006). Veriler üzerinde temele alınan kuramsal çerçeve ve modele göre ayrıntılı kodlama gerçekleştirilmiştir (Glaser 1992; Sammons vd., 2014).

Araştırma kapsamında elde edilen nitel verilerin içerik analizi ile analiz edilmesi sürecinde Şekil 3.3'te özetlenen basamaklar bir çerçeve oluşturmakla birlikte verilerin yapısına göre her zaman sunulan sırada gerçekleşmemiş ve bazı basamaklar birbiriyle ilişkilendirilebilmiştir (Creswell & Creswell, 2017).

Şekil 3.3

Nitel Veri Analizi



Şekil 3.3 incelendiğinde ilk basamak verilerin analiz için hazırlanmasıdır. Bu kapsamda yapılmış olan görüşmelerin ses dosyası bilgisayar ortamına aktarılarak Tablo 3.8’de özetlendiği gibi görüşmelerin yapıldığı katılımcıların kodları, tarih, saat ve süre bilgilerini içeren görüşme takip çizelgesi oluşturulmuştur.

Tablo 3.8

Görüşme Takip Çizelgesi Örneği

Odak Grup Görüşmesi	Katılımcı Kodları	Süre (dk.)	Hafta	Yer
Uygulama öncesi	K1, K2, K3, K4, K5, K6	75	1	Matematik birimi
	K7, K8, K9, K10, K11, K12	60		
	K13, K14, K15, K16, K17, K18	70		
	K19, K20, K21, K22, K23, K24	60		
	K25, K26, K27, K28, K29, K30	80		
Uygulama ortası	K1, K2, K3, K4, K5, K6	80	15	
	K7, K8, K9, K10, K11, K12	90		
	K13, K14, K15, K16, K17, K18	85		
	K19, K20, K21, K22, K23, K24	80		
	K25, K26, K27, K28, K29, K30	90		
Uygulama sonrası	K1, K2, K3, K4, K5, K6	90	30	
	K7, K8, K9, K10, K11, K12	90		
	K13, K14, K15, K16, K17, K18	90		
	K19, K20, K21, K22, K23, K24	90		
	K25, K26, K27, K28, K29, K30	90		

Tablo 3.8’de belirtilen görüşme kayıtlarındaki katılımcı ifadeleri olduğu gibi hiç değiştirilmeden yazıya geçirilmiş ve anlaşılması zor ifadelerin yanına açıklama notları eklenmiştir. Görüşmelerin yanı sıra modelleme günlüğü, proje formu, akran öneri formu ve uzmanı öneri formu bilgisayar ortamında yazılı hale getirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Dökümanlar odak grup görüşmesi takip çizelgesindeki iletişim bilgileri aracılığıyla katılımcılarla paylaşarak, eklemek ya da çıkarmak istedikleri bölümler olup olmadığını

sorulmuş ve tüm katılımcılardan onay alınmıştır. Ardından araştırmacı tarafından nitel verilerin tamamı okunmuş ve bu sayede genel anlamın ne olduğuna ilişkin derinlemesine düşünme fırsatı elde edilmiştir. Veriler kategorilere ayrılıp bu kategoriler isimlendirilmiştir. Ayrıca temalar kuramsal model içinde her bir katılımcı ve genel betimleme için analiz edilmiştir. Şekil 3.4'te temaların ve betimlemelerin bağlantıları basamağı nitel bulguların nasıl sunulduğunu kapsamaktadır. Bu araştırmada her bir katılımcının temaları ve betimleyici bilgileri tablolarda sunulmuştur. Sunulan temaların ve betimlemelerin anlamları yorumlanmıştır. Araştırmalarda kodların ve kavramların kullanılması, toplanan verilerden oluşturulması, var olanların kullanılması ve var olanlarla birlikte araştırmada oluşturulanların birlikte kullanılması olarak üç şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Creswell & Creswell, 2017). Bu araştırma kapsamında verilerin analizinde var olan kuramsal çerçeve ve model temele alınmakla birlikte elde edilen verilerden oluşturulanların birbirleriyle ilişkili olarak araştırma kapsamında nasıl temele alındıkları Tablo 3.9'da ve Tablo 3.10'da özetlenmiştir.

Tablo 3.9 ilk satır incelendiğinde ilk sütun aşamaları, ikinci sütun açıklamasını, üçüncü sütun alt kategorilerini, dördüncü sütun analizler sonucu ulaşılan örnek katılımcı kararlarını ve son sütun ilgili katılımcı alıntılarını belirtmektedir. Tablo 3.10 incelendiğinde ise modelleme tabanlı proje üretiminin her bir aşamasında, yansıtıcı düşünme döngüsüne göre farkındalık durumu üzerine alınan düzenleme, yeniden düzenleme ve sonraki uygulama plan kararlarının analizlerinin nasıl yapıldığı belirtilmiştir. İkinci sütun yansıtıcı düşünme kararlarını, üçüncü sütun açıklamaları, dördüncü sütun analizler sonucu ulaşılan örnek kategorileri ve son sütun ilgili katılımcı alıntılarını belirtmektedir. Analizlerde yansıtıcı düşünme, farkındalık durumu ile başlayıp bu durumu çözmek için alınan düzenleme, yeniden düzenleme ve sonraki uygulama planı kararları ile devam eden döngüsel bir süreç olarak temele alınmıştır.

Tablo 3.9

Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimi Örnek Analiz

Modelleme döngüsü	Açıklama	Alt kategoriler	Katılımcı Kararları	Katılımcı Açıtları
Problemi belirleme	Gerçek yaşam problemini belirleme	Konu Alan Gerekeçe Problemi fark etme Probleme duyarlı olma Matematik bilgileriyle çözebileceği problemi belirleme	Çift yıldız gözlemeleme	“Çift yıldızlar yardımıyla belirlenen fiziksel parametreler ile tek yıldızların fiziksel özellikleri de belirlenebilmektedir. K5/D4”
Problemi anlama	Gerçek yaşam problemini anlama	Varsayımları belirleme Plan yapma Strateji belirleme Yöntem belirleme Değişkenleri belirleme Değişkenlerin ilişkilerini açıklama Gerekli olan bilgileri ayırt etme	Tutulmalar sırasında ışık değişimi gözleme	“Gözlemciye uygun açıda yönelmiş olması halinde bileşenlerin birbirini örtmesi sonucu tutulmalar meydana gelir ve ışık değişimi gözlenir. K5/D7”
Sadeleştirme	Belirlenecek varsayımları, kavramları kullanarak matematiksel bir probleme dönüştürme		Üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulmaları doğrusal salınımla en az enerjiyi harcayarak gözlemeleme	“Doğrusal salınım yaparak ve en az enerjiyi harcayarak gözlemlemek istiyorsak üç farklı tutulma gözlemesi gerekmektedir. K5/D10”
Matematiksel-leştirme	Çözümüne ulaşmak için uygun matematiksel yöntemleri kullanma	Bilgisayar programlarından yararlanma Tablolar oluşturma Grafikler oluşturma	Yarıçapları farklı çember ve küreleri koordinat sistemine Geogebra programında modelleme, doğru denklemi yazma	“Yıldızları yarıçapları farklı olan çemberler ve küreler olarak koordinat sistemine yerleştirdim. Geogebra programı üzerinde modelleyerek gösterdim. K5/D14,19”
Matematiksel olarak çalışma	Matematiksel yöntemleri kullanarak ve uygulamalar elde	Modeli çözerek matematiksel sonuçlara ulaşma Matematiksel ilişki kurma Problemleri matematik ile ilişkilendirme Matematiksel olarak açıklama Matematik bilgilerini kullanma Matematiksel yapıları belirleme	Temel benzerlik teoremi ile teğet kesişme noktalarını ve apsisi eşit olduğu için doğrusal olduklarını hesaplama.	“Temel benzerlik teoremiyle bulduğum teğet kesişme noktalarının apsisi eşit olduklarını hesapladım. Doğrular üzerindeki gözlem noktalarında menelous teoremini kullandım. K5/D22”
Yorumlama	Matematiksel modeli, modelin çözümünü ve sonuçları gerçek durumda yorumlama	Gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklama Gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlama Gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterme Gerçek yaşam için gerekliliğini açıklama Gerçek yaşamda yararlılığını analiz etme Gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığını açıklama	Doğrusal bir tutulma gözlem güzergahı belirtme. Matematiksel modeli, modelin çözümünü ve sonuçları gerçek durumda yorumlama	“Üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulmalar doğrusal salınımla en az enerjiyi harcayarak gözlenir. K5/D26”
Doğrulama	Varsayımları, oluşturulan matematiksel modeli, modelin çözümü ile birlikte tüm süreci doğrulama	Varsayımların doğruluğunu belirleme Çözme sürecinde izlenen adımları kontrol etme Matematiksel modellerin doğruluğunu belirleme Matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltme Çözümlerinde hatalar varsa bunları düzeltme Modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma	Menelous teoremi ile ispat yapma	“Üç gözlem noktasının doğrusal olduğunu menelous teoremiyle gösterdim. Doğrusal salınım yaparak gözlem yapabilecektir. K5/D30”

Tablo 3.10*Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme Döngüsü Örnek Analiz*

Modelleme döngüsü	Yansıtma döngüsü	Açıklama	Katılımcı Kategorileri	Örnek Alıntı
Gerçek yaşam problemi belirleme	Farkındalık durumu	Problemi belirleme sürecine ilişkin farkındalık durumları	Fikrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama	<i>“Düşüncemin gerçek yaşamda uygulanabilmesinin mantıklı olmadığını anladım. Nasıl devam edeceğimi bilmiyorum. K6/A1”</i>
	Düzenleme kararları	Farkındalık durumlarını düzenleme için alınan kararlar	Çürütülme gerekçesine göre geliştirme ya da değiştirme	<i>“Sebepleri düşündüm...Bu konuda farklı bir fikir geliştirmeye karar verdim. K6/A2”</i>
	Yeniden düzenleme kararları	Uygulamalarını değerlendirerek yeniden düzenleme için alınan kararlar	Değiştirmek ya da geliştirmek istediği şey(ler)i belirleme	<i>“Aynı konuda ama artık sürdürülebilir enerji üretimi üzerinden devam etmeye karar verdim. K6/A3”</i>
	Sonraki uygulama planı	İleriki aşamayı planlama ve tasarlama için alınan kararlar	Problemi alt problemlere ayırarak alternatif fikirler üretme	<i>“Problem kapsamına giren diğer problemleri belirlemek karar verme sürecimde yardımcı olmaktadır. K6/E15”</i>

Araştırma sorularıyla ilişkili olarak kodların elde edildiği verilerin araştırma süreci içerisinde hangi haftalarda hangi veri kaynaklarından elde edildiği analiz edilmiştir. Haftalık olarak üç farklı veri kaynağı (A: modelleme günlüğü, B: akran öneri formu, C: alan uzmanı öneri formu), modelleme sürecinin her aşaması tamamlandığında (hafta 4, 7, 10, 14, 19, 22, 26, 30) bir veri kaynağı (D: proje formu) ve sürecin başında, ortasında ve sonunda bir veri kaynağı (E: görüşme formu) olmak üzere toplam 5 veri kaynağı çalışma sürecinde deney grubundaki katılımcılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların görüşmelerde bileşenlerle ilgili ifadeleri ilgili bileşenleri gerçekleştirmeleri diğer veri kaynakları yoluyla teyit edilmiştir (Bkz. Tablo 3.7). Örneğin görüşme kaydında akran önerileriyle ilgili ifadeler varsa o katılımcının akran öneri formu ile doğrulanmıştır. Nitel veriler sunulurken alıntılarla desteklenmiş ve alıntı yapılan katılımcıların çeşitlendirilmesine özen gösterilmiştir. Tablo 3.11 de belirtildiği gibi bulgulara alıntının yapıldığı katılımcı, veri kaynağı ve zamanı belirtilmiştir.

Tablo 3.11 incelendiğinde örneğin “K1/A5” kodunda yer alan K1 ifadesi birinci katılımcıyı A5 ifadesi ise beşinci haftadaki modelleme günlüğünü belirtmektedir. Benzer şekilde “K1/A1-4” kodunda yer alan K1 ifadesi birinci katılımcıyı A1-4 ifadesi ise birinci haftadan dördüncü haftaya kadar olan dört farklı modelleme günlüğünü belirtmektedir. Ayrıca “K1/A1,3,5” kodunda yer alan K1 ifadesi birinci katılımcıyı A1,3,5 ifadesi ise birinci, üçüncü ve beşinci haftalarda üç farklı modelleme günlüğünü belirtmektedir. Örneğin “K1/E15/15-

25” kodunda yer alan K1 ifadesi birinci katılımcıyı E15 ifadesi on beşinci haftadaki görüşmeyi ve 15-25 ifadesi ise konuşmanın geçtiği dakikaları belirtmektedir.

Tablo 3.11

Alıntı Analiz Çizelgesi

Katılımcı kodu	Veri Kaynağı	Doküman (Hafta)	Alıntı Kodlamaları
K1	A: modelleme günlüğü	1-30	K1/A5
			K1/A1-4
			K1/A1,3,5
	B: akran öneri formu	1-30	K1/B5
			K1/B1-4
			K1/B1,3,5
	C: uzman öneri formu	1-30	K1/C5
			K1/C1-4
			K1/C1,3,5
	D: proje formu	4, 7, 10, 14, 19, 22, 26, 30	K1/D4
			K1/D4,7,10
	E: görüşme formu	1, 15, 30	K1/E15/15-25

Nitel verilerin analizlerinde temalar ve alt temalarla ilgili hangilerinin daha fazla vurgulandıklarını belirlemek için oluşturulan analiz frekans tabloları katılımcı sayısı 20’den fazla ise yüzdelik ifadeler az ise doğrudan tam sayılar kullanılarak gösterilebilmektedir. Katılımcı aynı temayla ilgili birden fazla veri girişi yapmış olsa bile bu katılımcının ilgili temasının frekansı bir olarak hesaplanmıştır (Adıgüzel, 2016).

3.6.Geçerlik ve Güvenirlik

3.6.1. Geçerlik

Nitel yolla elde edilen bilgilerin doğruluğunu değerlendirme anlamına gelen nitel geçerliği sağlamak için kullanılan uzman görüşü, dış denetleyici, katılımcı teyidi, ayrıntılı betimleme, uzun süreli etkileşim ve iç geçerliği artırmak için kullanılan çeşitleme stratejileri (Cresswell & Clark, 2017) nitel kısımları içeren bu araştırma kapsamında geçerliği sağlamak için kullanılmıştır. Elde edilen nitel bulguların özeti araştırmanın katılımcılarıyla paylaşılıp bu bulguların onların deneyimlerini doğru yansıtmaya durumu kontrol edilmiş ve katılımcı teyidi alınarak araştırmanın geçerliği sağlanmıştır. Araştırma kapsamında farklı kaynakların (modelleme günlüğü, akran öneri formu, alan uzmanı öneri formu, proje formu, görüşme)

kullanılması araştırma sorularına ilişkin bulgulara farklı kaynaklardan kanıt oluşturmuş ve böylece veri toplamada çeşitleme yoluyla araştırmanın iç geçerliği sağlanmıştır. Ayrıca ulaşılan bulguların diğer veri kaynakları ile teyidi ve doğrulaması yapılmıştır. Araştırmanın alan içeriği ile birlikte nitel araştırma konusunda bilgi sahibi olup araştırmada görev almamış öğretim üyesi tarafından araştırma süreci, bulgular ve sonuçların tamamına ilişkin nesnel bir değerlendirme yapılmış ve bu sayede dış denetleyiciden onay alma yoluyla araştırmanın geçerliği sağlanmıştır. Araştırmacı uygulama süreci boyunca katılımcılarla yaşadığı uzun süreli deneyimle detaylı bilgi aktarmış böylece alanda uzun zaman geçirme yoluyla araştırmanın geçerliğine katkı sağlanmıştır. Araştırma ortamı, verilerin toplanması gibi tüm araştırma süreci ayrıntılı olarak betimlenerek araştırmanın geçerliğini sağlamak amaçlanmıştır (Creswell & Creswell, 2017). Araştırmacı tarafından oluşturulan tüm veri toplama araçları için uzman görüşünün alınmış olması araştırmanın veri toplama yöntemleriyle ilişkili olarak geçerliğine katkı sağlamıştır.

3.6.2. Güvenirlik

Nitel güvenirliliği sağlamak için verilerin analizinde kullanılan kodlayıcılar arası ve kodlayıcılar içi uyum (Creswell & Clark, 2017) nitel kısımları içeren bu araştırma kapsamında güvenirliliği sağlamak için kullanılmıştır. Araştırmacı ve araştırmanın alan içeriği ile birlikte nitel araştırma konusunda bilgi sahibi olan başka kodlayıcının bağımsız olarak kodlamaları karşılaştırılarak ortak temalara ulaşılması önerilmektedir (Creswell & Creswell, 2017). Bu çalışmada araştırmacı ve eğitim bilimlerinde nitel araştırma konusunda bilgi sahibi olan bir uzmanla var olan kuramsal çerçeve ve model temele alınmakla birlikte verilerden oluşturulan tema kodlamalarına ulaşılmıştır. İki uzmandan toplanan verilerin en az %10'nuna karşılık gelmesi koşulu dikkate alınarak katılımcı ifadelerinden bağımsız kodlama yapımları istenilmiş ve Kappa değeri SPSS 26 programı kullanılarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında hesaplanan Kappa katsayılarının aritmetik ortalaması .82 olarak belirlenmiştir. Belirlenen Kappa katsayısının .81 ile 1.00 arasında olması mükemmel uyum olarak yorumlanmaktadır (Landis & Koch, 1977). Bu araştırma kapsamında kodlayıcılar arasında .82 uyum olduğu için kodlamanın güvenilir olduğuna ilişkin kanıt elde edilmiştir. Uyumsuzluklara matematiksel modelleme ve yansıtıcı düşünme döngüsü altında alınan katılımcı kararlarında karşılaşılmıştır.

Kodlayıcı içi uyum yani araştırmacının kendi kodlamaları arası uyumun hesaplanması için ilk kodlamanın ardından sayıca fazla olmaları sebebiyle her veri kaynağının dökümleri arasından rastgele seçilen 2\3'ü farklı bir zamanda tekrar kodlanmıştır. Uyum düzeyi .95

olarak belirlenerek kodlamanın güvenilir olduğuna ilişkin kanıt elde edilmiştir (Landis & Koch, 1977). Uyumsuzluklara modelleme sürecinin alt kategorilerinde ve farkındalık durumlarında karşılaşılmıştır.

Araştırmanın nitel güvenilirliğine katkı sağlamak için araştıma sürecinin basamakları ayrıntılı açıklanmış (Yin, 2009), bulgulara doğrudan alıntılara yer verilmiş ve kuramsal bir çerçeveye göre veri analizi yapılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2016).



BÖLÜM IV

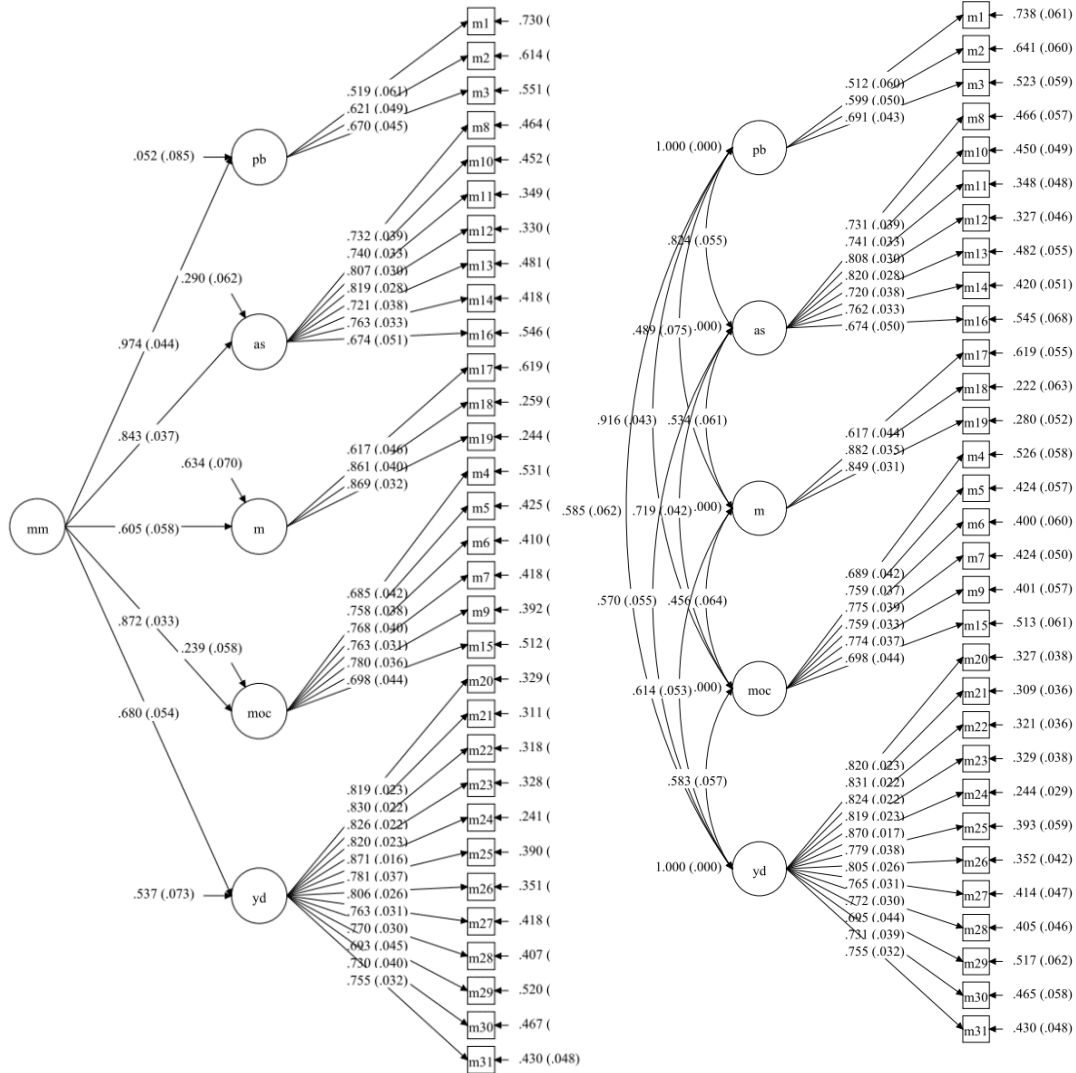
4. BULGULAR

4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Birinci araştırma sorusu “Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yeterlik puanlarına ilişkin yapısal model nasıldır?” şeklindedir. Araştırmanın ilk aşaması kapsamındaki veriler kullanılarak bulgulara ulaşılmıştır. Toplam puanların geçerliliğine ilişkin DFA yapılmış ve güvenirliğine ilişkin McDonald's Omega (ω) iç tutarlık katsayıları hesaplanmıştır. Puanlara ilişkin birinci ve ikinci düzey DFA yapılmıştır. Standartlaştırılmış faktör yüklerini ve hata varyanslarını gösteren yol diyagramları Şekil 4.1’de verilmiştir.

Şekil 4.1.

M²YT Yol Diyagramları



Şekil 4.1 incelendiğinde, analiz sonucunda elde edilen her bir gözlenen değişken ile bağlı olduğu gizil değişken arasındaki korelasyonları gösteren standardize edilmiş faktör yük değerlerinin 0,512 ile 0,882 arasında değiştiği görülmektedir. PB faktörüne ilişkin faktör yük değerlerinin 0,512 ile 0,691 arasında, AS faktörüne ilişkin faktör yük değerlerinin 0,720 ile 0,819 arasında, M faktörüne ilişkin faktör yük değerlerinin 0,617 ile 0,882 arasında, MOC faktörüne ilişkin faktör yük değerlerinin 0,685 ile 0,780 arasında ve YD faktörüne ilişkin faktör yük değerlerinin 0,693 ile 0,871 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm faktör yükleri istatistiksel olarak anlamlıdır.

Beklenen ve gözlenen kovaryans matrisleri arasındaki uyumu araştırmak için alternatif uyum indeksleri de kullanılır. Ölçeğin uyum indeks değerleri ve uygunluk düzeyleri Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1

Yol Diyagramları Uyum İndeksleri

DFA	Uyum İndeksi	χ^2/sd	p	RMSEA	SRMR	TLI	CFI
1.Düzye	Değer	(904.069/424) 2.132	0.000	0.063	0.073	0.875	0.885
2.Düzye	Değer	(938.871/429) 2.188	0.000	0.061	0.073	0.881	0.892
	Uyum	İyi		İyi	İyi	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir

Not: RMSEA = yaklaşık hata kareler ortalamasının karekökü, SRMR = Standartlaştırılmış hata kareler ortalamasının karekökü, TLI = Tucker-Lewis indeksi, CFI = Karşılaştırmalı uyum indeksi

Tablo 4.1 incelendiğinde birinci düzey modelin anlamlı olduğu ($p < 0,01$) görülmektedir. Uyum indeksleri hesaplanan; $\chi^2/sd = 2,132$ değerinin iyi uygunluk ($< 3,00$) kriterine (Carmines ve McIver, 1981); RMSEA = 0,063 değerinin iyi uyum ($< 0,08$) kriterine (Steiger, 2007); SRMR= 0,073 değerinin iyi uygunluk ($\leq 0,08$) kriterlerine sahip olduğunu göstermektedir (Brown, 2015). 0,85 ve üzeri TLI ve CFI indeksleri kabul edilebilir uyumu gösterir (Hu & Bentler, 1999).

Tablo 4.1 incelendiğinde birinci düzey modelin anlamlı olduğu ($p < 0,01$) görülmektedir. Uyum indeksleri hesaplanan; $\chi^2/sd = 2,188$ değerinin iyi uygunluk ($< 3,00$) kriterine (Carmines ve McIver, 1981); RMSEA = 0,061 değerinin iyi uyum ($< 0,08$) kriterine (Steiger, 2007); SRMR= 0,073 değerinin iyi uygunluk ($\leq 0,08$) kriterlerine sahip olduğunu göstermektedir (Brown, 2015). 0,85 ve üzeri TLI ve CFI indeksleri kabul edilebilir uyumu gösterir (Hu & Bentler, 1999).

Elde edilen puanlarla hesaplanan McDonald's Omega (ω) iç tutarlılık katsayıları Tablo 4.2'de verilmektedir.

Tablo 4.2*M²YÖ McDonald's Omega (ω) Katsayıları*

	MM	PB	AS	M	MOÇ	YD
McDonald's Omega (ω) Katsayısı	.956	.737	.899	.811	.879	.953
Madde sayısı	31	3	7	3	6	12

Tablo 4.2 incelendiğinde elde edilen puanların güvenilir olduğuna ilişkin kanıt elde edilmiştir. McDonald's Omega (ω) katsayısı çok faktörlü ölçeklerde önerilen güvenilirlik yöntemlerdendir (Hayes & Coutts, 2020). McDonald's Omega katsayısı MM için .956; PB için .811; AS için .879; M için .899; MOC .811 ve YD için .953 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistikler hesaplanarak Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3*Betimsel İstatistikler*

	MM	PB	AS	M	MOÇ	YD
Ortalama	3.96	4.28	4.10	3.71	3.98	3.85
Std. Sapma	0.63	0.60	0.70	0.94	0.70	0.84
Minimum	1.97	2.33	2.00	1.00	2.00	1.25
Maksimum	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

* MM: Matematiksel modelleme, PB: gerçek yaşam probleminin belirlenmesi, AS: problemi anlama ve sadeleştirme, M: matematikselleştirme, MOÇ: matematiksel olarak çalışma, YD: yorumlama ve doğrulama

Tablo 4.3 incelendiğinde katılımcıların en yüksekten düşüğe doğru puan sıralaması PB, AS, MOC, YD ve M şeklindedir. Değişkenler arasındaki ilişkileri test edebilmek amacıyla korelasyon analizi yapılmış olup bulgular Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4*Değişkenler Arası İlişkilerin İncelenmesi*

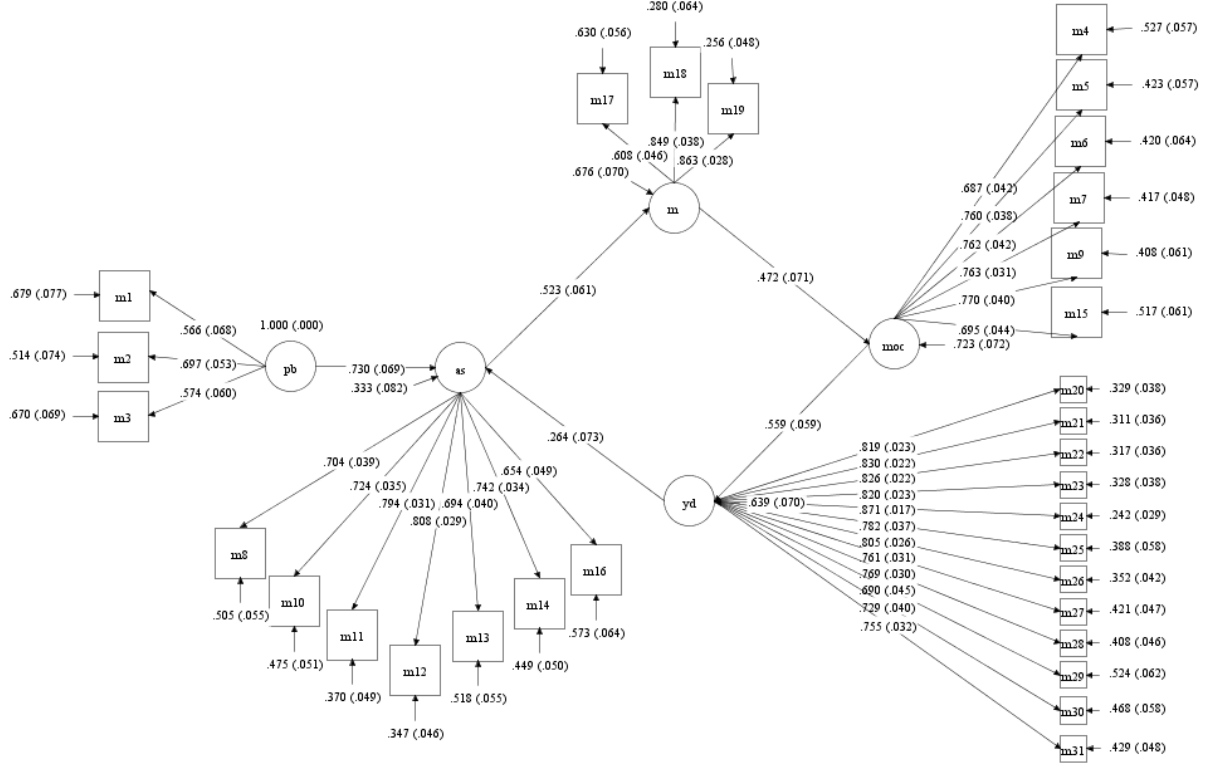
Değişken	1	2	3	4	5	6
1.MM		.735**	.807**	.657**	.790**	.901**
2. PB			.631**	.346**	.677**	.460**
3. AS				.459**	.657**	.554**
4. M					.387**	.540**
5. MOÇ						.558**
6. YD						

** p<0.01

Tablo 4.4 incelendiğinde, toplam puanlar arasında pozitif yönlü, orta ve yüksek düzeyde ilişkiler olduğu görülmektedir. Özel yeteneklilerde, matematiksel modelleme tabanlı proje üretim sürecinin, nasıl yapıda olduğunu belirlemek için toplanan PB, AS, M, MOC ve YD puanları arasındaki yordayıcılık ve yapısal model Şekil 4.2'de incelenmiştir.

Şekil 4.2.

Yapısal Modelin Yol diyagramı



Matematiksel modelleme projesi üretimi; PB, AS, M, MOÇ ve YD olmak üzere beş faktör olarak modelde yer almaktadır. Yapısal modele ilişkin uyum indeksleri Tablo 4.5’te verilmektedir.

Tablo 4.5

Yapısal Model Uyum İndeksleri

Uyum İndeksi	χ^2/sd	p	RMSEA	SRMR	TLI	CFI
Değer	(1058.519/429) 2.467	0.000	0.070	0.078	0.856	0.858
Uyum	İyi		İyi	İyi	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir

Not: RMSEA = yaklaşık hata kareler ortalamasının karekökü, SRMR = Standartlaştırılmış hata kareler ortalamasının karekökü, TLI = Turker-Lewis indeksi, CFI = Karşılaştırmalı uyum indeksi

Tablo 4.5 incelendiğinde modelin anlamlı olduğu ($p < 0,01$) görülmektedir. Uyum indeksleri hesaplanan; $\chi^2/sd = 2,467$ değerinin iyi uygunluk ($< 3,00$) kriterine (Carmines ve McIver, 1981); RMSEA = 0,070 değerinin iyi uyum ($< 0,08$) kriterine (Steiger, 2007); SRMR= 0,078 değerinin iyi uygunluk ($\leq 0,08$) kriterlerine sahip olduğunu göstermektedir (Brown, 2015). 0,85 ve üzeri TLI ve CFI indeksleri kabul edilebilir uyumu gösterir (Hu & Bentler, 1999).

Elde edilen tüm kanıtlar bir arada değerlendirildiğinde model doğrulanmıştır. Modele ilişkin gizil değişkenlerin birbirini yordama katsayıları Tablo 4.6’da belirtilmiştir.

Tablo 4.6

Yapısal Model Yordama

Değişkenler			β	β^2	Standart Hata	P
PB	→	AS	.730	.53	.69	.000***
AS	→	M	.523	.27	.61	.000***
M	→	MOC	.472	.22	.71	.000***
MOC	→	YD	.559	.31	.59	.000***
YD	→	AS	.264	.06	.73	.000***

*** $p < .001$

Tablo 4.6 ve elde edilen diğer kanıtlar incelendiğinde özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerinin; gerçek yaşam problemini belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama şeklinde yapılandığı; önceki aşamalara geri dönülerek yorumlama ve doğrulama yapılması açısından döngüsellik gösterdiği bulgulanmıştır.

4.2.İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

İkinci araştırma sorusu “Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerini etkilemekte midir?” şeklindedir. Modelleme projesi geliştirmeye yönelik ön-son-kalıcılık test puanlarının her iki alt grupta da normal dağıldığı görülmektedir (Bkz. Tablo 4.7).

Tablo 4.7*Puanların Dağılımı*

Test	Puan	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		KS	Shapiro-Wilk sd	p	KS	Shapiro-Wilk sd	P
Ön	M ² YÖ	.972	30	.606	.962	30	.352
	PB	.932	30	.056	.911	30	.016
	AS	.949	30	.159	.953	30	.207
	M	.925	30	.036	.924	30	.034
	MOC	.984	30	.917	.963	30	.378
	YD	.893	30	.006	.941	30	.094
Son	M ² YÖ	.964	30	.384	.959	30	.296
	PB	.760	30	.000	.864	30	.001
	AS	.886	30	.004	.936	30	.070
	M	.752	30	.000	.933	30	.058
	MOC	.823	30	.000	.935	30	.067
	YD	.880	30	.003	.891	30	.005
Kalıcılık	M ² YÖ	.974	30	.646	.964	30	.380
	PB	.760	30	.000	.864	30	.001
	AS	.914	30	.019	.864	30	.001
	M	.752	30	.000	.949	30	.158
	MOC	.834	30	.000	.935	30	.067
	YD	.935	30	.069	.891	30	.005

M²YÖ: matematiksel modelleme projesi geliştirme, PB: gerçek yaşam problemini belirleme, AS: problemi anlama ve sadeleştirme, M: matematikselleştirme, MOC: matematiksel olarak çalışma, YD: yorumlama ve doğrulama

Deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların ön test puanları arasındaki farkın anlamlılığı incelenmiştir. Varsayımları kontrol edildikten sonra yapılan ilişkisiz örneklemeler için tek faktörlü ANOVA testi sonucu ile katılımcıların deneysel işlem öncesi ve sonrasında yapılan ölçümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 4.8’de özetlenmiştir.

Tablo 4.8*Ön Test Puanlarının Deney ve Kontrol Grubu Arasındaki Farkı*

		Grup				F	sd	p
		Deney (n=30)		Kontrol (n=30)				
		$\bar{X}$	(S)	$\bar{X}$	(S)			
M ² YÖ	Ön	109.73	(18.059)	112.37	(25.587)	.212	(1, 58)	.647*
	Son	149.16	(3.343)	121.60	(22.245)			
	Kalıcılık	148.73	(3.289)	121.60	(21.906)			

*p < .05

Tablo 4.8 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların ön test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir [$F(1, 58) = .212, p > 0.05$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.8 incelendiğinde hem deney hem de kontrol grubundaki katılımcıların ortalama puanlarında ön testten son teste ve kalıcılık testine artış olduğu görülmektedir. Bu artışlar deney grubunda daha yüksektir. Deney grubundaki katılımcıların ortalama puanlarında son testten kalıcılık testine düşüş olduğu, kontrol grubundaki katılımcıların ise ortalama puanlarının son testten kalıcılık testine sabit kaldığı görülmektedir. Normal dağılım (Bkz. Tablo 4.7), varyansların homojenliği [$F(3, 605520) = 24.030, p = .600$] ve regresyon eğimlerinin eşitliği [$F(1, 57) = .145, p = .705$] gibi varsayımların karşılanmasına ilişkin belirlemeler yapılmıştır. Katılımcı gruplarında puanlar arasında gözlenen farklılaşmanın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını, yani yapılan deneysel işlemin alınan toplam puanlar üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9

Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Model	92234.880	1	92234.880	184.275	.000***	.764
Ön Ölçüm	358.647	1	358.647	.717	.401	.012
Grup	22018.362	1	22018.362	43.990	.000***	.436
Hata	28530.103	57	500.528			

*** $p < .001$

Tablo 4.9 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki katılımcıların matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik düzeyleri bakımından gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir ($F_{(1, 57)} = 43.990, p < .001, \eta^2 = .436$). Etki büyüklüğü (η^2) değeri .436 olarak hesaplanmış olup geniş etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Cohen, 1988). Analiz sonucunda deney grubunun ($\bar{X} = 148.845$) ve kontrol grubunun ($\bar{X} = 121.705$) ön ölçüm puanlarına göre hesaplanan ortalama puanları incelenmiştir. Bu bulgular kontrol grubundaki katılımcılara kıyasla deney grubundakilerin yeterlik puanlarının anlamlı düzeyde arttığını göstermiştir.

Bulgular modelleme tabanlı PÜYP’nin deney grubu katılımcılarının matematiksel modelleme projesi geliştirme yeterlik düzeylerinde deney öncesine kıyasla gözlenen değişimin, kontrol grubundaki katılımcıların deney öncesine göre gözlenen değişiminden farklı olduğunu ifade etmektedir. Deney ve kontrol grubundaki katılımcıların düzeyleri işleme

bağlı olarak farklılık göstermektedir. Uygulanan deneysel işlemin bir sonucu olarak yeterlik düzeyi değişmektedir. Katılımcıların matematiksel modelleme projesi geliştireye yönelik yeterlik düzeylerindeki değişim yapılan uygulamadan kaynaklanmaktadır. Bu durum modelleme tabanlı PÜYP'nin, kontrol grubuna uygulanan PÜYP'na kıyasla katılımcıların matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik düzeylerini geliştirmede önemli bir etken olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki katılımcıların ön-son-kalıcılık puanları arasında farkları gösteren Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 4.10'da özetlenmiştir.

Tablo 4.10

Grupların Ön-Test, Son-Test ve Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar

Grup	Ölçüm		Ortalamalar arası fark	s.hata	P	Anlamlı fark
Deney	Ön test	Son test	-38.013	3.343	.000*	Son test-Ön test
		Kalıcılık	-37.578	3.325	.000*	Kalıcılık-Ön test
	Son test	Ön test	38.013	3.343	.000*	
		Kalıcılık	.435	.157	.030	
	Kalıcılık	Ön test	37.578	3.325	.000*	
		Son test	-.435	.157	.030	
Kontrol	Ön test	Son test	-10.653	6.541	.509	
		Kalıcılık	-10.656	6.530	.505	
	Son test	Ön test	10.653	6.541	.509	
		Kalıcılık	.003	.125	1.030	
	Kalıcılık	Ön test	10.656	6.530	.505	
		Son test	.003	.125	1.030	

*p<.01 olarak alınmıştır.

Tablo 4.10 incelendiğinde deney grubunun analiz sonucunda hesaplanan son test ($\bar{X} = 149.063$) ve kalıcılık testi ($\bar{X} = 148.628$) ortalama puanlarının ön test ($\bar{X} = 111.050$) ortalama puanından anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Deney grubunun son test ($\bar{X} = 149.063$) ile kalıcılık testi ($\bar{X} = 148.628$) arasında anlamlı farklılık olmamıştır. Tablo incelendiğinde kontrol grubunun ise analiz sonucunda hesaplanan son test ($\bar{X} = 121.703$) ve kalıcılık testi ($\bar{X} = 121.869$) ortalama puanları ön test ($\bar{X} = 111.050$) ortalama puanından anlamlı derecede farklılaşmamıştır. Kontrol grubunun son test ($\bar{X} = 121.703$) ile kalıcılık testi ($\bar{X} = 121.706$) arasında anlamlı farklılık olmamıştır. Deney grubunda katılımcıların matematiksel modelleme projesi geliştirme yeterlik düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve yaşanan gelişimin kalıcı olduğu belirlenmiştir. Deney grubunda katılımcıların ortalama puanlarının modelleme tabanlı PÜYP öncesinden sonrasına 38 puan artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve yaşanan gelişimin zamanla azalmasına rağmen kalıcı

olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda katılımcıların yeterlik düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına 10 puan artmasına rağmen farklılaşmanın anlamlı olmadığı fakat bu artışın kalıcı olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda deney grubuna kıyasla daha az miktarda artış olmuş ancak bu artış anlamlı olmamıştır. Hem deney hem de kontrol grubunda kalıcılık testi ile son test arasında anlamlı fark olamaması her iki grupta gelişimin kalıcı olduğunu göstermektedir. İki grup için son testle kalıcılık testi arasında anlamlı farkın olmaması sekiz haftalık bir sürecin az olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Kontrol grubunda deney grubuna kıyasla ortalama puanda daha az miktarda artış olduğu, her iki grupta yapılan uygulamanın ardından artan yeterlik düzeylerinin zamanla bir miktar azaldığı görülmektedir. Her iki grupta azalma olsa da deney grubunda kontrol grubuna kıyasla yaşanan gelişimin çoğunun kalıcı olduğu söylenebilir.

Kontrol grubundaki katılımcıların öğrenme yaşantısının deney grubundaki kadar etkili olmadığı ifade edilebilir. Deney grubu katılımcılarının matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik düzeylerinin kontrol grubu katılımcılarına oranla daha kalıcı olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların ön test faktör puanları arasındaki farkın anlamlılığı incelenmiştir. Varsayımları kontrol edildikten sonra yapılan ilişkisiz örneklemeler için tek faktörlü ANOVA testi sonuçları Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11

Öntest Faktör Puanlarının Gruplar Arasındaki Farkları-1

	Grup				<i>F</i>	<i>sd</i>	<i>p</i>
	Deney (n=30)		Kontrol (n=30)				
	$\bar{X}$	(S)	$\bar{X}$	(S)			
AS	26.26	(4.762)	25.60	(6.295)	.214	(1, 58)	.645*
MOC	20.80	(4.147)	21.76	(5.035)	.659	(1, 58)	.420*

*p < .05 AS: problemi anlama ve sadeleştirme, MOC: matematiksel olarak çalışma

Tablo 4.11 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu katılımcılarının ‘problemi anlama ve sadeleştirme’ ve ‘matematiksel olarak çalışma’ ön test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (p>0.05). Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların bu puan düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir. Bu durumda deneysel işlemin etkililiği belirlenirken bu puanlar kullanılmıştır.

Tablo 4.12*Öntest Faktör Puanlarının Gruplar Arasındaki Farkları -2*

	GRUP	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
PB	Deney	30	31.78	953.50	411.500	.564
	Kontrol	30	29.22	876.50		
M	Deney	30	26.62	798.50	333.500	.082
	Kontrol	30	34.38	1031.50		
YD	Deney	30	29.15	874.50	409.500	.549
	Kontrol	30	31.85	955.50		

PB: gerçek yaşam probleminin belirlenmesi, M: matematikselleştirme, YD: yorumlama ve doğrulama

Tablo 4.12 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu katılımcılarının ‘gerçek yaşam probleminin belirlenmesi’, ‘yorumlama ve doğrulama’, ‘matematikselleştirme’ puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların bu puan düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir. Bu durumda deneysel işlemin etkililiği belirlenirken bu puanlar kullanılmıştır.

Katılımcıların deneysel işlem öncesi ve sonrasında yapılan ölçümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 4.13’te sunulmuştur.

Tablo 4.13*Faktör Puanları Betimsel İstatistikler*

Test	Puan	Deney			Kontrol		
		$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S	N
Ön	PB	12.23	1.994	30	11.80	2.670	30
	AS	26.26	4.76	30	25.60	6.295	30
	M	9.86	3.126	30	11.20	2.893	30
	MOÇ	20.80	4.147	30	21.76	.035	30
	YD	40.56	10.617	30	42.00	12.749	30
Son	PB	14.36	.718	30	13.26	1.720	30
	AS	33.36	1.473	30	28.90	4.809	30
	M	14.36	.764	30	10.36	3.624	30
	MOÇ	28.96	1.066	30	23.46	5.097	30
	YD	58.10	1.322	30	45.60	12.056	30
Kalıcılık	PB	14.36	.718	30	13.26	1.720	30
	AS	33.26	1.362	30	28.90	4.809	30
	M	14.36	.764	30	10.33	3.477	30
	MOÇ	28.93	1.048	30	23.46	5.097	30
	YD	57.80	1.399	30	45.63	11.848	30

PB: gerçek yaşam probleminin belirlenmesi, AS: problemi anlama ve sadeleştirme, M: matematikselleştirme, MOÇ: matematiksel olarak çalışma, YD: yorumlama ve doğrulama

Tablo 4.13 incelendiğinde deney grubundaki katılımcıların tüm ortalama puanlarında, kontrol grubundaki katılımcıların ise ‘matematikselleştirme’ dışında diğer ortalama puanlarında ön testten son teste ve kalıcılık testine artış olduğu görülmektedir. Bu artışlar

incelendiğinde deney grubunda kontrol grubuna oranla yüksek olduğu söylenebilir. Kontrol grubunda ‘matematikselleştirme’ ortalama puanlarında ön testten son teste ve kalıcılık testine düşüş olduğu görülmektedir. Hem deney hem de kontrol grubundaki katılımcıların ortalama puanlarında son testten kalıcılık testine ya değişim olmadığı ya da düşüş olduğu görülmektedir. Biri deneysel işleme maruz kalan, diğeri deneysel işlem almayan katılımcı gruplarında ön-son-kalıcılık arasında gözlenen bu farklılaşmanın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını, yani yapılan deneysel işlemin alınan toplam puanlar üzerindeki etkililiğini belirlemek amacıyla yapılan Friedman, Wilcoxon işaretli sıralar ve Mann Whitney U testleri sırasıyla Tablo 4.14’te, Tablo 4.15’te ve Tablo 4.16’da sunulmuştur.

Tablo 4.14 incelendiğinde deney grubundaki katılımcıların tüm faktörlerde, kontrol grubundaki katılımcıların ise beş faktörden sadece ikisinde ön-son-kalıcılık test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Deney grubunda yapılan işlemin kontrol grubuna kıyasla tüm faktörlerde gelişimi sağlama konusunda çok daha etkili olduğu söylenebilir. Deney grubundaki katılımcıların ‘gerçek yaşam probleminin belirlenmesi’($\chi^2=44.308$, $p<.01$) ‘problemi anlama ve sadeleştirme’($\chi^2=42.884$, $p<.01$), ‘matematikselleştirme’($\chi^2=37.231$, $p<.01$), ‘matematiksel olarak çalışma’ ($\chi^2=56.089$, $p<.01$) ve ‘yorumlama ve doğrulama’ ($\chi^2=55.535$, $p<.01$) toplam puanları için ön-son-kalıcılık test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir.

Kontrol grubundaki katılımcıların ‘gerçek yaşam probleminin belirlenmesi’ ($\chi^2=7.143$, $p<.05$) ‘problemi anlama ve sadeleştirme’ ($\chi^2=9.680$, $p<.05$) toplam puanları için ön test, son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.14*Ön-Son-Kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar*

Puan	Grup	Test	N	$\bar{X}$	S	Sıra Ort.	S.D.	χ^2	p	Anlamlı Fark
PB	Deney	Ön	30	12.23	1.994	1.20	2	44.308	.000	Ön-Son Ön-Kalıcılık
		Son	30	14.36	.718	2.40	2			
		Kalıcılık	30	14.36	.718	2.40	2			
	Kontrol	Ön	30	11.80	2.670	1.63	2	9.680	.008	Ön-Son Ön-Kalıcılık
		Son	30	13.26	1.720	2.18	2			
		Kalıcılık	30	13.26	1.720	2.18	2			
AS	Deney	Ön	30	26.26	4.76	1.13	2	42.884	.000	Ön-Son Ön-Kalıcılık
		Son	30	33.36	1.473	2.48	2			
		Kalıcılık	30	33.26	1.362	2.38	2			
	Kontrol	Ön	30	25.60	6.295	1.67	2	7.143	.028	Ön-Son Ön-Kalıcılık
		Son	30	28.90	4.809	2.17	2			
		Kalıcılık	30	28.90	4.809	2.17	2			
M	Deney	Ön	30	9.86	3.126	1.27	2	37.231	.000	Ön-Son Ön-Kalıcılık
		Son	30	14.36	.764	2.37	2			
		Kalıcılık	30	14.36	.764	2.37	2			
	Kontrol	Ön	30	11.20	2.893	2.25	2	3.977	.137	
		Son	30	10.36	3.624	1.90	2			
		Kalıcılık	30	10.33	3.477	1.85	2			
MOÇ	Deney	Ön	30	20.80	4.147	1.03	2	56.089	.000	Ön-Son Ön-Kalıcılık
		Son	30	28.96	1.066	2.50	2			
		Kalıcılık	30	28.93	1.048	2.47	2			
	Kontrol	Ön	30	21.76	.035	1.73	2	4.571	.102	
		Son	30	23.46	5.097	2.13	2			
		Kalıcılık	30	23.46	5.097	2.13	2			
YD	Deney	Ön	30	40.56	10.617	1.00	2	55.535	.000	Ön-Son Ön-Kalıcılık Son-Kalıcılık
		Son	30	58.10	1.322	2.62	2			
		Kalıcılık	30	57.80	1.399	2.38	2			
	Kontrol	Ön	30	42.00	12.749	2.00	2	.000	1.000	
		Son	30	45.60	12.056	2.00	2			
		Kalıcılık	30	45.63	11.848	2.00	2			

PB: gerçek yaşam probleminin belirlenmesi, AS: problemi anlama ve sadeleştirme, M: matematikselleştirme, MOÇ: matematiksel olarak çalışma, YD: yorumlama ve doğrulama.

Tablo 4.15*Ön-Son, Son-Kalıcılık, Ön-kalıcılık Puanları Arasındaki Farklar*

Puan	Grup	Test	Sıra	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
PB	Deney	Ön-Son	Negatif sıra	1	3.50	3.50	4.44	.000
			Pozitif sıra	25	13.90	347.50		
			Eşit	4				
		Son-Kalıcılık	Negatif sıra	0	.00	.00	.00	1.000
			Pozitif sıra	0	.00	.00		
			Eşit	30				
		Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	1	3.50	3.50	4.44	.000
			Pozitif sıra	25	13.90	347.50		
			Eşit	4				
	Kontrol	Ön-Son	Negatif sıra	7	10.29	72.00	2.45	.014
			Pozitif sıra	18	14.06	253.00		
			Eşit	5				
		Son-Kalıcılık	Negatif sıra	0	.00	.00	.000	1.000
			Pozitif sıra	0	.00	.00		
			Eşit	30				
		Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	7	10.29	72.00	2.45	.014
			Pozitif sıra	18	14.06	253.00		
			Eşit	5				
AS	Deney	Ön-Son	Negatif sıra	2	4.50	9.00	4.60	.000
			Pozitif sıra	28	16.29	456.00		
			Eşit	0				
		Son-Kalıcılık	Negatif sıra	4	3.00	12.00	1.34	.180
			Pozitif sıra	1	3.00	3.00		
			Eşit	25				
		Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	2	3.50	7.00	4.64	.000
			Pozitif sıra	28	16.36	458.00		
			Eşit	0				
	Kontrol	Ön-Son	Negatif sıra	9	11.89	107.00	2.19	.029
			Pozitif sıra	19	15.74	299.00		
			Eşit	2				
		Son-Kalıcılık	Negatif sıra	0	.00	.00	.000	1.000
			Pozitif sıra	0	.00	.00		
			Eşit	30				
		Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	9	11.89	107.00	2.19	.029
			Pozitif sıra	19	15.74	299.00		
			Eşit	2				
M	Deney	Ön-Son	Negatif sıra	2	2.75	5.50	4.32	.000
			Pozitif sıra	24	14.40	345.50		
			Eşit	4				
		Son-Kalıcılık	Negatif sıra	0	.00	.00	.00	1.000
			Pozitif sıra	0	.00	.00		
			Eşit	30				
		Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	2 ^y	2.75	5.50	4.32	.000
			Pozitif sıra	24	14.40	345.50		
			Eşit	4				
	MOÇ Deney	Ön-Son	Negatif sıra	0	.00	.00	4.70	.000
			Pozitif sıra	29	15.00	435.00		
			Eşit	1				
		Son-Kalıcılık	Negatif sıra	2	2.00	4.00	.57	.564
			Pozitif sıra	1	2.00	2.00		
			Eşit	27				
		Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	0	.00	.00	4.70	.000
			Pozitif sıra	29	15.00	435.00		
			Eşit	1				
YD	Deney	Ön-Son	Negatif sıra	0	.00	.00	4.78	.000
			Pozitif sıra	30	15.50	465.00		
			Eşit	0				

Son-Kalıcılık	Negatif sıra	8	5.06	40.50	2.30	.021
	Pozitif sıra	1	4.50	4.50		
	Eşit	21				
Ön-Kalıcılık	Negatif sıra	0	.00	.00	4.78	.000
	Pozitif sıra	30	15.50	465.00		
	Eşit	0				

PB: gerçek yaşam probleminin belirlenmesi, AS: problemi anlama ve sadeleştirme, M: matematikselleştirme, MOÇ: matematiksel olarak çalışma, YD: yorumlama ve doğrulama, SOR: sorgulama, NED: nedenleme, DEG: değerlendirme

Tablo 4.15 incelendiğinde deney grubunun ‘gerçek yaşam probleminin belirlenmesi’ puanında ikili olarak hangi testler arasında anlamlı fark olduğunun karşılaştırılması sonucunda ön test son test puan ortalamaları arasındaki farkın son test lehine anlamlı olduğu ($Z=4.44$, $p<0.01$), ön test kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın kalıcılık lehine anlamlı olduğu ($Z=4.44$, $p<0.01$) ve son test kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığı ($Z=.00$, $p>0.05$) belirlenmiştir. Benzer şekilde ‘gerçek yaşam probleminin belirlenmesi’, ‘problemi anlama ve sadeleştirme’, ‘matematikselleştirme’ ve ‘matematiksel olarak çalışma’ puanlarda ikili olarak anlamlı farkların karşılaştırılması sonucunda ön-test puan ortalamaları arasındaki farkın son test lehine anlamlı olduğu, ön-kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın kalıcılık lehine anlamlı olduğu ve son-kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Deney grubunun ‘yorumlama ve doğrulama’ puanında ikili olarak hangi testler arasında anlamlı fark olduğunun karşılaştırılması sonucunda ön test son test puan ortalamaları arasındaki farkın son test lehine anlamlı olduğu ($Z=4.78$, $p<0.01$), ön test kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın kalıcılık lehine anlamlı olduğu ($Z=4.78$, $p<0.01$) ve son test kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın son test lehine anlamlı olduğu ($Z=2.30$, $p<0.05$) belirlenmiştir. Deney grubunda katılımcıların tüm faktörlerde düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı, yaşanan gelişim zamanla bir miktar azalmış olsa da deney öncesine göre anlamlı farkın korunduğu belirlenmiştir.

Kontrol grubunun ‘gerçek yaşam probleminin belirlenmesi’ ve ‘problemi anlama ve sadeleştirme’ puanlarında ikili anlamlı farkın karşılaştırılması sonucunda ön test son test puan ortalamaları arasındaki farkın son test lehine anlamlı olduğu, ön test kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın kalıcılık lehine anlamlı olduğu ve son test kalıcılık puan ortalamaları arasındaki anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Kontrol grubunda katılımcıların beş faktörden sadece ikisinde düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve ikisinde yaşanan gelişimin kalıcı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.16*Sontest ve Kalıcılık Puanlarının Gruplar Arası Farkları*

Puan	Test	GRUP	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p
PB	Son	Deney	30	36.20	1086.00	279.000	.008
		Kontrol	30	24.80	744.00		
	Kalıcılık	Deney	30	36.20	1086.00	279.000	.008
		Kontrol	30	24.80	744.00		
AS	Son	Deney	30	38.90	1167.00	198.000	.000
		Kontrol	30	22.10	663.00		
	Kalıcılık	Deney	30	38.73	1162.00	203.000	.000
		Kontrol	30	22.27	668.00		
M	Son	Deney	30	40.08	1202.50	162.000	.000
		Kontrol	30	20.92	627.50		
	Kalıcılık	Deney	30	40.98	1229.50	135.500	.000
		Kontrol	30	20.02	600.50		
MOÇ	Son	Deney	30	40.67	1220.00	145.000	.000
		Kontrol	30	20.33	610.00		
	Kalıcılık	Deney	30	40.55	1216.50	148.500	.000
		Kontrol	30	20.45	613.50		
YD	Son	Deney	30	41.47	1244.00	121.000	.000
		Kontrol	30	19.53	586.00		
	Kalıcılık	Deney	30	41.60	1248.00	117.000	.000
		Kontrol	30	19.40	582.00		

PB: gerçek yaşam probleminin belirlenmesi, AS: problemi anlama ve sadeleştirme, M: matematikselleştirme, MOÇ: matematiksel olarak çalışma, YD: yorumlama ve doğrulama

Tablo 4.16 incelendiğinde, deney grubu katılımcılarının ‘gerçek yaşam problemini belirleme’ son test sıra ortalamasının ($\bar{X}=36,20$), kontrol grubu katılımcılarının son test sıra ortalamasından ($\bar{X}=24,80$) istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($U=279,000$, $p<0.05$). Deney grubu katılımcılarının ‘gerçek yaşam problemi belirleme’ kalıcılık testi sıra ortalamasının ($\bar{X}=36,20$), kontrol grubu katılımcılarının kalıcılık testi sıra ortalamasından ($\bar{X}=24,80$) istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($U=279,000$, $p<0.05$). Deney

grubu katılımcılarının beş faktörde son test sıra ortalamalarının, kontrol grubu katılımcılarının son test sıra ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir. Ayrıca yapılan uygulamanın deney grubu katılımcılarının PB, AS, M, MOÇ ve YD kalıcılık puanı sıra ortalamalarının, kontrol grubu katılımcılarının kalıcılık puanı sıra ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bu bulgular, özel yeteneklilerde yapılan uygulamanın, kısmi olarak yeterlik düzeylerini geliştirdiğini göstermektedir.

4.3.Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırma sorusu “Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP özel yeteneklilerin proje üretimleri bağlamında etkili midir?” şeklindedir. Katılımcıların proje üretimleri ve bu süreçte aldıkları kararlar faktör kategori altında karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve ulaşılan bulgular sunulmuştur (Bkz. Tablo 4.17). Proje formundan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu formun yanı sıra katılımcı ifadeleri ve ulaşılan tabloların diğer formlardan elde edilenlerle birbirlerini doğrulama duruma bakılmış ve teyit incelemesi yapılmıştır.

Tablo 4.17 incelendiğinde ‘G’ harfi ile gösterilen ilk sütun Deney (D) ve Kontrol (K) gruplarını, ‘K’ harfi ile gösterilen ikinci sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlar ise grupların proje üretimi ve yönetimi sürecinin faktör kategorilerini göstermektedir. Katılımcıların aldıkları kararlar ve yeterliklerini nasıl kullandıkları sunulmuştur.

Tablo 4.17*Katılımcıların Proje Üretimleri ve Yönetimleri*

G	K	Konu	Alan	Problemi belirleme	Problemi anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel olarak çalışma	Yorumlama	Doğrulama
D	1	Antik kent	Tarih	Kolay, eğlenceli ve antik kentleri koruyan ziyaret sağlama	Geometrik tasarım yapma	Çapı değişken olarak belirlenen dairesel alanların gezilmesini sağlama	Dairesel alanlar üzerine kurulu kesik koni ve çokgen tasarım tekerlekler üzerinden Geogebra programında modelleme	Bölge alanı, kesik koni taban çapı ve çokgen tekerlek ölçülerinin hesaplanması için üçgende açılar, benzerlik ve kosinüs teoremi bilgilerini kullanma	Kolay tasarım ve malzeme ile bölgeye zarar vermeden eğlenceli gezi yapma	Farklı antik kentlerde modeli deneme ve somut materyal üzerinde gösterme
	2	Aydınlatma	Fizik	Tasarruflu aydınlatma	Aynı çapta alanı aydınlatan tasarruflu ve tasarruflu ampul kullanma	Ampullerin kaç yıl günde kaç saat açık ve ada çapının kaç metre olduğunu belirleme	Süre değişkenine göre maliyet açıklığını Geogebra programında modelleme	Aylık maliyet, ampul sayısı, yıllık kazanç ve maliyet açıklığını hesaplama	Tasarruflu ampulle maliyet açıklığını kapatma	Toplam ve kısmi kazanç üzerinden gösterme
	3	Bölge planlama	Mimari	Sürdürülebilir bölge tasarlama	Bölgeyi dış bağlantılı çokgen alanlara parçalama	Dairesel alanları parçalama	Nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre farklı durumları Geogebra programında modelleme, tablolaştırma ve genelleme	Fonksiyon, çember, çokgen, sayı dizileri bilgilerini kullanarak nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre farklı durumları hesaplama	Her durumda dış bağlantılı ve sürdürülebilir bölge tasarlama	Doğrudan ispatını yapma
	4	Geri dönüşüm	Çevre kirliliği	Geri dönüşümle kirlilik önleme	Biyoenerji üretmek için biyolojik atıkları sıkıştırma	Kusursuz döngü sağlayan en uygun geometrik tasarım yapma	Sabit merkezli olmaması, ileri geri hareketleri ve köşeli yapısını Geogebra programında modelleme	Çokgenler, eşkenar üçgen ve çemberin geometrik özelliklerini birbirini tamamlayacak biçimde kullanma	Tasarımda daha geniş alandan alınan biyolojik atıkları döngü içinde sıkıştırma	Simülasyonla döngüyü ve çalışmasını gösterme
	5	Çift yıldızlar	Astronomi ve uzay bilimleri	Çift yıldız gözlemleme	Tutulmalar sırasında ışık değişimi gözleme	Üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulmaları doğrusal salınımla en az enerjiyi harcayarak gözlemleme	Yarıçapları farklı çember ve küreleri koordinat sistemine Geogebra programında modelleyerek doğru denklemi yazma ve gösterme	Temel benzerlik teoremi ile teğet kesişme noktalarını ve apsileri eşit olduğu için doğrusal olduklarını hesaplama ve Menelous teoremi ile ikinci gösterimini bulma	Doğrusal bir tutulma gözlem güzergahı belirtme	Menelous teoremi ile ispat yapma
	6	Enerji	Fizik	Enerji üretme	Üretilen enerji ile fark edilebilirlik ve aydınlatma ekipmanlarını çalıştırma	Tekerleğin, jantın ve iç lastiğin yarıçaplarına göre piezoelektrik madde yerleştirme	Tekerlek yarıçapına, sensör sayısına ve sensörün ürettiği enerji miktarına bağlı enerji denklemi yazma, denklemde kullanılacak kısaltma ve sembollerin anlamını açıklama ve kesitini Geogebra programında tasarlama	Sensör maddenin çapı ve iki madde arası boşluğun uzunluğu toplamının tekerleğin çevresine bölünmesi ve her dönüşte sensörün ürettiği enerji miktarı ile sensör sayısı çarpılarak enerji miktarını hesaplama	Tekerlek yarıçapı, yol, sensör enerjisi ve sayısı ile doğrudan ilişkili olarak enerji karşılama	Sistemin çalışma prensibini gösteren hareketler serisi hazırlayarak sistemin enerji üretebileceğini ve çalıştığını gösterme

7	Paketleme	Teknoloji tasarımı	Kolay ve hızlı paketleme	Paketlemede olası durumları hesaplama	Dikey yerleştirmede nesne sayısına göre farklı paketleme	Dikey yerleştirme koşuluna ve değişkenlere göre sonuçları tablolarda gösterme	Sayı dizileri, fonksiyonlar bilgilerini kullanarak farklı paketleme durumlarını hesaplama	Nesne sayısı değişkenine bağlı kolay ve hızlı paketleme	Doğrudan ispatını yapma
8	Voleybol	Spor	Takım kazanma olasılığından strateji geliştirme	Her sayıda bir servis atma ve maçı kazanmak için üç set alma	Kazanma olasılıklarının analizini yapma	Takım puanları değişkenlerine bağlı ve birinci takımın kazanma olasılığını gösteren iki değişkenli fonksiyon tanımlama	Fonksiyon, olasılık, binom açılımı bilgilerini kullanarak takımların sayı alma önem yüzdelelerini ve kazanma olasılıklarını hesaplama	Maçta alınan her sayının önemi ve maçı kazanma yüzdesi ile en iyi strateji bulma	Maçlarda bu modele göre sayıların önemi ve kazanma olasılığını inceleme
9	Kladistik	Biyoloji	Tıbbi ve aromatik bitki sınıflandırma	Tıbbi ve aromatik bitki yetiştirilmesi ile katkı sağlama	Bitkileri karakter durumlarına göre kodlama, puanlama, tablolaştırma ve veri matrisi oluşturma	Karakter durumlarının rakamlarla ifade etme, puanlandırılmasını tabloda gösterme ve en düşük ve yüksek puanı belirleme	Veri matrisi yardımı ile hesaplama yapma ve evrimsel ağaç oluşturma	Tarıma, ticarete, turizme katkı sağlama ve bilgilendirme	Bitkilerle ilgili çalışmalar yapan kuruluştan görüş alma
10	İndikatör	Kimya	Güçlü ve ekonomik indikatör elde etme	Kolay ulaşılabilir, ucuz maliyetli malzemelerden en verimli oranlarda indikatörü elde etme	Karışımının doğal bir indikatör olması için oranları belirleme	Optimum oranlarda çözeltiden ne kadar indikatör kağıdı elde edilmesini belirleme	Kullanılan japon gülü miktarı değişkenine göre diğer tüm madde miktarlarını hesaplama	Ekonomik ve kullanılabılır indikatör elde etme	İndikatörü kullanarak test etme
11	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Kolay çözüm algoritması oluşturma	Değişimin sistematik olarak inceleme	Durumun geometrik olarak yorumlama	Fonksiyonun belirlenen aralıkta türevli ve konveks olma durumunu grafiklerle gösterme	Eşitsizlik ve türev bilgilerini geometri uygulamasında kullanarak sonuca ulaşma	Daha basit ve geometrik çözüm elde etme	Geometrik ispatını yapma
12	Teleskop mercek sistemi	Astronomi ve uzay bilimleri	Etkili gözlem ve görüntüleme sistemi geliştirme	Bölgenin aynı zaman diliminde farklı açılardan görüntüsünü alma	Mercek ve açıya göre daha etkili, kaliteli ve gerçeğe yakın veriler elde edebilen gözlem sistemi tasarlama	Dikdörtgen bölgede görüntüleme noktalarının yer değiştirmelerini Geogebra programında modelleme ve sayıları tablolaştırma	Dikdörtgen bölgenin gözlemlenmesi için görüntü alma noktalarının belirli mesafede yer değiştirme sayılarını hesaplama	Tek mercek yerine ikili ve üçlü sistemlerle kaliteli gözlem ve hareketlilik sayesinde farklı açılardan görüntüleme	Doğrudan ispat ile gösterme
13	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Belli koşullar altında eleme algoritması geliştirme	Kombinatorik kapsamında inceleme ve gerçekleştirme durumlarını sayma	Çember şeklinde dizilimde çözüm genelleme	Oluşturulan bilgisayar yazılımı sayesinde veriler arası ilişkileri inceleme ve çember üzerindeki nesnelerin değişimini gösteren grafik ve tablo oluşturma	Nesne sayısı ve atlama kuralı değişkenlerine bağlı sona kalan nesneyi veren fonksiyon bulma ve fonksiyona bağlı olarak sonuç hesaplama	Seçim gerektiren durumlarda ve bilgi güvenliğinin sağlanmasında kullanma	Modelin ve çözümün bilgisayar uygulamasında denemelerle karşılaştırma
14	Sera tarımı	Coğrafya	Sera tarımında işlemleri kolaylaştıran geometrik sistem tasarlama	Büyük seralarda sulama, gübreleme, ilaçlama ve taşıma gibi işlemlerde kullanma	Dikdörtgen biçimli sera içinde hareket eden geometrik yüzey tasarlama	Yüzey tasarımı eşkenar üçgen ve çember özelliklerinden yararlanma ve paralel iki doğru arasında merkezinin yeri değişerek hareket etmesini sağlama	Eşkenar üçgen ve çemberin özelliklerini kullanarak tasarlama ve seranın kısa kenarına bağlı yüzey alanı modeline göre sonuca ulaşma	Yüzey daireden daha az yer kapladığından düşük maliyetle her noktaya hareketler serisiyle ulaşma	Animasyonu üzerinden hareketler serisi ile sistemin çalıştığını gösterme

15	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Satranç tahtasında en büyük kare boşluk algoritması geliştirme	Hamle kurallarına göre satranç tahtası üzerine yerleşimde oluşan en büyük kare boşluk inceleme	Boşlukların ve boyut sayılarının belli bir düzen içerisinde olduğunu belirleme	Taşların hamle kuralları ve yerleştirildikleri tahta boyutu değişkenlerine göre denklemlere ulaşma	Hamle kurallarına göre değişken boyutlu tahtalara yerleştirilen taşlar için oluşan en büyük kare boşluğun bulunmasını sağlayan genellemeden sonucu hesaplama	En iyi oyun stratejisi geliştirme	Aksine örnek verme yöntemi ile ispatlama
16	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Dijital oyun analizinde strateji geliştirme	Karmaşık durumlar üzerine basitleştirilmiş matematiksel düşünceler geliştirme	Farklı özelliklere sahip nesnelerin geçitlere dağılımı üzerine en iyi strateji geliştirme	Geçit, nesne ve belirsiz nesne sayı değişkenlerine bağlı model geliştirme	Değişkenlere bağlı olarak bütün bilgileri bulma ve çözüm genelleme	Bilgisayarda oyun temelli problem durumlarını analiz etme	İşlemleri kontrol etme ve deneme yapma
17	Uçak	Havacılık	Uçağın havalanmasını kolaylaştırma	Daha hızlı ve güvenli havalanma	Pistin belli bir kısmına manyetik mıknatıs yerleştirme	Mıknatıs sistemin yarıçapı, alanın derinliği, uçağın eğim açısı ve uzunluğu değişkenlerini Geogebra programıyla çizme	Dik üçgen, trigonometri bilgilerini kullanarak elde edilen eşitsizlikten sonuçlara ulaşma	Hava koşulundan bağımsız olarak uçak kalkışında açılabilen sistemle güvenlik sağlama	İşlemlerin kontrol edilmesi ve hareketler serisi üzerinden gösterme
18	Depolama	Uzay teknolojileri	Sürdürülebilir depolama	İhtiyaca göre kategori için değişebilen sayıda bölge tasarlama	Depolamada ihtiyaca göre bölge sağlama	Kategori ihtiyacına göre değişebilen tasarımda çemberi kullanma	Kategori sayısı değişkenine göre kaç farklı şekilde tasarıma dönüştürülebileceğini hesaplama	Sürdürülebilir depolama alanları ile değişen ihtiyaca cevap verme	Doğrudan ispat ile gösterme
19	Okçuluk	Spor	Ok uçuşunda optimum değer hesaplama	İsabetli atışlar için ayar yapma	Ok uçuşuna etki eden değişkenleri belirleme	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerine göre sonuçları tablolaştırılma ve sonuçların ilişkisini inceleme	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerine göre oluşturulan modelden çözüme ulaşma	Ayarlama yapmada kolaylık ve isabetli atış sağlama	İzlenen adımları gözden geçirme
20	İnsansız hava aracı	Teknoloji ve tasarım	Çok fonksiyonlu kullanım için geometrik tasarım yapma	Farklı amaçlar için uygun olma	Her noktaya rahatlıkla ulaşabilecek geometrik yüzey tasarlama	Köşelere ulaşımında çokgenlerin, dönebilmesinde çemberin özelliklerini kullanarak hareketli merkez tasarlama	Çokgenlerin ve çemberin özelliklerinden faydalanılarak modeli belirleme ve modelin yüzey alanı hesaplama	Ulaşım kapasitesi ve kullanım fonksiyonu geliştirilmiş tasarım yapma	Animasyon üzerinden hareketler serisi ile belirtme
21	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Oyunu kazanma olasılığını bulma	Yarışma olasılıklarını inceleme	Bir kişinin kazanma olasılığını etkileyen faktörleri belirleme	Aşama sayısı değişkenine göre olası sonuçların tablosunu yapma	Aşamaların zorluk değerlerini hesaplama	Kazanma olasılığına göre strateji belirleme	Aşamaları ve modeli tasarlanan uygulamada deneme
22	Peyzaj	Mimari	Çevreci tasarım yapma	Daha çok alandan yararlanma	Alan ve maliyet inceleme	Geometrik şekilleri karşılaştırma, sonuçları tablolarla gösterme ve Şekiller çizme	En verimli tasarım için denkleme bağlı çözüm bulma	En verimli tasarım için matematiksel alt yapı oluşturma	Sürecin tüm aşamalarını kontrol etme

23	Buzdolabı	Bilişim teknolojileri	Diyet programlı buzdolabında algoritma geliştirme	İnsan sağlığına dikkat etme ve tüketilen kaloriyi hesaplama	Yiyeceği miktarının günlük ortalamasını belirleme	Harcanan kaloriyi hesaplama, grafiğe aktarma ve Arduino programından yararlanma	Yiyecek tüketiminin üst ve alt değerinin belirlenmesi ile oluşturulan eşitsizlikten sonuç hesaplama	İnsanların diyet kontrolünü kolayca yapabildiğini sağlama	Sürecin tüm aşamalarını tasarlanan uygulama üzerinde deneme
24	Dalga enerjisi	Fizik	Sürdürülebilir enerji üretme	Dalgalardan enerji üretmek için geometrik tasarım yapma	Yüksek hareket kabiliyetli sistem tasarlama	Dalga enerjisi üretilen alanın dalga boyuna göre belirlenen derinlik seviyesini belirleme	Tasarım şeklin ayırıt uzunluğu ve dalga boyuna göre belirlenen derinlik seviyesine bağlı olarak modelden çözüme ulaşma	Kıyısı çok olan ülkemizde dalgadan enerji üretimi sağlama	Kullanılan alan ve daire dilimi formüllerine göre işlemleri kontrol etme
25	Otopark	Trafik ve ulaşım	Park alanlarını etkin kullanma	Dar alanları otopark olarak kullanabilme	Dar alanların park etmede kullanımı için algoritma geliştirme	Dar alanlarda park halinde olan araç sayısı ve park kapasitesi değişkenlerini belirleme ve yerleşimi programda modelleme	Araç sayısı ve park kapasitesi değişkenlerine göre hareket sayısını veren modele bağlı sonuç bulma	Dar alanlardan park için yararlanma ve park sorununu çözme	Tümevarımla ispat yapma
26	Trafik akışı	Trafik ve ulaşım	Her yönde araca trafik akışı sağlama	Kavşaklarda trafik akışı daha etkili sağlama	Farklı sayıda yolların kesişim noktaları için hareket stratejisi geliştirme	Kesişen yol sayısı değişkenine göre hareketi algoritma ve matematikle sağlama	Kesişen yol sayısı, araç sayısı değişkenine göre algoritmada matematiksel sonuçları bulma	Kavşaklarda tıkanan trafiğin önüne geçme	Uygulama üzerinden adımları ve sonuçları karşılaştırma
27	Şifreleme	Siber güvenlik	Bilgi güvenliğini sağlama	Algoritma geliştirme	Çözülmesi zor algoritmanın geliştirilmesi	Şifreleme ve şifre çözme algoritma aşamalarını tablolarda gösterme	Algoritmada kullanılan nokta sayısı, doğru sayısı, bölge sayısı değişkenlerine göre sonucu hesaplama	Güveni haberleşme sağlama	Aksine örnek ile ispatını yapma
28	Görüntüleme	Astronomi ve uzay bilimleri	Görüntülemede optimum değer hesaplama	Görüntüleme kalitesini farklı açılardan çekimlere bağlama ve görüntüleme araçlarının pil ömrünü dikkate alma	Görüntü alınmasının en az kaç çekimle verimli gerçekleştirilmesi ile ilgili strateji geliştirme	Stratejinin geliştirilmesi için görüntü alma durumlarını Geogebra ile gösterme, sayıları tablo yapma, görüntüleme noktası ve alanını değişken olarak belirleme	Görüntüleme noktası ve alanı değişkenlerine bağlı geliştirilen model üzerinden matematiksel sonuçlar hesaplama	Farklı büyüklükte alanlarda kullanılabileceği	Tümevarımla ispat etme ve hareketler serisi ile adımların kontrol edilmesi
29	Yapay zeka	Teknoloji ve tasarım	Yer değiştirme algoritmasını sağlama	Yer değiştirmelerin algoritmik olarak en az kaç hamle ile gerçekleştirilebileceğini belirleme	Yer değiştiren nesneler ve boyut değişkenlerine göre ilişki bulma	Yer değiştiren nesneler, hamleleri ve yer değişiminin gerçekleştirilme boyutu değişkenlerine göre sonuçları tablo yapma	Nesne sayısı, hamleleri ve değişiminin gerçekleşme boyutu değişkenlerine göre modelden sonuç hesaplama	Geliştirilen model ile farklı nesnelerin yer değiştirmesini sağlama	Model ve sürecin tüm aşamalarını tasarlanan uygulama üzerinde gösterme
30	Birleştirme teknolojileri	Mühendislik	Sürdürülebilir birleştirme	Mevcut enerjiyle yapılabilecek en dayanıklı birleştirmede işlem sayısı hesaplama	Bağlama noktaları, bağlama alanı değişkenlerini belirleme ve aralarında ilişkiyi açıklama	Bağlama noktaları, bağlama alanı değişkenlerine göre çözüm tablosu oluşturma ve geri dönüşüm için çözümleri programda modelleme	Mevcut enerjiyle en sağlam birleştirme için hareketlerin optimum değerleri için geliştirilen denklemlerden sonucu hesaplama	Sağlam ve uzun ömürlü bağlama	Tümevarımla ispatlama ve hareketler serisinde işlemlerin kontrolünü yapma

G	K	Konu	Alan	Problem durumunu belirleme	Problem durumu üzerinde çalışma	Proje üzerinde çalışma	Sonuçlandırma
K	31	Yenilenebilir enerji	Enerji teknolojileri	Yenilenebilir enerjili sistem önerme	Farklı açılardan sistem bileşenlerini belirleme ve değişkenleri tanımlama	Tasarıma yönelik değerleri hesaplama, matematiksel genelleme yapma ve prototip oluşturma	Teorem ile ispatlama, hareketler serisini prototipte gösterme ve kontrol etme
	32	Kriptoloji	Şifreleme	Algoritma ve tasarım geliştirme	Dinamik program belirleme, olası tüm girdi ve çıktı kombinasyonlarını oluşturma	Mantıksal modelleme oluşturma, algoritma geliştirme	Algortimaları, iyi algortimada olması gereken niteliklere göre karşılaştırma ve kontrol etme
	33	Sürdürülebilir tarımsal model	Tarım	Kaynakları verimli kullanma	Kaynakları farklı açılardan koşulları belirleyerek girdi olarak tasarlama	Kullanım durumlarını program ile gösterme, miktar, tür vb. değişkenlerine göre sonuçları tablo yapma, değişkenlerine bağlı geliştirilen model üzerinden matematiksel sonuçlar hesaplama	Hareketler serisi ile sistemin kontrolünü sağlama
	34	Olası durumların sayısı	Şifreleme	Sonuçların uygulama alanını genişletme	Dinamik programdan yararlanarak veri girişi yapma, online işlemlerde uygulama alanını test etme	Hamle sayısına ilişkin algoritmayı geliştirme ve farklı alanda kullanma	Algortimada olması gereken niteliklere göre karşılaştırma ve kontrol sağlama
	35	Yapılmış projenin önerileri	Algoritmik tasarım	Ulaşılan sonuçları sentezleme	Benzerlik ve farklılıklarına yönelik nitelikleri listeleme, karşılaştırma	Girdiler, değişkenler ve ilişkili yapılar göre sonuçları program üzerinde genelleme	Sentezleme ve genelleme
	36	Yapılmış projeyi geliştirme	Mantıksal tasarım	Geliştirilmiş modelin farklı alana uygulanması	Modelin kullanımına yönelik yeni problem durumunu, varsayımı, değişkenleri ve bunlar arasındaki ilişkileri belirleme	Modelin farklı alanda kullanımını sağlama, matematiksel yöntemleri kullanarak sonuca ulaşma ve bulguları genişletme	Uygulanmış doğrulama yöntemini kullanarak kontrol sağlama

Tablo 4.17 incelendiğinde deney grubunda 5 numaralı katılımcının matematiksel modelleme konusunun ‘çift yıldızlar’ olduğu ve matematiksel modelleme alanının ‘astronomi ve uzay bilimleri’ olduğu belirlenmiştir ve bulguya ilişkin modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “Çift yıldızlar astrofizikte, tek yıldızlara kıyasla daha çok bilgi sunmaları bakımından büyük öneme sahiptirler. K5/D4” şeklindedir. Katılımcının gerçek yaşam problemini belirleme nedeninin ‘çift yıldız gözlemleme’ olduğu belirlenmiştir ve bulguya ilişkin modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “Çift yıldız yardımıyla belirlenen fiziksel parametreler ile tek yıldızların fiziksel özellikleri de belirlenebilmektedir. K5/D4” şeklindedir. Problemi anlama aşamasında ‘tutulmalar sırasında ışık değişimi gözleme’ üzerinde durduğuna ilişkin ifadesi “Örten çift yıldız sisteminin yörünge düzleminin, gözlemciye uygun bir açı altında yönlenmiş olması halinde bileşenlerin birbirini dönemli olarak örtmesi sonucu tutulmalar meydana gelir ve bir ışık değişimi gözlenir. K5/D7” şeklindedir. Sadeleştirme aşamasında ‘üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulmaları doğrusal salınımla en az enerjiyi harcayarak gözlemleme’ bulgusu ile ilgili ifadesi “Üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulmaları doğrusal salınım yaparak ve en az enerjiyi harcayarak gözlemlemek istiyorsak üç farklı tutulma gözlemi gerekmektedir. K5/D10” şeklindedir. Katılımcının problemi matematikselleştirme aşamasında ‘yarıçapları farklı çember ve küreleri koordinat sistemine geogebra programında modelleyerek doğru denklemi yazma ve gösterme’ yaptığına ilişkin ifadeleri “İlk önce yıldızları yarıçapları farklı olan çemberler daha sonra küreler olarak koordinat sistemine yerleştirdim. K5/D14 Doğrusal gözlem güzergahının denklemini yazarak geogebra programı üzerinde modelleyerek gösterdim. K5/D19” şeklindedir. Matematiksel olarak çalışma aşamasında ise katılımcının ‘Temel benzerlik teoremi ile teğet kesişme noktalarını ve apsisleri eşit olduğu için doğrusal olduklarını hesaplama ve menelous teoremi ile diğer gösterimini bulma’ bulgusuna ilişkin ifadeleri “Temel benzerlik teoremi ile teğet kesişme noktalarını buldum. Teğet kesişme noktalarının apsisi eşit olduğu için doğrusaldırlar. İkinci gösteriminde doğrular üzerindeki gözlem noktalarından menelous teoremine benzer bir şekil çıkar. K5/D22” yer almaktadır. Yorumlama aşamasında ‘doğrusal bir tutulma gözlem güzergahı belirtme’ bulgusuna ilişkin ifadesi “Üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulmalar doğrusal salınımla en az enerjiyi harcayarak gözlemlenecek. K5/D26” ve doğrulama aşamasında ‘menelous teoremi ile ispat yapma’ bulgusuna ilişkin ifadesi “Üç gözlem noktasının doğrusal olduğunu menelous teoremiyle de gösterdim. Doğrusal salınım yaparak gözlem yapabilecektir. K5/D30”

Deney grubunda 1 numaralı katılımcının modelleme konusunun antik kent olduğu ve alanının tarih olduğu belirlenmiştir ve bulguya ilişkin modelleme çalışması sonuç formunda

yer alan ifadesi “...*tarihi alanlarda bulunan antik eserlere yeterli önem gösterilmemektedir. K1/D4*” şeklindedir. Katılımcının gerçek yaşam problemini belirleme nedeninin ‘kolay, eğlenceli ve antik kentleri koruyan ziyaret sağlama’ olduğu belirlenmiştir ve bulguya ilişkin modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Hem antik yerleri gezmeyi daha eğlenceli hale getirecek hem de olduğu yerde ve zarar vermeden inceleyebileceğiz. Kullanımı kolay... K1/D4*” şeklindedir. Problemi anlama aşamasında ‘geometrik tasarım yapma’ üzerinde durduğuna ilişkin ifadesi “*İnsanları tarihi öğrenmeye teşvik eden uygun bir geometrik tasarımla... A merkezli çemberin tamamının yarım konilerle kaplı olması... K1/D7*” ve sadeleştirme aşamasında ‘çapı değişken olarak belirlenen dairesel alanların gezilmesini sağlama’ ile ilgili ifadesi “*Tasarımda antik kent bölgesinde belirlenen dairesel alanların bölgeye zarar verilmeden keyifle gezilebilmesi amaçlanmıştır. Koni tabanını temsil eden eş ve antik kent bölgesinin alanına göre değişen dairelerin çapı bilindiğinde çokgen tasarım tekerleklerin ölçüleri ve diğer ölçüler hesaplanabilir. K1/D10*” şeklindedir. Katılımcının problemi matematikselleştirme aşamasında ‘dairesel alanlar üzerine kurulu kesik koni ve çokgen tasarım tekerlekler üzerinden Geogebra programında modelleme’ yaptığına ilişkin ifadeleri “*GeoGebra programı ile çizilmiş sistemin ve koni tabanlarının yarıçapı h ve a olsun. K1/D14 GeoGebra programında oluşturduğum şekillerle modelleri gösterdim. Böylece h ve a ’ya bağlı olarak tüm uzunlukları ifade etmiş oldum. K1/D19*” şeklindedir. Matematiksel olarak çalışma aşamasında ise katılımcının ‘bölge alanı, kesik koni taban çapı ve çokgen tekerlek ölçülerinin hesaplanması için üçgende açılar, benzerlik ve kosinüs teoremi bilgilerini kullanma’ durumuna ilişkin ifadeleri “*Bir kenarına x diyelim bu uzunluğu benzerlik yardımıyla buldum. Çeyrek çemberde açı sayısına göre iki teker arasında kalan açıdan diğer kenarı bulmak için kosinüs teoremini kullandım. K1/D22*” yer almaktadır. Yorumlama aşamasında ‘kolay tasarım ve malzeme ile bölgeye zarar vermeden eğlenceli gezi yapma’ bulgusuna ilişkin ifadesi “*Kolay tasarlanabilen ve her kesimde rağbet görebilecek bir şey. Günlük hayatta kullandığımız malzemelerle tasarlanabilmesi ile birlikte tarihin ilgi çekiciliğini artırabilecek. K1/D26*” ve doğrulama aşamasında ‘farklı antik kentlerde modeli deneme ve somut materyal üzerinde gösterme’ bulgusuna ilişkin ifadesi “*Olympos, Perge ve Termessos örneklerinde dairesel form varsayımına göre işlemlerimi ve modeli ispatını yaparak doğruladım. Hareketler serisi ile sistemin sorunsuz çalıştığını simülasyon ile de gösterdim. K1/D30*” şeklindedir.

Kontrol grubunda 36 numaralı katılımcının üretilmiş olan projenin kullanım alanını genişletme üzerinde çalışma yaptığına, konu, alan ve problem belirlediğine ulaşılmıştır. Bu bulguya ilişkin proje raporu ifadeleri “*Sistemin tasarlanması için mantıksal tasarımı yapılmış*

ve model oluşturulmuş projeden esinlenilmiştir. K36/D4” ve “Geliştirilmiş modelin farklı kullanım alanları düşünülmüştür K36/D7” şeklindedir. Aynı katılımcının geliştirilmiş modelin farklı alana uygulanmasına yönelik problem durumunu belirlediğine ulaşılmıştır. Bu bulguya ilişkin ifade “Geliştirilmiş modelden enerji üretiminde nasıl yararlanılabileceği buna ilişkin hesaplamalar ile belirlenebilir K36/D10” şeklindedir. Katılımcının matematiksel yöntemleri kullanarak projesi üzerinde çalıştığı belirlenmiştir. Buna ilişkin ifade “Olası durumlar sırasıyla hesaplanarak farklı sonuçlar tabloya aktarılmıştır. Elde edilen veriler önceki model ile karşılaştırılmıştır K36/D19” şeklindedir. Katılımcının zaten var olan bir modelin uygulama alanını genişlettiğini belirten ifadesi “Değişkenlere göre optimum değer hesaplanmıştır. K36/D22” Daha önce gösterildiği şekilde doğrulamasının yapıldığını ve sonuçlandırıldığını belirten ifadesi “Belirtildiği şekilde adımlar takip edilerek kontrolü yapılmıştır. Modelin farklı alanda kullanılabileceği gösterilmiştir. Modelin kapsamı kullanım alanı açısından geliştirilmiştir K36/D30” şeklindedir.

Deney grubuna kıyasla kontrol grubundan daha az sayıda katılımcının proje üretimini tamamlayabildiği, hem nicelik hem de nitelik olarak deney grubu lehine farklılaşmanın olduğu görülmüştür (Bkz. Tablo 4.17). Kontrol grubu katılımcı projelerinin mevcut literatürün sentezlenmesi, üretilen modelin farklı alanda uygulamasının yapılması ya da tipik sonuçlara ulaşılması açılarından sınırlılık gösterdiği belirlenmiştir. Deney grubu katılımcılarının yeterliklerini disiplinlerin karmaşık problemlerinin yaratıcı çözümüne dönüştürmede daha iyi performans gösterdiği bulgulanmıştır. Proje üretiminde ve yönetiminde özgünlük bakımından deney grubu lehine farklılık olduğuna ulaşılmıştır. Kontrol grubundaki bazı katılımcıların problemi belirleyebilseler bile bunun üzerine çözüm modeli geliştirme sürecinde ilerleyemedikleri ve proje üretimini tamamlayamadıkları görülmüştür.

4.4.Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırma sorusu “Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimleri nasıldır?” şeklindedir. Deney grubu katılımcılarının, modelleme tabanlı proje üretimlerinde yeterliklerini nasıl kullandıkları ve nasıl kararlar aldıkları kısmi yaklaşımla belirlenmiştir. Bu detaylı analiz için modelleme günlükleri en önemli veri kaynağı olmuştur. Modelleme günlüklerinin yanı sıra katılımcı ifadeleri ve ulaşılan tabloların akran öneri formu, alan uzmanı öneri formu ve proje formundan elde edilen verilerle birbirlerini destekleme durumuna bakılmıştır. Katılımcıların yeterliklerini nasıl kullandıkları ve nasıl kararlar aldıklarına ilişkin detaylı bulgular, bulgularla ilgili katılımcıların ifadeleri ve katılımcılar

tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri sunulmuştur (Bkz. Tablo 4.18, Tablo 4.19, Tablo 4.20, Tablo 4.21, Tablo 4.22, Tablo 4.23).

Katılımcıların ‘gerçek yaşam problemini belirleme’ aşamasında yeterliklerini nasıl kullandıklarına ilişkin bulgular, bulgularla ilgili katılımcıların örnek ifadeleri ve bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘matematiksel modelleme konusu’, ‘matematiksel modelleme alanı’, ‘gerekçe’, ‘problemi fark etme’, ‘probleme duyarlı olma’, ‘matematik bilgileriyle çözebileceği problemi belirleme’ ve ‘modelleme bileşenleri’ kategorileri altında her bir katılımcının bulguları ve ifadeleri özetlenmiştir. Tablo 4.18’de sırasıyla her katılımcının seçtiği alanda belirlediği konu üzerinde hangi gerekçe ile gerçek yaşam problemini belirlediği bulgularına yer verilmiştir. Katılımcıların ‘gerçek yaşam problemini belirleme’ aşaması altında ‘problemi fark etme’, ‘probleme duyarlı olma’ ve ‘matematik bilgileriyle çözebileceği problemi belirleme’ olmak üzere üç kategorileri olduğu belirlenmiş ve bunlar altında katılımcıların örnek ifadelerine yer verilmiştir. Son sütunda araştırma kapsamında yer alan modelleme bileşenlerinin hangilerinin bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği belirtilmiştir. Katılımcıların bulgularını en iyi açıklayan alıntılara yer verilmiştir.

Tablo 4.18*Katılımcıların Gerçek Yaşam Problemini Belirleme Bulguları*

K	Konu	Alan	Gerekçe	Gerçek yaşam problemini belirleme			Modelleme bileşenleri
				Problemi fark etme	Probleme duyarlı olma	Matematik bilgileriyle çözebileceği problemi belirleme	
1	Antik kent	Tarih	Kolay, eğlenceli ve antik kentleri koruyan ziyaret sağlama	<i>“Tarihi alanlarda bulunan antik eserlere yeterli önem gösterilmemektedir. K1/A1”</i>	<i>“Kullanımı kolay ve her yaş grubuna uygun tasarımla tarihi öğrenmeye teşvik edebilirim. K1/A2”</i>	<i>“Tasarımın matematiksel hesaplarını yaparak sonuçlara bakmak. K1/A4”</i>	A1-4, B3, C2-4, D4, E1
2	Aydınlatma	Fizik	Tasarruflu aydınlatma	<i>“Aydınlatmada para gereksiz yere harcanmamalıdır. K2/A1”</i>	<i>“Çocuk adasının aydınlatılması görevini üstlenmek. K2/A2”</i>	<i>“Hangi ampul kullanılırsa daha az para harcanır onu hesaplamak. K2/A3”</i>	A1-4, B4, D4, E1
3	Bölge planlama	Mimari	Sürdürülebilir bölge tasarlama	<i>“Planlamada dışa bağlantılı bölgeler ulaşımı kolaylaştırır. K3/A1”</i>	<i>“Dış bağlantılı bölge sayısının en fazla olmasını sağlayabilirim. K3/A2”</i>	<i>“Hangi geometrik şekilde nasıl parçalarsak bunu hep sağlarım deneyeceğim. K3/A4”</i>	A1-4, C1-3, D4, E1
4	Geri dönüşüm	Çevre kirliliği	Geri dönüşümle kirlilik önleme	<i>“Biyolojik atıkların denize karışması. K4/A1”</i>	<i>“Biyolojik atıkların çeşitli işlemlerden geçirilmesi ve işlenmesi ile büyük bir kirlilik önlenir. K4/A2”</i>	<i>“Bir atık sıkıştırma sisteminde yüzey şekli ve özellikleri belirleyicidir. K4/A3”</i>	A1-4, B2, C2-3, D4, E1
5	Çift yıldızlar	Astronomi ve uzay bilimleri	Çift yıldız gözlemi	<i>“Çift yıldızlar astrofizikte, tek yıldızlara kıyasla daha çok bilgi sunmaları bakımından daha büyük bir öneme sahiptirler. K5/A1”</i>	<i>“Çift yıldızlar yardımıyla belirlenen fiziksel parametreler ile tek yıldızların fiziksel özellikleri de belirlenebilmektedir. Tutulmalar meydana gelir ve bir ışık değişimi gözlenir. K5/A3”</i>	<i>“Çift yıldızlar, çekimsel kuvvetlerle birbirine bağlı en az iki yıldızdan oluşan sistemlerdir. K5/A4”</i>	A1-4, C1-4, D4, E1
6	Enerji	Fizik	Enerji üretme	<i>“Güneşli gün sayısının fazla olması bisiklet kullanımını kolaylaştırmaktadır. Fark edilebilirlik ve aydınlatma ekipmanları için enerjinin sürdürülebilir olması. K6/A1”</i>	<i>“Kendi kendine yetecek bir sistem ile fark edilebilirlik ve aydınlatma ekipmanlarının çalışmasının sağlanması. K6/A2”</i>	<i>“Elektrik üretiminin matematiksel hesapları yapılır. K6/A4”</i>	A1-4, C2-3, D4, E1
7	Paketleme	Teknoloji tasarımı	Kolay ve hızlı paketleme	<i>“Paketlemede hız önemli. K7/A1”</i>	<i>“Nesne sayısına göre olası durum hesaplanması. K6/A2”</i>	<i>“Nesne sayısı arttıkça nasıl sonuçlar çıkacağı incelenir. K6/A3”</i>	A1-4, D4, E1

8	Voleybol	Spor	Takım kazanma olasılığından strateji geliştirme	<i>“Takımım ile birlikte katıldığım maçlarda oyunun farklı zamanlarında takımların kazanma olasılıklarını merak ettim. K8/A1”</i>	<i>“Takımın kazandığı ya da kaybettiği her puanın ne kadar kritik olduğunu araştırmak istedim. K8/A3”</i>	<i>“Maçın başında alınan diğer sayıların bu sayılara ulaşmada temel oluşturduğunu düşündüm. Sonuçta her sayı bir sonraki sayının alınması ile yakından ilişkilidir. K8/A4”</i>	A1-4, B2, C3, D4, E1
9	Kladistik	Biyoloji	Tıbbi ve aromatik bitki sınıflandırma	<i>“Tıbbi ve aromatik bitki yetiştirilmesi ticarete, turizme vb. katkı sunmaktadır. K9/A1”</i>	<i>“Tıbbi ve aromatik bitkiler üzerinde araştırma yapma konusu merak uyandırmaktadır. K9/A2”</i>	<i>“Çözümlemesini ve sınıflandırmasını yapmak. K9/A4”</i>	A1-4, B3, C3-4, D4, E1
10	İndikatör	Kimya	Güçlü ve ekonomik indikatör elde etme	<i>“İndikatörler kaynatma ya da soğutma tarzında uzun işlemler gerektirirler. K10/A1”</i>	<i>“Hem zor olmayan hem de fazla zaman istemeyen adımlarla sonuca ulaşılabilir. K10/A3”</i>	<i>“İndikatörün en verimli oranlarda elde edilmesini sağlamak. K10/A4”</i>	A1-4, B4, C2-3, D4, E1
11	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Kolay çözüm algoritması oluşturma	<i>“Yoğun matematiksel ifade içermesi anlaşılabilirliği azaltmaktadır. K11/A1”</i>	<i>“Anlaşılması daha kolay ve geometrik olacak şekilde yapılabilir. K11/A2”</i>	<i>“Geometrik olması anlaşılabilirliği artıracaktır. K11/A4”</i>	A1-A4, C2, D4, E1
12	Teleskop mercek sistemi	Astronomi ve uzay bilimleri	Etkili gözlem ve görüntüleme sistemi geliştirme	<i>“Farklı açılardan net görüntü alabilmek uzay bilimlerinde önemli bilimsel ilerlemeler sağlamaktadır. K12/A1”</i>	<i>“Daha etkili görüntüleme ve gözlem sistemi geliştirilmesi bilimsel bilgi üretimi açısından oldukça kritik bir öneme sahiptir. K12/A2”</i>	<i>“Gerçeğe yakın veriler elde edebilen gözlem sistemi oluşturmak için matematiksel bir model geliştirilmesi. K12/A4”</i>	A1-4, B2-4, D4, E1
13	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Belli koşullar altında eleme algoritması geliştirme	<i>“Seçim gerektiren durumlarda karmaşıklık çıkabilir. K13/A1”</i>	<i>“Seçim gerektiren durumlarda algoritma oluşturulabilir. K13/A3”</i>	<i>“Seçimlerin sayılar büyüdükçe nasıl değiştiği incelenebilir. K13/A4”</i>	A1-4, B3, C3, D4, E1
14	Sera tarımı	Coğrafya	Sera tarımında işlemleri kolaylaştıran geometrik sistem tasarlama	<i>“Seracılık faaliyetlerinde özellikle büyük seralarda sulama, gübreleme, ilaçlama ve taşıma gibi faaliyetler gerek zaman gerekse enerji açısından seracıları zorlamaktadır. K14/A1”</i>	<i>“Seralarda yukarıda saymış olduğum sorunları azaltmak için bir sistem tasarlanacaktır. K14/A2”</i>	<i>“Bu sistemin de tasarlanması için eşkenar üçgenin ve çemberin geometrik özelliklerini kullanarak bir model kurulmuştur. K14/A4”</i>	A1-4, B4, D4, E1
15	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Satranç tahtasında en büyük kare boşluk algoritması geliştirme	<i>“Sevilerle oynanan satranç oyunu üzerine stratejiler geliştirmek gereklidir. K15/A1”</i>	<i>“Taşların farklı yerleşimlerinde boşluklar incelenebilir. K15/A3”</i>	<i>“Satranç taşlarının hamle kurallarına göre satranç tahtası üzerine yerleşimlerinde oluşan en büyük kare boşluk incelenmiştir. K15/A4”</i>	A1-4, D4, E1

16	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Dijital oyun analizinde strateji geliştirme	<i>“Oyunlar içerisindeki karmaşık durumlar üzerine basitleştirilmiş matematiksel düşünceler ve modeller yoluyla gitmek. K16/A1”</i>	<i>“Oyunların analizini yapmak, strateji geliştirmek. K16/A2”</i>	<i>“Farklı nesnelerin geçitlere nasıl ayrıldıklarında çıkışın kesin olarak bulunabileceği araştırılmaktadır. K16/A4”</i>	A1-4, D4, E1
17	Uçak	Havacılık	Uçağın havalanmasını kolaylaştırma	<i>“Uçakların kalkışı esnasında yaşanabilecek her türlü sorunların insan hayatına tehlike teşkil etmesi. K17/A1”</i>	<i>“Tehlike ve riskleri aza indirmek için çözüm üretmek. K17/A2”</i>	<i>“Uçağın havalanmasını kolaylaştırmak için tasarımda oranları hesaplamak. K17/A4”</i>	A1-4, B2-4, C4, D4, E1
18	Depolama	Uzay teknolojileri	Sürdürülebilir depolama	<i>“Sürdürülebilir depolama alanları değişen ihtiyaca cevap verebilmektedir. K18/A1”</i>	<i>“İhtiyaçlar kullanım amacına göre değişebildiği için buna uyumlu tasarım yapılmalıdır. K18/A2”</i>	<i>“Depolama alanının ihtiyaca göre matematiksel tasarımını yapmak. K18/A3”</i>	A1-4, D4, E1
19	Okçuluk	Spor	Ok uçuşunda optimum değer hesaplama	<i>“Okçulukta isabetli atış yapmak için iyi ayarlama yapmak önemlidir. K19/A1”</i>	<i>“İsabetli atışlara yaklaştıracak düzenlemeler yapılabilir. K19/A2”</i>	<i>“Matematiksel hesaplar isabetli atış olasılığını artırır. K19/A3”</i>	A1-4, B3, C2, D4, E1
20	İnsansız hava aracı	Teknoloji ve tasarım	Çok fonksiyonlu kullanım için geometrik tasarım yapma	<i>“Uzaktan kumanda edilerek uçan ve kendiliğinden belli bir uçuş planı üzerinden otomatik olarak hareket edebilen olmak üzere her iki türde tasarım önemlidir. K20/A1”</i>	<i>“Son zamanlarda birçok farklı amaçla kullanılıyor. K20/A2”</i>	<i>“Geometri ile daha etkili tasarlanabilir. K20/A3”</i>	A1-4, D4, E1
21	Algoritma ve mantıksal tasarım	Bilişim teknolojileri	Oyunu kazanma olasılığını bulma	<i>“Kazanma olasılığının hesaplanması oyunların geliştirilmesini sağlar. K21/A1”</i>	<i>“Geliştirilmesini sağlayabilirim. K21/A2”</i>	<i>“Olasılık konusuyla çözüm bulabilirim. K21/A4”</i>	A1-4, D4, E1
22	Peyzaj	Mimari	Çevreci tasarım yapma	<i>“Peyzajın nasıl yapılabileceğini düşündüm ve olumsuz etkileyen etmenler olduğunu fark ettim. K22/A1”</i>	<i>“Tasarımla ilgili bir çalışma yapılabilir. K22/A3”</i>	<i>“Sorunları azaltmak için geometrik tasarım üzerinde çalışmak. K22/A4”</i>	A1-4, C3-4, D4, E1
23	Buzdolabı	Bilişim teknolojileri	Diyet programlı buzdolabında algoritma geliştirme	<i>“İnsanlar diyet programlarına yeteri kadar uyamıyor. K23/A1”</i>	<i>“İnsan sağlığına dikkat edilmesi gerekir. K23/A2”</i>	<i>“Diyet programına göre grafik hazırlanması. K23/A3”</i>	A1-4, D4, E1
24	Dalga enerjisi	Fizik	Sürdürülebilir enerji üretme	<i>“Enerji üretiminin sürdürülebilir olması gerekir. K24/A1”</i>	<i>“Dalgalardan enerji üretmek için faydalanmalıyız. K24/A2”</i>	<i>“Dalgaların geliş yönüne göre sistem tasarımı yapmak. K24/A4”</i>	A1-4, B3, D4, E1

25	Otopark	Trafik ve ulaşım	Park alanlarını etkin kullanma	<i>“Park problemi çok fazla yaşıyor. K25/A1”</i>	<i>“Dar alanların daha etkili kullanılmasının ve park eden araçların hareket kolaylığının sağlanması gerekir. K25/A3”</i>	<i>“Dar alanlara park etmede algoritma geliştirmek. K25/A4”</i>	A1-4, B4, D4, E1
26	Trafik akışı	Trafik ve ulaşım	Her yönde araca trafik akışı sağlama	<i>“Yolların kesişim noktasında araç geçişi yavaşlar bazen durur. K26/A1”</i>	<i>“Her yönde aracın sistemli olarak geçişini sağlamak. K26/A3”</i>	<i>“Trafik akışını sağlayacak tasarım ve algoritma. K26/A4”</i>	A1-4, B4, D4, E1
27	Şifreleme	Siber güvenlik	Bilgi güvenliğini sağlama	<i>“Kişisel verilerin saklanması önemlidir. K27/A1”</i>	<i>“Farklı alanlarda kullanılacak bir algoritma tasarlanması gereklidir. K27/A2”</i>	<i>“Şifreleme algoritmasında değişkenlerin belirlemek. K27/A4”</i>	A1-4, D4, E1
28	Görüntüleme	Astronomi ve uzay bilimleri	Görüntülemeye optimum değer hesaplama	<i>“Gözlem yapmak bilimsel ilerleme için önemli veriler sağlar. Uzayda görüntü alan araçların bir pil ömrü vardır. K28/A1”</i>	<i>“Daha az çekimle kaliteli bir görüntüleme elde edilmesi sağlanabilir. K28/A2”</i>	<i>“Farklı açılardan görüntünün alınmasında uygun değerlerle ilgili hesaplar yapmak. K28/A3”</i>	A1-4, B3, D4, E1
29	Yapay zeka	Teknoloji ve tasarım	Yer değiştirme algoritmasını sağlama	<i>“Yapay zeka bilimin ilerlemesinde yadsınamaz bir öneme sahiptir. K29/A1”</i>	<i>“Yer değiştirme algoritması üzerinde çalışmak. K29/A2”</i>	<i>“Yer değiştirme algoritmasının matematiksel hesaplarını yapmak. K29/A3”</i>	A1-4, B1, D2, E1
30	Birleştirme teknolojileri	Mühendislik	Sürdürülebilir birleştirme	<i>“Daha sağlam birleştirme yapmak ve istenildiğinde geri dönüştürmek malzeme tasarrufu sağlar. K30/A1”</i>	<i>“Geri dönüşümü mümkün kulan birleştirmenin bir algoritması olmalıdır. K30/A2”</i>	<i>“Dayanıklılığı ve sürdürülebilir birleştirmeyi sağlayacak algoritma tasarlamak. K30/A4”</i>	A1-4, D4, E1

Tablo 4.18’de K8 kodlu katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde spor alanında belirlediği voleybol konusu üzerine ‘takım kazanma olasılığından strateji geliştirme’ gerekçesi ile gerçek yaşam problemini belirlediği görülmektedir. Katılımcının gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problemler olduğunu fark edebilmesine ilişkin modelleme günlüğündeki ifadesi “*Takımım ile birlikte katıldığım maçlarda oyunun farklı zamanlarında takımların kazanma olasılıklarını merak ettim. K8/A1*” şeklindedir. Katılımcı gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problemlere karşı duyarlı olabilmesine ilişkin ifadesini “*Takımın kazandığı ya da kaybettiği her puanın ne kadar kritik olduğunu araştırmak istedim. K8/A3*” ve matematik bilgilerini kullanarak çözüm üretebileceği gerçek yaşam problemlerini belirleyebilmesine ilişkin ifadesini “*Maçın başında alınan diğer sayıların bu sayılara ulaşmada temel oluşturduğunu düşündüm. Sonuçta her sayı bir sonraki sayının alınması ile yakından ilişkilidir. K8/A4*” şeklinde belirtmiştir. Katılımcının gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problem olduğunu fark edebildiği, probleme karşı duyarlı olabildiği ve matematik bilgilerini kullanarak çözüm üretebileceği gerçek yaşam problemlerini belirleyebildiği belirlenmiştir. Tablonun ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamada dört hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A1-A4), ikinci hafta akran önerisi aldığı (B2), üçüncü hafta alan uzmanından öneri aldığı (C3), dördüncü hafta modelleme çalışması formunun bu aşamayla ilgili alanını doldurduğu (D4) ve ilk hafta görüşmeye katıldığı (E1) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı alıntılanan ifadelerinden anlaşılmaktadır. İkinci hafta akran öneri formunda yer alan ifade “*Maçta kazanılan ve kaybedilen her sayı ya da puanın bir sonraki için önemli olduğu düşünülmelidir. K8/B2*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.19’da alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K8/A3) anlaşılmaktadır. Üçüncü hafta gerçek yaşam problemini belirlediği konuda seçtiği bir voleybol antrenöründen öneri almıştır. Uzman öneri formunda yer alan ifade “*Alınan her sayının önemi bir önceki sayının önemine bağlı olarak değişmektedir. Olasılıklar buna bağlı olarak düşünülmelidir. K8/C3*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.19’da alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K8/A4) anlaşılmaktadır. Dördüncü hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Takım kazanma olasılıklarından yola çıkarak strateji geliştirmek. K8/D4*” şeklindedir. Bu kararını gerçekleştirmek için bir sonraki aşamada problemi anlayıp sadeleştirebildiği Tablo 4.19’da sunulan bulgularından anlaşılmaktadır.

Tablo 4.18’de K29 kodlu katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde bilişim teknolojileri alanında belirlediği yapay zeka konusu üzerine ‘yer değiştirme

algoritmasını sağlama' gerekçesi ile gerçek yaşam problemini belirlediği görülmektedir. Katılımcının gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problemler olduğunu fark edebilmesine ilişkin modelleme günlüğündeki ifadesi “*Yapay zeka bilimin ilerlemesinde yadsınamaz bir öneme sahiptir. K29/A1*”şeklindedir. Katılımcı gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problemlere karşı duyarlı olabilmesine ilişkin ifadesini “*Yer değiştirme algoritması üzerinde çalışmak. K29/A2*” ve matematik bilgilerini kullanarak çözüm üretebileceği gerçek yaşam problemlerini belirleyebilmesine ilişkin ifadesini “*Yer değiştirme algoritmasının matematiksel hesaplarını yapmak. K29/A3*” şeklinde belirtmiştir. Katılımcının gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problem olduğunu fark edebildiği, probleme karşı duyarlı olabildiği ve matematik bilgilerini kullanarak çözüm üretebileceği gerçek yaşam problemlerini belirleyebildiği belirlenmiştir. Tablonun ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamada dört hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A1-A4), birinci hafta akran önerisi aldığı (B1), ikinci hafta alan uzmanından öneri aldığı (C2), dördüncü hafta modelleme çalışması formunun bu aşamayla ilgili alanını doldurduğu (D4) ve ilk hafta görüşmeye katıldığı (E1) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı Tablo da alıntılanan ifadelerinden anlaşılmaktadır. Birinci hafta akran öneri formunda yer alan ifade “*Yer değiştirme ile ilgili algoritmalar pek çok alanda gittikçe daha önemli hale gelmektedir. K29/B1*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.19’da alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K29/A1) anlaşılmaktadır. Üçüncü hafta gerçek yaşam problemini belirlediği konuda seçtiği cebir ve kodlama uzmanından öneri almıştır. Uzman öneri formunda yer alan ifade “*Yer değiştirme hamlelerinin kuralları tanımlanarak bu kurallara göre matematiksel hesaplar yapılmaktadır. K29/C2*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.18’de alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K29/A3) anlaşılmaktadır. Dördüncü hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Yer değiştirme algoritmasını sağlamak. K29/D4*” şeklindedir. Bu kararını gerçekleştirmek için bir sonraki aşamada problemi anlayıp sadeleştirebildiği tabloda sunulan bulgularından anlaşılmaktadır.

Otuz katılımcıdan on ikisinin uzman önerisi ve on sekizinin akran önerisi olarak bu aşamayı tamamladığı belirlenmiştir. Katılımcıların bir sonraki aşama olan “gerçek yaşam problemini anlama ve sadeleştirme” aşamasında yeterliklerini nasıl kullandıklarına ilişkin bulgular ve bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4.19*Katılımcıların Gerçek Yaşam Problemini Anlama ve Sadeleştirme Bulguları*

K	Varsayımları belirleme	Gerçek yaşam problemini anlama ve sadeleştirme						Modelleme bileşenleri
		Plan yapma	Strateji belirleme	Yöntem belirleme	Değişkenleri belirleme	Değişkenlerin ilişkilerini açıklama	Gerekli olan bilgileri ayırt etme	
1	Dairesel alanlarda gezme ve antik kentin alanına göre çapta değişme	Geometrik tasarım üzerinden hesaplar yapma	Dairesel alanlar üzerine kesik koniler kurma ve çokgen tekerlek tasarlama	Değişkenlere göre genelleme yapma	Sistemin ve konilerin taban yarıçapını belirleme	Eş çemberlerin çapına göre diğer ölçüleri hesaplama	Bölgenin alanı ve kesik koni taban çapını hesaplama	A5-10, C9, D7,10
2	Tasarruflu olan ve olmayan ampullerden kullanma	Geometrik tasarımdan yararlanarak maliyet hesabı yapma	Tek ampul üzerinden modellemenin sonucuna ulaşma	Maliyetleri karşılaştırma	Maliyet açıklığının kapanma süresi, aylık maliyet, ampul sayısı, yıllık kazanç değişkenlerini belirleme	Süre ve maliyete göre yıllık gider hesaplama	Ampulün dört yılda günde dört saat açık ve aydınlatma ile bölge çaplarının beş ve yüz metre olduğunu ayırt etme	A5-10, B8, 9, D7, 10
3	Bölge planlanma	Bölgeyi dış bağlantılı çokgen alanlara parçalama	Dairesel bölgeleri parçalama	Geometrik şekilleri parçalama	Nokta sayısı ve birleştirme biçimi değişkenlerini belirleme	Nokta sayısı ve birleştirme biçimine göre sayılarda değişme	Nokta sayısı ve birleştirme kuralı belirleme ve Üretici fonksiyon kullanma	A5-10, C6, D7, 10
4	Biyolojik atık sıkıştırma	Kusursuz döngü sağlayacak en uygun sistemi tasarlama	Hareketler serisi ile kusursuz dönebilme	Geliştirilen sistemde geometrik şekli tasarlama	Çemberlerin yarıçaplarını belirleme	Eşkenar üçgen ve çember özelliklerini kullanma	Geometrik şekillerin özelliklerinden faydalanma	A5-10, B6, D7, 10
5	Üç yıldızlı çift yıldız sisteminin yörünge düzleminde, gözlemciye uygun bir açı altında yönlenme	En uygun gözlem güzergahı tasarlama	Doğrusal salınım yaparak gözlemleme	Gözlem güzergahı belirleme	Yıldız konumları, aralarındaki uzaklık ve yarıçapları belirleme	Tutulmaların gözleneceği teğet kesişim noktalarında ışık değişimi gözlemleme	Yıldız konumları ve yarıçaplarına göre gözlem noktaları bulma	A5-10, B7, C4, D7, 10

6	Tekerlek kalınlığı ve toplam ağırlığın enerji üretiminde etkisizliğini varsayma	Sürdürülebilir enerji denklemi kurma	Daire şeklinde olan sensörlerden kullanma	Değişkenlere bağlı genellemeye ulaşma	Tekerlek, jant, iç lastik ve sensör maddenin yarıçaplarını belirleme	Teker yarıçapı, sensör üretimi enerji miktarı ve sensör sayısına bağlı enerji üretme	Sensör madde sayısı, sensör üretimi enerji miktarı ve yolu belirleme	A5-10, B5, 6 D7, 10
7	İstenilen sayıda paket bulma ve en fazla iki adet yerleştirme	Çözüme yönelik denemeler yapma	Artan sayılarla denemeler yapma	Değişkene bağlı genellemeye ulaşma	Nesne sayısını belirleme	Nesne sayısı arttıkça paketleme sayısında değişme	Sonlu denemelerin sonuçlarını bulma	A5-10, D7, 10
8	Yani her sayıda servis atma ve üç set olarak maçı kazanma	Olasılık analizi yapma	Analiz sonuçları ile binom açılımı arasında ilişki kurma	Takımların kazanma olasılıklarının analizini yapma	Takımların puanlarını belirleme	Maçta alınan her sayının önemini ve takımların maçı kazanma yüzdesini hesaplama	Takım puanları tablosunu oluşturma	A5-10, B5, C5, D7, 10
9	On üç tıbbi ve aromatik bitki üzerinden ilerleme	Karakter durumlarına göre kodlama	Karakter durumlarını tanımlama	Veri matrisi oluşturma	Karakter durumlarının kodlarını belirleme	Kodlama puanlarını karşılaştırma	Bitkilerin karakter durumunu araştırma	A5-10, C7, D7, 10
10	İndikatörleri renk değişiminden faydalanılarak tespit etme ve on beş dk. bekleterek kağıtları elde etme	Kolay ulaşılabilir, ucuz maliyetli malzemelerden en verimli oranlarda güçlü indikatör üretme	En verimli oranı ve madde miktarını hesaplama	İndikatörün temel malzemesi değişkenine bağlı genellemeye ulaşma	İndikatörün temel malzeme miktarını belirleme	Başka oranlarla da nasıl sonuç vereceğini hesaplama	Karışımının doğal indikatör olmasıyla ilgili deney bulgularını belirleme	A5-10, B9, C7, D7, 10
11	Türevli, konveks ve konkav olma	Sistematik olarak inceleme	Geometrik olarak yorumlama	Genellemeye ulaşma	Seçili noktaların koordinatları ve fonksiyonun değişkenlerini belirleme	Fonksiyonun tanımından konvekslik ifadesini kullanma	Konvekslik tanımlarından yararlanma	A5-10, D7,10
12	Görüntü noktalarını hamle kurallarına göre yerleştirme	Bölgenin aynı zaman diliminde farklı açılardan görüntüsünü alma	Daha etkili, kaliteli ve gerçeğe yakın veriler elde etme	Görüntü noktalarını hamle kurallarına göre bölgede yer değiştirmelerini genelleme	Görüntü noktalarının sayısı, dikdörtgen bölgenin boyutu değişkenlerini belirleme	Dikdörtgen bölgede görüntülemeyi görüntü noktalarının yer değişimiyle ilişkilendirme	Sayı dizilerinden yararlanma	A5-10, B8, D7, 10

13	Elemeyi belirli sayıda nesne atlanarak yapma	Bilgisayar yazılımı üzerinden sonuçları karşılaştırma	Değişkenlere göre sonuçlar arası ilişki bulma	Çember şeklinde dizilimde çözüm genelleme	Nesne sayısı ve eleme atlama sayısını değişken olarak belirleme	Nesne sayısı ve eleme atlama sayısını değişikçe sonuçta değişme	Kombinatorik kapsamında inceleme	A5-10, B5, C6, D7, 10
14	Dikdörtgen serada cismin kalınlığında yapılacak işleme göre değişme	Farklı geometrik şekilleri deneme ve en idealini hesaplama	Dikdörtgen sera içinde hareketli geometrik yüzey tasarlama	Geometrik yüzey tasarımını genelleme	Seranın kenar uzunluğunu değişken olarak belirleme	Seranın kenar uzunluğuna göre geometrik yüzey alanı hesaplama	Geometrik şekillerin özelliklerini kullanma	A5-10, B6, D7, 10
15	Herhangi iki taşın birbirini tehdit etmeyen yerleşimini 'iyi yerleşim' olarak belirleme	Değişken boyutlu tahtalara yerleştirme	En büyük kare boşluk bulma	Değişkenlere göre genellemeye ulaşma	Kare boşluğun ve tahtanın bir kenarını değişken olarak belirleme	Boşlukların ve boyut sayılarının belli bir düzen içerisinde olduğu fark etme	Güvercin yuvası ilkesini kullanma	A5-10, C5, 9, D7, 10
16	Nesnelerde rastgele yerleşme ve geçitlerde altmış dakika harcama	Geçit sayısı arttığında oluşan sonuçları inceleme	Karmaşık durumlar üzerine basitleştirilmiş matematiksel çözüm geliştirme	Kuralları üzerinden hamle sayısı genelleme	Nesne, özellikli nesne ve geçit sayılarını değişken olarak belirleme	Nesnelerin geçitlere dağılımlarını değişkenlere göre belirleme	Geçit sayılarının farklı olduğu durumlarda nesne sayısını inceleme	A5-10, B6, D7, 10
17	Mıknatıs özelliklerinin değer aralıklarını belirleme	Kalkışa etki eden değişkenleri inceleme	Manyetik mıknatıs yerleştirme	Kalkışa etki eden değişkenlerle ilgili genellemeye ulaşma	Yükseklik ve mıknatıs sistemi çember yarıçapı, eğim açısı, uzunluk değişkenlerine bağlı eşitsizlik bulma	Eşitsizliğin sağlandığı durumları hesaplama	Mıknatıs özelliklerini kullanma	A5-10, B5, D7, 10
18	Toplam depolama alanını sabit tutma	Kategori sayısına göre tasarımda değişimleri hesaplama	Dış bağlantılı depolama alanları tasarlama	Kategori sayısına göre genellemeye ulaşma	Kategori sayısı değişkenini belirleme	Kategori sayısına göre nokta ve doğru sayısının seçme ve yerleştirme	Toplam depolama alanı miktarını kullanma	A5-10, D7, 10
19	Tasarımda yüzey üzerinden üç boyutlu çıkarımlarda bulunma	Farklı tasarımları ve maliyetlerini karşılaştırma	Ergonomik ve çok amaçlı kullanma	Karşılaştırma yoluyla en uygun genellemeye ulaşma	Çokgen kenarı ve malzeme maliyeti değişkenlerini belirleme	Çokgenin kenarından göre alan bularak toplam maliyet hesaplama	Malzeme maliyeti miktarını kullanma	A5-10, B9, D7, 10

20	Belli değişkenler dışında etmenleri sabit alma	Artan sayılarla denemeler yapma	Optimum değere ulaşma	Optimum değeri değişkenlere bağlı olarak genelleme	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerini belirleme	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerine göre ok uçuşu hesaplama	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerinin etki yüzdeleri bulma	A5-10, B8, D7, 10
21	Aşamalarda giderek zorlaşma	Bir kişinin kazanma olasılığını hesaplama	Aşamaların zorluk değerlerine göre hesaplama	Kazanma olasılığı ile ilgili denklem kurma	Aşama sayısı, aşamaların zorluk değerleri ve kazanma olasılığına etki eden faktörleri belirlem	Aşama sayısına bağlı olarak aşamaların zorluk değerinde değişme	Oyunun aşama zorluk değerlerini belirleme	A5-10, B5, D7, 10
22	Malzeme fiyatlarında ortalama değeri alma	Malzeme fiyatları üzerinden ilerleme	Daha çok alandan yararlanma	Alan ve maliyet hesabı yapma	Alan ve malzeme maliyeti belirleme	Toplam maliyet hesaplamada değişkenleri çarpma	Malzeme fiyatlarını belirleme	A5-10, B5, C7, D7, 10
23	Yiyeceklerin kalorilerini ortalama olarak belirleme	Tüketilen kalori ve yiyeceklerin kalorilerine göre farklı değerleri hesaplama	Üst ve alt değer hesabı yapma	Diyet programını kontrol altında tutan model geliştirme	Tüketilen kalori ve yiyeceklerin kalorilerini belirleme	Harcanan kaloriye göre tüketilen yiyecek bulma	Yiyeceklerin kalorilerini belirleme	A5-10, C6, D7, 10
24	Dalğanın enerjisi en az değer belirleme	Dalgalardan enerji üretmek için geometrik tasarım yapma	Hareket kabiliyetli bir sistem oluşturma	Değişkenlere bağlı olarak geometrik yüzeyin tasarımı ve ayırıt uzunlukları ile alanı hesaplama	Kıyının dalga boyuna göre derinlik seviyesini belirleme	Yüzeyin ayırıt uzunluğunu dalga boyuna göre belirlenen derinlik seviyesinden hesaplama	Dalga enerjisi verilerini bulma	A5-10, B8, D7, 10
25	Mekanizma için ihtiyaç duyulan malzeme ve enerjiye sahip olunması	Dar alanlarda park edilme durumlarının incelenmesi	Park alanlarını etkin kullanma	Dar alanların park etmede kullanımı için algoritma geliştirme	Dar alanlarda park eden araç sayısı ve park kapasitesi değişkenlerini belirleme	Sitemin hareket sayısını araç sayısı ve park kapasitesi değişkenlerine göre hesaplama	Mekanizma için ihtiyaç duyulan malzeme ve enerji miktarını yazma	A5-10, B5, C9, D7, 10
26	Kesişen yollarda trafik yoğunluğunda eşitlik olma	Farklı sayıda yolların kesişim noktaları için hareket stratejisi geliştirme	Trafik akışını sağlayan tasarım yapma	Hareketi algoritma ile sağlama	Kesişen yol ve araç sayısı değişkenlerini belirleme	Kesişen yol ve araç sayısına göre sonuç hesaplama	Trafik yoğunluk değerlerini belirleme	A5-10, B6, 10, D7,10

27	Çift sayı ile başlama	Şifreleme ve şifre çözme algoritmasının aşamalarını tablolarda gösterme	Güçlü algoritma oluşturma	Algoritma geliştirme	Nokta sayısı, çokgen sayısı, çember sayısı değişkenlerini belirleme	Nokta sayısı, çokgen sayısı, çember sayısı değişkenlerine göre işlem adımlarını hesaplama	İç içe çemberler olduğunda sonuçları inceleme	A5-10, C6, D7, 10
28	Yeterli alanda tasarlama	Görüntüleme sistemlerini araştırma	Pil ömrü, kaliteli görüntü için değerleri deneme	Pil ömrü, kaliteli görüntü açısından uygun çekim sayısı bulma	Pil ömrü, çekim sayısı, çekim noktası, görüntüleme alanı değişkenlerini belirleme	Çekim sayısında çekim noktası, görüntüleme alanı ile orantılanma	Pil ömrü belirleme	A5-10, B5, 7, D7, 10
29	Nesnelerin hareket kurallarını belirleme ve gerekli boşluğu kulanma	Yer değiştirmeleri artan sayılarda inceleme	En az hamle ile yer değiştirme	Yer değiştirmede gerçekleşen hamle sayısını genelleme	Yer değiştiren nesne sayısı ve boyut değişkenlerini belirleme	Yer değiştiren nesne sayısı ve boyut değişkenlerine bağlı denklem yazma	Artan sayılar için sayısal sonuçlar bulma	A5-10, C8, D7, 10
30	Sistemde yeterli enerjiye sağlama	Farklı birleştirme biçimlerini araştırma	Geri dönüştürme	İşlem sayısı ile ilgili genelleme yapma	Bağlama noktaları, bağlama alanı değişkenlerini belirleme	Geri dönüşebilen en az işlem sayısını bağlama noktaları, bağlama alanına göre hesaplama	Birleştirme işlemine göre enerji miktarı bulma	A5-10, B8, C5, D7,10

Tablo 4.19 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘varsayımları belirleme’, ‘plan yapma’, ‘strateji belirleme’, ‘yöntem belirleme’, ‘değişkenleri belirleme’, ‘değişkenlerin ilişkilerini açıklama’, ‘gerekli olan bilgileri ayırt etme’ ve ‘modelleme bileşenleri’ kategorileri altında her bir katılımcının bulguları özetlenmiştir. Tablo 4.19’da sırasıyla her katılımcının gerçek yaşam problemini anlamak ve sadeleştirmek için eğer varsa hangi varsayımlarda bulunduğu, stratejiyi seçtiği ve yöntemi belirlediği gösterilmiştir. Katılımcıların ‘değişkenleri belirleme’, ‘değişkenlerin ilişkilerini açıklama’ ve ‘gerekli olan bilgileri ayırt etme’ kategorileri altında bulgularına yer verilmiştir. Son sütunda araştırma kapsamında yer alan modelleme bileşenlerinin hangilerinin bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği belirtilmiştir.

Tablo 4.19’da 10 numaralı katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde ‘gerçek yaşam problemini anlamak ve sadeleştirmek’ için ‘indikatörleri renk değişiminden faydalanılarak tespit etme ve on beş dk. bekleterek kağıtları elde etme’ varsayımında bulunduğu ilişkin modelleme günlüğündeki ifadesi “*İndikatör renk değişiminden faydalanılarak tespit edilir ve indikatör sıvısının içinde 15 dakika bekletildikten sonra kurutularak HRS kağıtları elde edilir. K10/A5*” şeklindedir. Bu bulgudan anlaşıldığı üzere katılımcı gerçek yaşam problemini çözmek için gerekli olan varsayımlarını belirleyebilmiştir. Katılımcının gerçek yaşam problemlerini çözmek için plan yaptığına ilişkin bulgusu ‘Kolay ulaşılabilir, ucuz maliyetli malzemelerden en verimli oranlarda güçlü indikatör üretme’ olup bu bulguyla ilgili ifadesi “*Kolay ulaşılabilir, ucuz maliyetli malzemelerden üretimle güçlü bir indikatörün en verimli oranlarda elde edilmesini sağlamak. K10/A6*” şeklindedir. Uygun stratejileri belirlemesine ilişkin bulgusu ‘en verimli oranı ve madde miktarını hesaplama’ olup bu bulguya ilişkin ifadesi “*En verimli oranlara ulaşmak için madde miktarına göre indikatör miktarını hesaplama yolunu kullanacağım. K10/A7*” şeklindedir. Kullanacağı yöntemi belirlemesine ilişkin bulgusu ‘indikatörün temel malzemesi değişkenine bağlı genellemeye ulaşma’ olup bu bulguyla ilgili ifadesi “*İndikatör temel malzeme olduğundan onun miktarına bağlı olarak ifadeye ulaşmak. K10/A8*” şeklindedir. Tablo 4.19’da katılımcının gerçek yaşam durumları içerisindeki değişkenleri belirleyebilmesine ilişkin bulgusu ‘indikatörün temel malzeme miktarını belirleme’ olup bu bulgusuyla ilgili ifadesi “*Üretimde kullanılacak japon gülü miktarı diğer miktarlar için belirleyicidir. K10/A9*” şeklindedir. Gerçek yaşam problemi içerisindeki değişkenlerin ilişkilerini açıklayabilmesiyle ilgili bulgusu ‘farklı oranlarla nasıl sonuç vereceğini hesaplama’ olup bu bulguyla ilişkili olan ifadesi “*Başka oranlar kullanıldığında elde edilen sonuçlar aralarındaki ilişkiyi verir. Biri arttıkça diğeri de artıyor. K10/A10*” şeklindedir. Gerçek yaşam problemini çözmek için gerekli olan bilgileri ayırt

edebilmesine ilişkin bulgusu ‘karışımının doğal indikatör olmasıyla ilgili deney bulgularını belirleme’ olup bu bulguyla ilgili ifadesi “*Karışımının doğal bir indikatör olup olmadığı ile ilgili deneme sonuçlarının bilinmesine ihtiyacım var. K10/A10*” şeklindedir. Gerçek yaşam problemini anlama ve sadeleştirme aşamasında 10 numaralı katılımcının gerekli olan varsayımlarını belirleyerek, plan yaparak, uygun strateji belirleyerek, kullanacağı yöntemi seçerek, problem içerisindeki değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri açıklayarak ve son olarak gerekli olan bilgileri ayırt ederek problemi matematiksel bir probleme dönüştürdüğü belirlenmiştir. Bir başka ifadeyle gerçek yaşam problemini çözmek için gerekli olan varsayımları belirleyebildiği, plan yapabildiği, uygun stratejileri belirleyebildiği, kullanacağı yöntemi belirleyebildiği ve gerekli olan bilgileri ayırt edebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca gerçek yaşam durumu içerisindeki değişkenleri belirleyebildiği ve değişkenlerin ilişkilerini açıklayabildiğine ulaşılmıştır. Tablo 4.19’da ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamalarda altı hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A5-10), dokuzuncu hafta akran önerisi aldığı (B9), yedinci hafta alan uzmanından öneri aldığı (C7), yedinci ve onuncu haftada modelleme çalışması formunun bu aşamalarla ilgili alanını doldurduğu (D7,10) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı, Tablo 4.19’da özetlenen bulgularını en iyi açıklayan alıntılardaki ifadelerinden anlaşılmaktadır. Dokuzuncu hafta akran öneri formunda yer alan ifade “*Farklı oranlarda malzeme kullanılırsa nasıl sonuca ulaşılacağı hesaplanabilir. K8/B9*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.20’de alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K8/A10) anlaşılmaktadır. Yedinci hafta gerçek yaşam problemini belirlediği konuda seçtiği bir kimya uzmanından öneri almıştır. Uzman öneri formunda yer alan ifade “*İndikatör miktarına göre toplam çözelti ve çözeltiye bağlı olarak diğer miktarlar hesaplanabilir. K8/C7*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.19’da alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K8/A8) anlaşılmaktadır. Yedinci ve onuncu hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Kolay ulaşılabilir, ucuz maliyetli malzemelerden en verimli oranlarda indikatörü elde etmek. K8/D7 Karışımının doğal bir indikatör olması için oranları belirlemek. K8/D10*” şeklindedir. Bu kararını gerçekleştirmek için bir sonraki aşamada problemi matematikselleştirdiği Tablo 4.20’de sunulan bulgularından anlaşılmaktadır.

Otuz katılımcıdan on üçünün uzman önerisi ve yirmisinin akran önerisi alarak bu aşamayı tamamladığı belirlenmiştir. Katılımcıların ‘matematikselleştirme’ aşamasında yeterliklerini nasıl kullandıklarına ilişkin bulgular ve bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20*Katılımcıların Matematikselleştirme Bulguları*

K	Bilgisayar programlarından yararlanma	Matematiksellesştirme		Modelleme bileşenleri
		Tablolar oluşturma	Grafikler oluşturma	
1	Geogebra programı ile sistemin bir modelini çizme ve teker konumlarını belirtme	-	-	A11-15, B12, C13, D15, E15
2	Geogebra programında aydınlatma noktalarının yerleşimini ve konumunu gösterme	-	-	A11-15, B12, D15, E15
3	Geogebra programında nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre olası durumları çizme	Nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre sonuç tabloları oluşturma	-	A11-15, C11, D15, E15
4	Geogebra programında her üç nokta için yapılan işlemleri ve geometrik yüzeyi tasarlama	-	-	A11-15, B14, C11, D15, E15
5	Geogebra programında yıldızları yarıçapları farklı çember ve küre kabul edip koordinat sistemine yerleştirme	Konum ve yarıçap değişkenlerine göre teğet kesişme noktaları tablosu oluşturma	-	A11-15, B11, D15, E15
6	Geogebra programında daire şeklinde olan sensörlerin şeride yerleşimini ve kesitini çizme	-	-	A11-15, D15, E15
7	-	Nesne sayısının arttırıldığı durumları tabloda belirtme	-	A11-15, D15, E15
8	-	Takımların kazanma olasılıkları tablosunu ve herhangi bir skor anında sayı almanın önem tablosunu oluşturma	-	A11-15, B15, C12, D15, E15
9	-	Karakter durumlarına göre kodlama ve puanlama tablosu oluşturma	-	A11-15, B11, C13, D15, E15
10	-	Deneylerde kaydedilen ölçümler, oranlar, karışım miktarına göre indikatör miktarı ve sayıları tabloları oluşturma	-	A11-15, B14, C12, D15, E15
11	-	-	Fonksiyonun tanımındaki konvekslik ifadesinden yola çıkılarak fonksiyonun grafiğini çizme	A11-15, B12, D15, E15
12	-	Görüntü noktalarının kaç farklı şekilde yerleştirilebileceğini tabloda gösterme	-	A11-15, B14, C11, D15, E15
13	Geogebra programında çember üzerindeki noktalar ve atlama kuralı değiştirilerek oluşan şekilleri çizme	Değişkenlere farklı sayılar verildiğinde sona kalanın numarasını tabloda gösterme	Atlama sayısına göre sona kalanın numarasının düzenli artış gösterdiği aralıkları grafikte gösterme	A11-15, B11, C12, D15, E15
14	Geogebra programında sera içerisinde yüzeyin yerleşimini çizme	-	-	A11-15, B15, C11, D15, E15

15	Geogebra programında prizmanın parçalanmasını çizme	Seçilen satırlar ve taşlar tablosu oluşturma	-	A11-15, D15, E15
16	Geogebra programında çözüm durumlarının şekillerini çizme	Geçit sayısına göre nesne sayısındaki değişimleri tabloda gösterme	-	A11-15, B13, C11, D15, E15
17	Geogebra programında uçak kalkışında mıknatıs sistemin durumunu çizme	-	-	A11-15, B11, D15, E15
18	Kategori sayısına göre olası tasarımları gösterme	Kategori sayısına göre nokta ve doğru sayılarını gösteren tablo oluşturma	-	A11-15, D15, E15
19	Geogebra programında ok uçuşu esnasındaki durumu modelleme	Ok uçuşuna etki eden değerleri tabloda gösterme	-	A11-15, B11, C13, D15, E15
20	Geogebra programında farklı geometrik şekilleri çizme	-	-	A11-15, B13, C12, D15, E15
21	-	Aşamalara göre zorluk değerleri ve olasılık tablosu oluşturma	-	A11-15, B12, C12, D15, E15
22	Geogebra programında alanları modelleme	Elde edilen bölge sayılarını tabloda gösterme	-	A11-15, B12, D15, E15
23	Arduino programında verileri modelleme	-	Harcanan kalori hesabını grafiklerle gösterme	A11-15, B11, C12, D15, E15
24	Geogebra programında kıyı boyu, dalga boyu, geometrik yüzey çizimleri, uzunluk ve oranlarını gösterme	-	-	A11-15, B12, C12, D15, E15
25	Park halinde duran araçlar, park alanı, uzunluk ve oranlarını gösteren çizim	-	-	A11-15, B14, C12, D15, E15
26	Geogebra programında keşisen yol, yollarda duran araçların modelini çizme	İşlem sonuçlarının tablollaştırılması	-	A11-15, B13, D15, E15
27	Geogebra programında şifreleme ve şifre çözme aşamalarında çemberlerin konumlarını çizme	-	-	A11-15, B14, C11, D15, E15
28	Geogebra programında görüntü noktalarının görüntüleme alanı içerisine yerleşimini gösteren modelleme	Görüntü nokta sayısı ve çekim alanına bağlı çekim sayılarını gösteren tablo oluşturma	-	A11-15, B12, C13, D15, E15
29	Geogebra programında çözüm şekillerini çizme	Hamle sayılarını gösteren tablo oluşturma	-	A11-15, B11, C13, D15, E15
30	Geogebra programında geri dönüşümde adımları gösteren şekillerin modellerini çizme	Birleştirme noktalarının sayısı ve birleştirme alanı değişkenlerine göre sonuç tablosu oluşturma	-	A11-15, B13, C12, D15, E15

Tablo 4.20 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘bilgisayar programlarından yararlanma’, ‘tablolar oluşturma’ ve ‘grafikler oluşturma’ kategorileri altında her bir katılımcının bulguları özetlenmiştir. Tablo 4.20’de sırasıyla her katılımcının gerçek yaşam problemini matematikselleştirmek için bilgisayar programlarından yararlanıp yararlanmadığı, eğer yararlandıysa hangi bilgisayar programlarını nasıl kullandığı, tablo ve grafik yapıp yapmadığı, eğer yaptıysa nasıl oluşturduğu belirtilmiştir. Katılımcıların ‘bilgisayar programlarından yararlanma’, ‘tablolar oluşturma’ ve ‘grafikler oluşturma’ kategorileri altında bulguları sunulmuştur. Tablo 4. 20 incelendiğinde son sütunda araştırma kapsamında yer alan modelleme bileşenlerinin hangilerinin bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği belirtilmiştir. Eğer bir katılımcının Tablo 4. 20’de belirtilen bir kategori altında bulgusu yoksa ilgili yere ‘ - ’ işareti konularak bu durum gösterilmiştir.

Tablo 4. 20’de 13 numaralı katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde ‘matematikselleştirme’ için bilgisayar programından yararlandığı, yararlandığı programın Geogebra programı olduğu ve bu programı ‘çember üzerindeki noktalar ve atlama kuralı değiştirilerek oluşan şekilleri çizme’ amacıyla kullandığı belirlenmiştir. Katılımcının bu bulgusuna ilişkin modelleme günlüğünde yer alan ifadesi “*Problemin çözümünde Geogebra programıyla çember üzerindeki noktalar ve atlama kuralı değiştirilerek ulaşılan modellerden yararlanılmıştır. K13/A12*” şeklindedir. Katılımcı değişkenlere farklı değerler verdikçe ortaya çıkan sonuçları özetlemek için tablolar oluşturmuş ve atlama sayısına göre sona kalanın düzenli değişim gösterdiği aralıkları göstermek için grafik yapmıştır. Bu bulgulara ilişkin modelleme günlüğünde yer alan ifadeleri “*Farklı durumlar denendiğinde sona kalanın numarası tablolarda gösterilmiştir. K13/A13*” ve “*Grafiklerde, atlama kuralına göre sona kalan nokta numarasının düzenli artış gösterdiği aralıklar vardır. K13/A15*” şeklindedir. Katılımcının problem çözümüne ulaşmak için uygun matematiksel yöntemleri kullandığı belirlenmiştir. Gerçek yaşam durumlarını temsil edecek modeller oluşturmak bilgisayar programlarından yararlandığı, tablolar ve grafikler oluşturduğuna ulaşılmıştır. Tablo 4. 20’nin ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamada dört hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A11-15), on birinci hafta akran önerisi aldığı (B11), on ikinci hafta alan uzmanından öneri aldığı (C12), on beşinci hafta modelleme çalışması formunun bu aşamayla ilgili alanını doldurduğu (D15) ve uygulama ortası görüşmeye katıldığı (E15) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı, Tablo 4.20’de özetlenen bulgularını en iyi açıklayan alıntılardaki ifadelerinden anlaşılmaktadır. On birinci hafta akran öneri formunda yer alan ifade “*Çember üzerindeki noktaların sayısı ve atlama kuralı farklılaşırsa nasıl olacağını*

çizerek göstermek. K13/B11” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.20’de alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K13/A12) anlaşılmaktadır. On ikinci hafta seçtiği bir uzmandan öneri almıştır. Uzman öneri formunda yer alan ifade “*Son olarak elenen nesne numarasının değişiminde bir sistematik olup olmadığını hesaplayarak incelemek gerekmektedir. K13/C12*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.20’de alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K13/A13) anlaşılmaktadır. On beşinci hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Oluşturulan bilgisayar yazılımı sayesinde veriler arası ilişkileri inceleme ve çember üzerindeki nesnelerin değişimini gösteren grafik ve tablo oluşturmak. K13/D15*” şeklindedir. Bu kararını gerçekleştirmek için bir sonraki aşamada yaptıkları Tablo 4.21’de sunulan bulgularından anlaşılmaktadır.

Otuz katılımcıdan yirmisinin uzman önerisi ve yirmi beşinin akran önerisi olarak bu aşamayı tamamladığı belirlenmiştir. Katılımcıların ‘matematiksel olarak çalışma’ aşamasında yeterliklerini nasıl kullandıklarına ilişkin bulgular ve bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21*Katılımcıların Matematiksel Olarak Çalışma Bulguları*

K	Modeli çözerek matematiksel sonuçlara ulaşma	Matematiksel ilişki kurma	Model kurma ve matematiksel olarak çalışma				Modelleme bileşenleri
			Problemleri matematik ile ilişkilendirme	Matematiksel olarak açıklama	Matematik bilgilerini kullanma	Matematiksel yapıları belirleme	
1	Bölgenin alanı, kesik koni taban çapı ve çokgen tekerlek ölçülerinin sonuçlarına ulaşma	Benzerlik yardımıyla tekerlek konumundan çokgenlerin kenarı arasında ilişki kurma	Kenar uzunluğunu üçgende benzerlik yardımı ile belirtme ve arazinin yapısıyla açı sayısını ilişkilendirme	Bir açı ve bu açığa ait kolların uzunlukları bilinen üçgende diğer kenarı bulmak için kosinüs teoremini açıklama	Üçgende açılar, benzerlik, trigonometri bilgilerini kullanma	Dairesel alanlarda kesik konileri belirleme	A16-22, B16, D19, 22
2	Aylık maliyet, ampul sayısı, dört yıllık kazanç ve maliyet açıklığını hesaplama	Tasarruflu ampul kullanımda kar miktarı bulma	Dairesel alan üzerinde aydınlatma konumlarını belirleme	Maliyet açıklığının kapandığı süreye ilişkin matematiksel modelleme	Eşitsizlik, denklem sistemleri ve çemberde uzunluk bilgilerini kullanma	Maliyet açıklığını belirleme	A16-22, B22, D19, 22
3	Nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre ulaşılan modeli kullanarak hesaplama	Problemin cevabı olarak fonksiyonu ifade etme	Bölgelere ayırmayı noktaların birleştirilme kuralıyla ilişkilendirme	Birbirleri ile kesişmeyen çokgenler çizme	Üretici fonksiyon, çember, sayı dizileri, fonksiyon toplam formülleri bilgilerini kullanma	Doğru parçalarının kesişme şartını sağlama	A16-22, C21, D19, 22
4	Çemberlerin yarıçapları ve yüzeyin alanını hesaplama	Noktalardan biri merkez, diğer ikisi çember üzerinde olacak şekilde yaylar çizme	Kusursuz dönme için iki dairenin kesişimi ile oluşan bir dış mekan tasarlama	Birbiriyle hiçbir şekilde karışmayan üç farklı bölge elde etme	Eşkenar üçgen, çember ve alan bilgilerini kullanma	Daireden daha az yer kaplama	A16-22, B19, C21, D19, 22
5	Doğrunun denklemini yazma ve noktayı denklemde yerine yazarak sağlama	Merkez ve yarıçap değişkenlerinden bağımsız teğet kesişim noktasında doğrusal olma	Örten yıldızlar için doğrusal gözlem güzergahını küre ortak konilerinin kesiştiği üç noktadan geçen doğru olarak bulma	Çember ortak teğetlerinin kesişim noktalarından geçen doğru denklemini yazma	Analitik geometri, benzerlik ve menelous teoremi bilgilerini kullanma	İki ve üç boyut için sağlandığını gösterme	A16-22, B17, C17, D19, 22
6	Tekerleğin belli mesafede ürettiği enerji miktarını belirleme	Dönüş sayısı, sensör enerji miktarı ve sensör sayısını çarparak enerji hesaplama	Sensör sayısını iki sensör arası uzunluk ve çap toplamının tekerlek çevresine bölümü ile elde etme	Yola bağlı tur sayısı denklemini ifade etme	Denklem, çember bilgilerini kullanma	Enerji denklemi yazma	A16-22, B16, C19, D19, 22

7	Nesne sayısına göre olası paketleme sayısı hesaplama ve genelleştirme	Bir öncesi paketleme sayısı ile bağlantılı sonuç bulma	Nesne sayısı değişkenine göre paketleme sayısında sistematik değişimi bulma	Sistematik artıştan çıkarımlarda bulunma	Sayı dizileri ve fonksiyon bilgilerini kullanma	Genelleştirilmiş çözüme ulaşma	A16-22, D19, 22
8	Sayının önemini kazanma olasılığından yola çıkılarak hesaplama	Takımların yarı yarıya sayı alma ihtimalini kullanma	Puanlarda önem artışı bulma ve olasılıkların binom katsayıları ile yakın olduğunu fark etme	Fonksiyonu belli puana sahip olan takımın kazanma olasılığı olarak ifade etme	Olasılık, fonksiyon ve binom bilgilerini kullanma	Sayı alma önem yüzdeleri belirleme	A16-22, B18, D19, 22
9	Veri matrisi yardımı ile evrimsel ağaç oluşturma	Karakter durumlarını puanlandırma	Karakter durumlarını ve yakınlıklarını sayılarla ifade etme	Matriste karakter yakınlıklarını ile en yüksek ve en düşük puanı gösterme	Matris, denklem bilgilerini kullanma	Veri matrisi ile gösterme	A16-22, B16, C16, D19, 22
10	Tüm madde miktarlarını indikatör miktarı üzerinden hesaplama	İndikatör kağıdı sayısı hesaplama	Çözeltiden indikatör kağıdı elde etme miktarı hesaplama	Doğru miktarda malzeme kullanma	Oran orantı, denklem ve alan bilgilerini kullanma	İndikatör miktarına bağlı modelleme	A16-22, C19, D19, 22
11	Daha kolay ve geometrik yapılabileceği konusunda fikir verme	Fonksiyonun tanımındaki konvekslik ifadesinden yararlanma	Noktaları köşe kabul eden çokgen oluşturma ve noktanın çokgene göre konumunu belirleme	Konveks ise fonksiyonun üst konkav ise alt bölgesinde olduğunu grafikte bulma	Fonksiyon ve türev bilgilerini kullanma	Noktanın çokgene göre konumu	A16-22, B20, D19, 22
12	Sistemin boyutu ve görüntüleme noktası sayısı değişkenlerine göre üst üste dizili sistemde görüntü yakalama sayısı hesaplama	Tanımlanan fonksiyonda değişkenleri görüntü almak için sağa yapılan hamle sayısı olarak belirtme	Dikdörtgen bölgenin gözleminde görüntü alma noktalarının belirli bir mesafede farklı yer değiştirmelerini hesaplama	Hamle sayılarını ifade eden değişkenlerin tanımlı oldukları durumları rakamla gösterme ve eşitsizliği sağlamayan durumda yapamaz hamle olma	Sayı dizileri, eşitsizlik, fonksiyon, bilgilerini kullanma	Fonksiyonda değişken değerlerinde sisteminin boyutlarından dolayı eşitsizliğe göre değişme	A16-22, B19, C20, D19, 22
13	Değişkene bağlı olarak sona kalan nesneyi veren fonksiyon bulma ve sonuçları hesaplama	Değişkeni nesne sayısı olan ve nesnenin numarasını gösteren fonksiyondan sonuca ulaşma	Bilgisayar yazılımı sayesinde problem verileri arasındaki ilişkilerden sonuca ulaşma bilgilerini kullanma	Nesne sayısı ve eleme kuralı koşullarını değiştirme ve genelleştirilmiş çözüm bulma	Fonksiyonlar, parabol, logaritma ve denklem bilgilerini kullanma	Sayıların sonraki düzenli artışın başladığı nokta olduğuna ulaşma	A16-22, B20, D19, 22
14	Seranın bir kenarına göre yüzeyin alanını veren model oluşturma ve sonuç hesaplama	Paralel iki doğru arasında dönme ve merkezinde konum değiştirme	Dikdörtgen serada hareketli ve yaylardan meydana gelen geometrik cismin ölçülerini bulma	Yay çizimini üç nokta için yaparak yüzey oluşturma	Eşkenar üçgen, çember ve alan bilgilerini kullanma	Noktalardan birini merkez, diğer ikisini çember üzerinde olacak şekilde çizme	A16-22, B16, C20, D19, 22

15	Taşların hamle kuralları ve yerleştirildikleri tahta boyutu değişkenlerine göre denklemlere ve sonuçlara ulaşma	Dikdörtgende satır sayısına göre bulunan en fazla taş sayısını bulma	Taşların tehdit alanlarını modüler aritmetik ile ifade etme	Oluşan en büyük kare boşluğun bulunmasını sağlayan genellemeye ulaşma	Küp, prizma, konum, nesne dağılımı, eşitsizlik ve modüler aritmetik bilgilerini kullanma	Belirli hamle kurallarına göre değişken boyutlu tahtalara yerleştirme	A16-22, D19, 22
16	Geçit sayıları, nesne sayıları ve belirsiz nesne sayılarının değişimlerine göre oluşturulan modelden sonuca ulaşma	Belirsiz nesne sayısı artarsa toplam nesne sayısında geçit sayısına bağlı artma	Belirsiz nesne sayısı ve geçit sayısı değişkenlerinden ikisi biliniyorsa diğerinin ulaşılan denklem ile hesaplama	Yeni kurallar ve değişkenlere göre çözümleri genelleştirme	Denklem ve dağılım bilgilerini kullanma	İki değişkene bağlı değişimi belirleme	A16-22, C17, D19, 22
17	Eğim açısı ve uzunluğuna bağlı trigonometrik özellikleri kullanarak eşitsizlik yazma ve çözme	Mıknatıs sisteminin yarıçapı ve alanın derinliğini çember ile ifade etme	Manyetik mıknatıs yerleştirme ile ilgili hesaplama	Eşitsizliğin sağlandığı durumları belirleme	Trigonometri, dik üçgen, eşitsizlik bilgilerini kullanma	Eşitsizlikte değişkene bağlı değişimi belirleme	A16-22, B16, D19, 22
18	İstenilen sayıya göre değişebilen tasarımı elde etme ve kaç farklı tasarıma dönüştürülebileceğini hesaplama	Kategori sayısı değişkenine göre denkleme ulaşma	Problemde değişken olarak alınan kategori sayısına bağlı denklemi çözme	Bölge sayısını veren denklemden sayı dizilerine ulaşma	Çember, fonksiyon, sayı dizileri ve toplam sembolü bilgilerini kullanma	Çözümlerde sayı dizileri ile ilişki kurma	A16-22, D19, 22
19	Ok uçuşuna etki eden değişkenlerle ilgili optimum değer hesaplama	Farklı sayılarda sonuçların ilişkisinin inceleme	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerine göre oluşturulan modelden çözüme ulaşma	Yay ağırlığı, dengesi ve mesafe değişkenlerine göre modeli çözme	Denklem ve eşitsizlik bilgilerini kullanma	Optimum değer oluşturma	A16-22, C20, D19, 22
20	En uygun geometrik tasarım için maliyet hesabı yapma	Çokgenlerin ve çemberin geometrik özelliklerinden yararlanma	Her noktaya rahatlıkla ulaşabilecek geometrik yüzey tasarlama	Hareketli bir merkezle ulaşma yüzeyinde değişme	Çokgen ve çember bilgilerini kullanma	Merkezde hareketi sağlama	A16-22, B20, D19, 22
21	Aşama sayısı ve oyunun aşamalarının zorluk değerlerine bağlı kazanma olasılığı bulma	Tüm aşamaların olasılığını hesaplama	Aşamalar giderek zorlaştığı için değerinde farklılaşma	Aşama sayısı arttıkça ihtimalde düşme	Olasılık bilgilerini kullanma	Olasılıkta değişkene bağlı değişimi belirleme	A16-22, B19, C18, D19, 22
22	En verimli tasarım denklemini çözme	Geometrik şekilleri özelliklerine göre karşılaştırma	Bir malzeme maliyeti üzerinden genelleme yapma	Verimlilik durumunu sonuçlara bağlı olarak belirleme	Geometrik şekil ve maliyet hesabı bilgilerini kullanma	Yayların kesişme noktalarını belirleme	A16-22, C19, D19, 22
23	Harcanan kalori ve yiyeceklerin kalorilerine bağlı denklem ve eşitsizlik ile çözüme ulaşma	Tüketilen kaloriyi hesaplama	Yiyecek tüketimini kısıtlama ve yiyecek tüketiminin üst ve alt değerinin belirleme	Yiyeceği miktarının günlük ortalamasını hesaplama	Denklem ve eşitsizlik bilgilerini kullanma	Değişkenlerin eşit olduğu durumu hesaplama	A16-22, B18, C16, D19, 22

24	Tasarım şeklin ayırıt uzunluğu ve dalga boyuna göre belirlenen derinlik seviyesine bağlı modelden çözüme ulaşma	Dalga boyuna göre belirlenen derinlik seviyesi üzerinden diğer sonuçları hesaplama	Enerji dönüşümünü sağlayacak ideal tasarım için geometrik şekillerin özelliklerini kullanma	Dalga boyuna göre derinlik seviyesi ve şeklin ayırıt uzunluğundan yüzey alanını hesaplama	Dikdörtgen, çember ve alan bilgilerini kullanma	Merkez hareketinin değişimini hesaplama	A16-22, B17, C16, D19, 22
25	Araç sayısı ve park kapasitesi değişkenlerine göre hareket sayısını veren tasarıma dayalı modeli çözme	Araç sayısı ve park kapasitesini değişken olarak ifade etme	Araç sayısı ve park kapasitesinin değişen değerlerinde sistemin hareket sayısının değişimini hesaplama	Sonuçların artış miktarına göre değişkenler arası ilişkiyi denklemlerle ifade etme	Denklem bilgilerini kullanma	Tüm durumlarda genelleme	A16-22, B16, D19, 22
26	Kesişen yol sayısı, araç sayısı değişkenlerine göre matematiksel sonuçları bulma	Değişkenlere farklı değerler vererek ulaşılan sonuçların ilişkisini gösterme	Farklı sayıda yolların kesişim noktaları için hareket stratejisi bulma	Tablolardan yararlanarak artış miktarını veren denklem yazma ve denklemleri çözme	Denklem ve toplam formülleri bilgilerini kullanma	Tüm durumlarda genelleme	A16-22, C20, D19, 22
27	Nokta sayısı ve çokgen sayısına göre oluşan çemberlerin farklı şekilde birleştirilmesi ile şifreleme algoritması geliştirme	Algoritmada kullanılan nokta sayısı, doğru sayısı, bölge sayısı değişkenlerine göre sonucu hesaplama	Algoritma ile farklı şifreleme sayılarına ulaşma	Nokta sayısı ve çokgen sayısına göre oluşan çemberleri farklı şekilde birleştirme	Çember, fonksiyon ve çokgen bilgilerini kullanma	Tüm durumlarda genelleme	A16-22, B19, D19, 22
28	Görüntüleme noktası, pil ömrü ve görüntüleme alanı değişkenlerine bağlı modelden sonuç hesaplama	Görüntüleme noktaları ile çekim sayıları arasında ilişki bulma	Görüntüleme noktasına göre değişen çekim sayıları arasındaki düzenli artışı hesaplama	Çekim sayısını görüntüleme noktası, görüntüleme alanına göre en az olacak şekilde hesaplama	Denklem bilgilerini kullanma	Hamle serilerinin anlamlı olduğu durumları bulma	A16-22, B18, D18, 22
29	Yer değiştiren nesneler, hamleleri ve boyut değişkenlerine göre ulaşılan genellemeyi çözme	Yer değiştirme ve değiştirememeye durumlarını sayılarla hesaplama	Yer değiştiren nesneler için sıralı hamle tanımlama	Belli kurallara göre gerçekleşen yer değişimini bulma	Denklem bilgilerini kullanma	Boyut değişkeninden bağımsız genelleme	A16-22, B16, C20, D19, 22
30	Hareketlerin optimum değerleri için geliştirilen denklemden sonucu hesaplama	Bağlama noktaları, bağlama alanı değişkenlerine göre sonuçlar arasında artış miktarını ifade etme	Mevcut enerjiyle en sağlam birleştirme sağlanması için değişkenlere bağlı sonuçlar arasındaki artış miktarına göre denklem yazma	Hareketlerin optimum değerleri için toplam formüllerinden yararlanarak sonuç hesaplama	Denklem, üslü sayılar ve toplam formülleri bilgilerini kullanma	Tüm durumlarda genelleme	A16-22, B19, D19, 22

Tablo 4.21 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘modelleri çözerek matematiksel sonuçlara ulaşma’, ‘matematiksel ilişki kurma’, ‘problemleri matematik ile ilişkilendirme’, ‘matematiksel olarak açıklama’, ‘matematik bilgilerini kullanma’ ve ‘matematiksel yapıları belirleme’ kategorileri altında her bir katılımcının bulguları özetlenmiştir. Tablo 4.21’de sırasıyla her katılımcının matematiksel olarak çalışma aşamasında oluşturduğu matematiksel modelini kullanarak matematiksel sonuçlara ulaşp ulaşmadığı, kurduğu matematiksel ilişkiler ve problemin matematikle ilişkilendirmesi bağlamında eğer varsa yaptığı uygulamalar belirtilmiştir. Katılımcıların ‘matematiksel olarak açıklama’, ‘matematik bilgilerini kullanma’ ve ‘matematiksel yapıları belirleme’ kategorileri altında bulguları sunulmuştur. Tablo 4.21 incelendiğinde son sütunda araştırma kapsamında yer alan modelleme bileşenlerinin hangilerinin bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği belirtilmiştir.

Tablo 4.21’de 3 numaralı katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde ‘matematiksel olarak çalışma’ aşamasında oluşturduğu matematiksel modelini kullanarak matematiksel sonuçlara ulaştığına ilişkin bulgusu ‘nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre ulaşılan modeli kullanarak hesaplama’ olarak özetlenmiştir. Bu bulguya ilişkin katılımcının modelleme günlüğünde yer alan ifadesi “*Nokta sayısı ve noktaların birleştirilme kuralına göre ulaşılan modelden yararlanarak matematiksel sonuçları hesaplamak. K3/A20*” şeklindedir. Katılımcının ‘problemin cevabı olarak fonksiyonu ifade etme’ matematiksel ilişkiler kurduğuna ilişkin ifadesi “*Fonksiyonu problemin cevabı olarak tanımladım. K3/A20*” şeklindedir. Problemin matematikle ilişkilendirilmesi bağlamında ‘bölgelere ayırmayı noktaların birleştirilme kuralıyla ilişkilendirme’ bulgusuna ilişkin ifadesi “*Problemden bölgelere ayırma aslında noktaların kaçlı olarak birleştirileceğidir. Nokta sayısı ve noktaların hangi şekilde birleştirileceği gibi koşullar değiştirilerek oluşturulmuştur. K3/A21*” şeklindedir. Matematiksel olarak açıklama kategorisi altındaki bulgusu ‘birbirleri ile kesişmeyen çokgenler çizme’ olup buna ilişkin ifadesi “*Belli sayıda noktanın farklı koşullarda birleştirilmesi ile oluşan ve birbirleri ile kesişmeyen geometrik şekillerin kaç farklı şekilde çizilebileceğinin bulunması. K3/A21*” şeklindedir. Matematik bilgilerini kullanma kategorisi altındaki bulgusu ‘Fonksiyon, çember, sayı dizileri ve toplam formülleri bilgilerini kullanma’ olup buna ilişkin ifadesi “*Üretici fonksiyonlarından yola çıkılarak tanımlanan fonksiyonunun sayı dizisi olduğu sonucuna ve çözümlere ulaşılmıştır. Çember üzerindeki belli sayıda noktanın farklı koşullarda birleştirilmesi ve doğru parçasının her durumu düşünülürse toplam formülleri ile ifade edilir. K3/A22*” şeklindedir. Matematiksel yapıları belirleme

kategorisi altındaki bulgusu ‘doğru parçalarının kesişme şartını sağlama’ olup buna ilişkin ifadesi “*Doğru parçası çemberi iki yaya böler. Bu iki yaydaki nokta sayısının çift olması gerekmektedir, aksi takdirde doğru parçalarının kesişmeme şartı sağlanmaz. Yayıdaki nokta sayısının yay sayısının katı olması gerekmektedir, aksi takdirde kesişmeme şartı sağlanmaz. K3/A22*” şeklindedir. Katılımcının bu bulgularından ‘matematiksel olarak çalışma’ aşamasında matematiksel yöntemleri kullanarak ve uygulayarak çözümler elde ettiği belirlenmiştir. Gerçek yaşam problemini temsil eden modeli çözerek matematiksel sonuçlara ulaşabildiği, gerçek yaşamda karşılaştığı durum ile matematik arasında ilişkiler kurabildiği ve problemleri matematik ile ilişkilendirebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak açıklayabildiği, matematik bilgilerini gerçek yaşam durumlarını açıklamada kullanabildiği ve gerçek yaşam durumları içerisindeki matematiksel yapıları belirleyebildiğine ulaşılmıştır. Tablo 4.21’in ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamada yedi hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A16-22), yirmi birinci hafta alan uzmanından öneri aldığı (C21), on dokuzuncu ve yirmi ikinci haftalarda modelleme çalışması formunun bu aşamayla ilgili alanını doldurduğu (D19, 22) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı, Tablo 4.22’de özetlenen bulgularını en iyi açıklayan alıntılardaki ifadelerinden anlaşılmaktadır. Yirmi birinci hafta seçtiği bir mimardan öneri almıştır. Uzman öneri formunda yer alan ifade “*Birbiriyle kesişmeyen bölgelerin sahip oldukları geometrik formlarına bağlı olarak tasarlanma sayısını hesaplamak. K3/C21*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.21’de alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K3/A22) anlaşılmaktadır. Yirmi ikinci hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Nokta sayısı ve noktaların birleştirilme biçimine göre oluşturduğum modelden farklı durumları hesaplamak. Fonksiyon, çember, çokgen, sayı dizileri konularından yararlandım. K3/D22*” şeklindedir. Bu kararını gerçekleştirmek için bir sonraki aşamada yaptıkları Tablo 4.22’te sunulan bulgularından anlaşılmaktadır.

Otuz katılımcıdan on beşinin uzman önerisi ve yirmi birinin akran önerisi olarak bu aşamayı tamamladığı belirlenmiştir. Katılımcıların ‘yorumlama’ aşamasında yeterliklerini nasıl kullandıklarına ilişkin bulgular ve bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri Tablo 4.22’te sunulmuştur.

Tablo 4.22*Katılımcıların Yorumlama Bulguları*

K	Gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklama	Yorumlama					Modelleme bileşenleri
		Gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlama	Gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterme	Gerçek yaşam için gerekliliğini açıklama	Gerçek yaşamda yararlılığını analiz etme	Gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığını açıklama	
1	Sistemin gerçek duruma uygulanmasını dairenin yarım konilerle kaplanmasıyla açıklama	Değişkenlere bağlı olarak tüm uzunlukları yorumlama	Olympos, Perge ve Termessos örnekleri üzerinde gösterme	Tarihin ilgi çekiciliğini artırma	Kolay ulaşılabilen malzemelerle tasarlanma	Kolay tasarlanabildiğini açıklama	A23-26, B23, C25, D26
2	Maliyet açıklığında kapanma ve tasarruflu ampulle kar elde etmeyi açıklama	En az yedi ay kullanılırsa tasarruflu olduğunu yorumlama	Çocuk adası örneği üzerinde gösterme	Gereksiz enerji harcanmasının önüne geçme	Elektrik faturası bakımından yarar sağlama	Maliyet açıklığına bakıldığında tasarrufu sağlama	A23-26, B25, D26
3	Bölge planlamasında olası durumların kolay bir şekilde hesaplanmasını açıklama	Bölgede nokta sayısı ve birleştirme kuralına göre sayısal sonuçları yorumlama	Kayak merkezi örneği üzerinde gösterme	Dış bağlantılı planlama ile kör bölgelerin önüne geçme ve plan çözümlerinde kolaylık sağlama	Nokta sayısının büyük olduğunda olası durumları sayarak inceleme zorluğunun önüne geçme	Aynı bölgeyi farklı amaçlarla kullanıma dönüştürme	A23-26, C24, D26
4	Üç bölgede üç farklı maddenin dönüşmüş hallerinin aynı zamanda sıkıştırılabildiğini açıklama	Aynı zamanda içerisinde üç farklı atık madde bulundurulmasını yorumlama	Artma tesisi örneği üzerinde gösterme	Farklı atık madde sıkıştırılabildiği için avantajlı olma	Cisim bir daireden daha az yer kapladığı için düşük maliyetle üretme	Maddenin dönüşmüş halleri aynı zamanda saklayabilme	A23-26, B25, C23, D26
5	Üç yıldızlı örten çift yıldız sistemindeki tutulma gözlemini açıklama	Gözlemciye uygun bir açı altında gözlemi yorumlama	Çift yıldız sistemi örneği üzerinde gösterme	En az enerjiyi harcama	Doğrusal salınım yaptığı için akılcı olma	Farklı konum ve yarıçaplarda uygulama	A23-26, B23, C23, D26
6	Üretilen enerjinin miktarının tekerleğin yarıçapı, alınan yol, sensör enerjisi ve sayısı ile ilişkisini açıklama	Maksimum enerji üretimi için gereken minimum kuvvetin çok küçük olduğunu yorumlama	Bisiklet örneği üzerinde gösterme	Uzun süreli kullanım sağlama	Enerjimizi karşılama	Sürdürülebilir enerji üretme	A23-26, B25, C25, D26

7	Sayısını ne kadar arttırsak arttırılabilir olası paketleme sayısını bulabildiğini açıklama	Varsayımlar doğrultusunda nesne sayısı değişkenine göre çözüldüğünü yorumlama	Paketleme örneği üzerinde gösterme	Daha hızlı paketleme sistemi kurma	Paketleme işleminde pratiklik sağlama	Kısa sürede olası paketleme sayısını hesaplama	A23-26, D26
8	Voleybol maçında alınan her sayının önemini ve takımların maçı kazanma yüzdesinin hesaplandığını açıklama	Takım puanları değişkenlerine bağlı kazanma olasılığının hesaplandığını yorumlama	Takım oyunları örneği üzerinde gösterme	Kazanma olasılığını ve sayının önemini strateji geliştirmede kullanma	Takım oyunlarında kazanma stratejisi sunma	Skora göre sayının önemini kolayca belirleme	A23-26, B24, D26
9	Karakter durumlarına bağlı veri matrisinin ilişkiyi belirttiğini açıklama	Bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılabileceğini yorumlama	Bilgilendirme tabelalarının eklenmesi örneği üzerinde gösterme	Ticarete katkı sağlama	Bilgilendirme	Yerli ve yabancı turistlerin ilgisinin çekme	A23-26, C24, D26
10	Ekonomik ve kullanılabilir indikatör miktarı hesaplandığını açıklama	Madde oranlarıyla baz ve asitleri gösterecek güçlü bir indikatör elde edildiğini yorumlama	İndikatör örneği üzerinde gösterme	Güçlü bir indikatör elde etme	Zamandan tasarruf sağlama	Kolay ulaşılabilir bir hammadde ile üretme	A23-26, B25, D26
11	Farklı uygulamalarına daha basit, geometrik çözüm olduğunu açıklama	Seçilen noktaların koordinat değişkenlerine göre her zaman bulunabildiğini yorumlama	İki değişkenli fonksiyonların üç boyutlu uzaydaki grafikleri üzerinde gösterme	Daha basit, geometrik sonuca ulaşma	Daha kolay çıkarımını yapma	Sistematiklik sağlama	A23-26, B26, D26
12	Hareketli olmaları sayesinde bir bölgeden farklı görüntüleme sağlanmasını açıklama	İki ya da üç mercekle sistemde ilerlemelerle alınabilecek görüntü sayısını yorumlama	Görüntü birleştirme ve karşılaştırma yapma	Uzayda önemli veriler sağlama	Zaman ve veri kaybı önleme	Yapay zeka ile uygulanma	A23-26, B25, C23, D26
13	Sona kalan nesne numarasının düzenli bir artış gösterdiği aralıkların parabolik kısımlar olduğunu açıklama	Sona kalan kişinin numarasını gösteren fonksiyon ve çember üzerindeki nesne sayısına bağlı sonuca ulaşıldığını yorumlama	Kriptoloji ve bilgi güvenliği örneği üzerinde gösterme	Seçim yapmayı basitleştirme	Seçim gerektiren durumlarda kullanma	Seçim sonucunun nasıl değişeceğini tahmin etmeyi sağlama	A23-26, C24, D26
14	Seranın kısa kenar uzunluğuna bağlı tasarlanan geometrik yüzeyin alanının bulunmasını açıklama	Sera tabanına uygulanacak işlemleri kolaylaştırmada kullanılabileceğini yorumlama	Birbirine paralel yaylı bir sistem üzerinde kullanılabilirliğini gösterme	İklim özelliklerinin kış aylarında elverişliliği ile sık sık yapılan seracılık faaliyetlerini kolaylaştırma	Dairenin ulaşamadığı köşelere hareketler serisi ile ulaşma.	Daha az maliyetle elde etme	A23-26, B23, C23, D26

15	Taşların hamle kuralları ve yerleştirildikleri tahta boyutu değişkenlerine göre çözümü açıklama	Satranç oyununda boşluk geliştirildiğini yorumlama	Satranç oyuncularını ve online oynanmasında kullanılması örneği üzerinde gösterme	Oldukça yaygın oynanan bir oyunu daha üst seviyeye taşıma	Oyun stratejisi geliştirme	Yaygınlaştırma	A23-26, D26
16	Bilgisayar ortamında karşılaşılan oyun temelli problem durumlarının analizinin yapıldığını açıklama	Hamle sayılarının bulunmasını yorumlama	Online strateji oyunları geliştirilmesi üzerinde gösterme	Bilgisayar ortamında karşılaşılan oyun temelli problem durumlarının analizini yapma	Oyun stratejisi geliştirme	Verimli zaman geçirme	A23-26, B25, D26
17	Uçak kalkışında dış etkileri azalttığını açıklama	Daha güvenli ve istenildiğinde kapatılabilen sistem olduğunu yorumlama	Uçakların kalkışını destekleme üzerinde gösterme	İnsanlar acil işleri olduğunda hava koşulları nedeniyle erteleme önüne geçme	Daha hızlı, daha güvenli ve bekleme süresi azaltılarak havalanma	Etki eden faktörleri azaltma	A23-26, B25, C24, D26
18	İhtiyaç duyulan kategoriye göre dış bağlantılı depolama alanı tasarlandığını açıklama	Kategori ihtiyacına göre değişebilen tasarım olduğunu yorumlama	Depolamada ihtiyaca göre bölge sağlama üzerinde gösterme	Sürdürülebilir depolama alanları elde etme	Değişen ihtiyaca cevap verebilme	Kaç farklı şekilde tasarıma dönüştürülebileceğini hesaplama	A23-26, D26
19	Değişkenlere bağlı optimum ok satışını sağlayan sonuçları açıklama	Belli değerler sabit tutulduğunda optimum değerleri yorumlama	Ok atışı üzerinde gösterme	Kolaylık sağlama	İsabetli atışlar sağlama	İlgi alanında başarı sağlama	A23-26, B23, D26
20	Çok amaçlı kullanılabilecek ve ekonomik maliyetli olmasını açıklama	Yararlı bir geometrik tasarım önerisi olduğunu yorumlama	Kolay tasarlanabilir olduğunu gösterme	Karlı bir seçenek sunma	Farklı amaçlar için uygun olma	Yaygın kullanım alanı sağlama	A23-26, B24, C23, D26
21	Değişkenlere bağlı kazanma olasılığı hesaplanabildiğini açıklama	Gittikçe zorlaşan aşamalar içeren durumları açıkladığını yorumlama	Kolayca hesaplanabilir olduğunu gösterme	Oyunda olasılığa göre ilerleme	Kazanma olasılığına göre strateji belirleme	Oyunlarda alınacak kararları matematiksel temele dayandırma	A23-26, B25, C24, D26
22	En verimli tasarım için matematiksel alt yapı olduğunu açıklama	Daha ileriye dönük kararlar almada önemli olduğunu yorumlama	Kolay uygulanabilir ve dönüştürülebilir olduğunu gösterme	Sürdürülebilir bir çevre sağlama	Ekonomik olma	Hızla büyüyen ve gelişen şehirlerde kullanıma	A23-26, B25, C23, D26
23	Sağlıklı beslenmeyi sağlayan matematiksel alt yapı sağladığını açıklama	İnsanın iradesine sahip çıkmasını sağlamasını yorumlama	Anatomi örneği üzerinde gösterme	Bilinçli yiyecek tüketimini destekleme	Özgün tasarım sağlama	Sağlıklı beslenme	A23-26, B25, D26

24	Dalgalardan enerji üretmek için geometrik bir tasarım olduğunu açıklama	Dalga boyuna göre belirlenen derinlik seviyesinin belirleyici olduğunu yorumlama	Kıyıdan farklı amaçlarla yararlanılması üzerinde gösterme	Doğaya zarar vermeden enerji üretme	Temiz ve sürdürülebilir enerji üretme	Kıyılardan faydalanma	A23-26, C25, D26
25	Araç sayısı ve park kapasitesi değişkenlerine göre tasarım sağladığını açıklama	Farklı araba sayıları ve farklı uzunlukta alanlarda her zaman kullanılabilirliğini yorumlama	Özellikle dar alanlarda basit bir mekanizmayla kolayca kullanılabilirliğini gösterme	Park alanlarını etkin kullanma	Park sorununu çözme	Yaygın park sorununu azaltma	A23-26, B24, C23, D26
26	Kesişen yol ve araç sayısına göre algoritmanın matematiksel sonuçlarının olduğunu açıklama	Trafik akışını sağlayacak tasarım ve algoritma olduğunu yorumlama	Özellikle kavşaklarda tıkanan trafiğin önüne geçmede gösterme	Çoklu yolların kesişimin noktasında araç geçişinin devamlılığını sağlama	Her yönde aracın sistemli olarak geçişini sağlama	Trafik akışında geleceğe yönelik çözüm sunma	A23-26, B23, D26
27	Güvenlikteki etkinliğini artırmak için şifreleme olduğunu açıklama	Gizlilik ve uyumu koruduğunu yorumlama	Kullanımı kolay algoritmasını gösterme	Güveni haberleşmede kullanma	Şifreleme algoritmasını geliştirme	Kötü amaçlı yazılımlara karşı korunma	A23-26, B24, C23, D26
28	Görüntü alınmasının en az kaç çekimle verimli gerçekleştirilmesi ile ilgili stratejinin geliştirilmesi olduğunu açıklama	Görüntüleme noktası ve alanı değişkenlerine bağlı matematiksel sonuçları yorumlama	Görüntüleme kalitesinin farklı açılardan çekimlere dayandığı örneği üzerinde gösterme	Kaliteli görüntüleme	Pil ömrüne kıyasla daha verimli görüntüleme	Değişen büyüklükte alanlarda kullanılma	A23-26, C24, D26
29	Geliştirilen model ile farklı nesnelerin yer değiştirmesinin sağlandığını açıklama	Yapay zeka teknolojisinde yer değiştirmelerin matematiksel çözümü olduğunu yorumlama	Yapay zeka örneği üzerinde gösterme	En az hamle ile yer değiştirme	Daha güvenli ve ekonomik olma	Gereksiz zaman harcanmasının önüne geçme	A23-26, B25, D26
30	Mevcut enerjiyle en sağlam birleştirme için hareketlerin optimum değerleri olduğunu açıklama	Mevcut enerjiyle en sağlam birleştirme olduğunu yorumlama	Sağlam ve uzun ömürlü bağlama örneği üzerinde gösterme	En dayanıklı birleştirme	Sağlamlık ve sürdürülebilir birleştirme sunma	Sağlamlık, geri dönüştürme ve dayanıklılık ihtiyacını giderme	A23-26, B23, D26

Tablo 4.22 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda ise matematiksel modelin çözümünün ‘gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklama’, ‘gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlama’, ‘gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterme’, ‘gerçek yaşam için gerekliliğini açıklama’, ‘gerçek yaşamda yararlılığını analiz etme’ ve ‘gerçek yaşamda mantıklı olup olmadığını açıklama’ kategorileri altında katılımcıların bulguları özetlenmiştir. Tablo 4.22’de sırasıyla her katılımcının yorumlama aşamasında oluşturduğu matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklaması ve uygulanabilirliğini göstermesi, gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlaması ile ilgili bulgular belirtilmiştir. Ayrıca katılımcıların yorumlama aşamasında oluşturduğu matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşam için gerekliliğini açıklaması ve yararlılığını analiz edebilmesi, gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığını açıklaması durumlarına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Katılımcıların Tabloda ikinci satırda belirtilen kategoriler altında bulguları sunulmuştur. Son sütunda araştırma kapsamında yer alan modelleme bileşenlerinin hangilerinin bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği belirtilmiştir.

Tablo 4.22’de 12 numaralı katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde ‘yorumlama’ aşamasında matematiksel modelin çözümünün ‘gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklama’ bulgusu ‘hareketli olmaları sayesinde bir bölgeden farklı görüntüleme sağlanmasını açıklama’ olarak belirlenmiştir. Bu bulguya ilişkin katılımcının modelleme günlüğünde yer alan ifadesi “*Tek mercekli yerine üçlü ve ikili mercekler ile daha iyi gözlem yapılmasının yanı sıra hareketli olmaları sayesinde bir bölgeden çok farklı görüntü alınabilmesi sağlanır. K12/A23*” şeklindedir. Gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlama kategorisi altındaki bulgusu ‘iki ya da üç mercek sisteminde ilerlemelerle alınabilecek görüntü sayısını yorumlama’ olup buna ilişkin ifadesi “*Bölgede iki ya da üç mercek sisteminde baştaki sıralanışlarını koruyarak, tanımlanan kurallara göre hamle ilerlemesi koşuluyla kaç görüntünün alınabileceği bulunmuştur. K12/A24*” şeklindedir. Gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterme kategorisi altındaki bulgusu ‘görüntü birleştirme ve karşılaştırma yapılması’ olup buna ilişkin ifadesi “*Farklı görüntülerin birbiri ile ilişkisi ve farklılıkları belirlenebilir. Görüntüler birleştirilebilir. K12/A24*” şeklindedir. Gerçek yaşam için gerekliliğini açıklama kategorisi altındaki bulgusu ‘uzay keşfinde önemli veriler sağlama’ olup buna ilişkin ifadesi “*Gerek yeryüzünden gerekse uzaydan alınan görüntüler öte gezegenlerin, başka galaksilerin, kara deliklerin ve bulutsuların keşfinde önemli veriler sağlamaktadır. K12/A25*” şeklindedir. Gerçek yaşamda yararlılığını analiz etme kategorisi altındaki bulgusu ‘zaman ve veri kaybı önleme’ olup buna ilişkin ifadesi

“*Model ile hem zaman hem de veri kaybı önlenabilir K12/A26*” şeklindedir. Gerçek yaşamda mantıklı olup olmadığını açıklama kategorisi altındaki bulgusu ‘yapay zeka ile uygulanma’ olup buna ilişkin ifadesi “*Yapay zeka teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte uygulanabilir. K12/A26*” şeklindedir. Katılımcının bu bulgularından ‘yorumlama’ aşamasında matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklayabildiği, gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlayabildiği ve gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterebildiği belirlenmiştir. Ayrıca katılımcının matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşam için gerekliliğini açıklayabildiği, gerçek yaşamda yararlılığını analiz edebildiği ve gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığını açıklayabildiği bulunmuştur. Tablo 4.22’nin ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamada dört hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A23-26), yirmi beşinci hafta akran önerisi aldığı (B25), yirmi dördüncü hafta alan uzmanından öneri aldığı (C23), yirmi altıncı hafta modelleme çalışması formunun bu aşamayla ilgili alanını doldurduğu (D26) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı, Tablo 4.22’de özetlenen bulgularını en iyi açıklayan alıntılardaki ifadelerinden anlaşılmaktadır. Yirmi beşinci hafta akran öneri formunda yer alan ifade “*Bu modelin yapay zeka teknolojilerinde kullanılması düşünülebilir. K12/B25*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo da alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K12/A26) anlaşılmaktadır. Yirmi üçüncü hafta seçtiği bir astronomi ve uzay bilimleri uzmanından öneri almıştır. Uzman öneri formunda yer alan ifade “*Elde edilen farklı uzay görüntüleri birbirleri ile karşılaştırılmaktadır... Görüntüler birleştirilmektedir. K12/C23*” şeklindedir. Bu önerinin katılımcı tarafından dikkate alındığı, Tablo 4.23’te alıntılanan bir sonraki haftanın modelleme günlüğündeki ifadesinden (K12/A24) anlaşılmaktadır. Yirmi ikinci hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi “*Tek mercekle yerine ikili ve üçlü sistemlerle kaliteli gözlem ve hareketlilik sayesinde farklı açılardan görüntülemek. K12/D26*” şeklindedir. Bu kararını gerçekleştirmek için bir sonraki aşamada yaptıkları Tablo 4.23’te sunulan bulgularından anlaşılmaktadır.

Otuz katılımcıdan on yedisinin uzman önerisi ve yirmi birinin akran önerisi olarak bu aşamayı tamamladığı belirlenmiştir. Katılımcıların ‘Doğrulama’ aşamasında yeterlikleri nasıl kullandıklarına ilişkin bulgular ve bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilen modelleme bileşenleri Tablo 4.23’te sunulmuştur.

Tablo 4.23*Katılımcıların Doğrulama Bulguları*

K	Varsayımların doğruluğunu belirleme	Çözme sürecinde izlenen adımları kontrol etme	Doğrulama				Modelleme bileşenleri
			Matematiksel modellerin doğruluğunu belirleme	Matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltme	Çözümlerinde hatalar varsa bunları düzeltme	Modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma	
1	Dairesel ve farklı çapta alanda sonuca ulaşma	Geogebra programı ile oluşturulan şekillerle her aşamada gösterme	Somut materyal üzerinde gösterme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Farklı antik kentlerde modeli kullanma	A27-30, B27, C28, D30, E30
2	Tasarruflu olan ve olmayan ampullerden sonuca ulaşma	Problemin çözümünü farklı yoldan kontrol etme	Toplam ampul sayısı ve tek ampul üzerinden gösterme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Seracılık problemlerinin çözümünde kullanma	A27-30, B28, D30, E30
3	Bölge planlanmada okta birleştirme koşullarını değiştirerek deneme	Şekillerden olası durumları hesaplama	İspatını yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Şifreleme probleminin çözümünde kullanma	A27-30, C28, D30, E30
4	Farklı geometrik şekilleri ve atıkları deneme	Programda çizimlerle işlemleri kontrol etme	Simülasyon ile çalıştığını gösterme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Tarımda arazi paylaşımında kullanma	A27-30, B27, C27, D30, E30
5	Yıldız sayısına ve gözlemciye olan açıya göre sonuca ulaşma	Probleme ilişkin modellemeyi ikinci yoldan gösterme	Gözlem noktasının doğrusal olduğunu ispatlama	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B29, C28, D30, E30
6	Toplam ağırlığın enerji üretiminde etkisizliğine göre sonuca ulaşma	Sistemin enerji üretimi sağlanabilecek ideal tasarım olduğunu gösterme	Sistemin çalışma prensibini gösteren hareketler serisini kullanma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B27, C29, D30, E30
7	Her pakette bulunan nesne sayısı değiştiğinde olası durumları inceleme	Şekillerden olası durumları hesaplama	Tümevarımla ispat etme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, D30, E30
8	Yani her sayıda servis atma ve üç set olarak maçı kazanma şartlarına göre sonuca ulaşma	Maçta atılan sayılara göre kontrol etme	Katıldığı voleybol maçlarını model ile inceleyerek alınan ve kaybedilen sayıların önemi ve maçı kazanma olasılığını doğrulama	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Basketbol probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B28, D30, E30

9	Bitki türü sayısına göre sonuca ulaşma	Alan uzmanı ile birlikte süreci gözden geçirme	Konuyla ilgili çalışmalar yapan kurumdan görüş alma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B27, C27, D30, E30
10	Bekletme süresini ve renk değişimini dikkate alarak sonuca ulaşma	Deneyleri tekrar yaparak hesapları kontrol etme	İndikatörü kullanarak test etme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, C28, D30, E30
11	Fonksiyonun tanımına göre sonuca ulaşma	İki değişkenli fonksiyonlarda ispatını yapma	İspatını geometrik olarak yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Farklı boyutlarda çözümler için çıkarımlarda bulunma	A27-30, B28, D30, E30
12	Görüntü noktalarını hamle kurallarına göre yerleştirmeye sonuca ulaşma	İzlenen her aşamayı kontrol etme	İspatını yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Yapay zeka probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B27, C28, D30, E30
13	Mevcut nesne sayısı ve ilk seçim bilindiğinde sonuca ulaşma	Bilgisayar programını, grafikleri ve tabloları kontrol etme	Modelin çözümünü yapılan denemelerle karşılaştırma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Kriptoloji ve bilgi güvenliğinin sağlanması probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B278, C28, D30, E30
14	Dikdörtgen serada cismin kalınlığında yapılacak işleme göre değişme şartına göre sonuca ulaşma	İşlemleri kontrol etme ve modelin seranın eksikliklerini karşılamak için ideal tasarım olduğunu belirleme	Animasyonunu ve somut materyalini hazırlayarak bir hareketler serisi ile sistemin çalıştığını belirtme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Tünel probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B29, D30, E30
15	İyi yerleşim varsayımından farklı yerleşimleri inceleme	Başa dönerek aşamaları kontrol etme	Aksine örnek yöntemi ile ispatlama	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Şifreleme ve yapay zeka alanında kullanma	A27-30, D30, E30
16	Nesnelerde rastgele yerleşme ve geçitlerde altmış dakika harcama şartına göre sonuca ulaşma	Başa dönerek aşamaları kontrol etme	İspat etme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Bilgisayar oyunları probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B27, C29, D30, E30
17	Mıknatıs özelliklerinin değer aralıklarına göre sonuca ulaşma	Başa dönerek aşamaları kontrol etme	Hareketler serisi üzerinden gösterme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B28, D30, E30
18	Toplam depolama alanını sabit tutma koşuluna göre sonuca ulaşma	Başa dönerek aşamaları kontrol etme	İspat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, D30, E30
19	Tasarımda yüzey üzerinden üç boyutlu çıkarımlarda bulunma ile sonuca ulaşma	Başa dönerek aşamaları kontrol etme	İspat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, C27, D30, E30

20	Belli değişkenler dışında etmenleri sabit alma koşuluyla sonuca ulaşma	Aşamalarda mantıklı sıra izleme	Animasyonda hareketler serisi üzerinde gösterme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme		A27-30, B28, C27, D30, E30
21	Aşamalarda giderek zorlaşma koşuluyla sonuca ulaşma	Tüm aşamalarını tasarlanan uygulama üzerinde gösterme	Modeli tasarlanan uygulama üzerinde doğrulama	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B28, D30, E30
22	Malzeme fiyatlarında ortalama değeri alma koşuluyla sonuca ulaşma	Sürecin tüm aşamalarını tekrar gözden geçirme	İspat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, C27, D30, E30
23	Yiyeceklerin kalorilerini ortalama olarak belirleme koşuluyla sonuca ulaşma	Sürecin aşamalarını tasarlanan uygulama üzerinde gösterme	Model tasarlanan uygulama üzerinde doğrulama	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Çamaşır makinesi probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B28, C27, D30, E30
24	Dalğanın enerjisinde en az değer belirleme koşuluyla sonuca ulaşma	Formüllere göre işlemlerin kontrol etme	Hareketler serisi ile gösterme	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Asansör probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B27, D30, E30
25	Mekanizma için ihtiyaç duyulan malzeme ve enerjiye sahip olunması koşuluyla sonuca ulaşma	Farklı değişkenler için sonuçları sayarak bulunan sonuçlarla karşılaştırma	İspat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B29, C28, D30, E30
26	Kesişen yollarda trafik yoğunluğunda eşitlik olma koşuluyla sonuca ulaşma	Uygulama üzerinden adımları ve sonuçları karşılaştırma	Tümevarımla ispat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B27, C27, D30, E30
27	Çift sayı ile başlama koşuluyla sonuca ulaşma	-	Aksine örnek vererek ispat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Kilit sistemi probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B29, D30, E30
28	Yeterli alanda tasarlama koşuluyla sonuca ulaşma	Tablolardan yola çıkarak adımların kontrol etme	Tümevarımla ispat yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Teleskop merceği probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B28, C27, D30, E30
29	Nesnelerin hareket kurallarını belirleme ve gerekli boşluğu kullanma koşuluyla sonuca ulaşma	Model ve sürecin tüm aşamalarını tasarlanan uygulama üzerinde doğrulama	Tümevarım ile ispatını yapma	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	Kaplama probleminin çözümünde kullanma	A27-30, B27, D30, E30
30	Sistemde yeterli enerjiye sağlama koşuluyla sonuca ulaşma	Birleştirme işlemlerini yaparak sayıları belirleme ve karşılaştırma	Tümevarımla modeli ispatlama	Modelin yazımında düzeltme	İşlem hatası düzetme	-	A27-30, B29, C27, D30, E30

Tablo 4.23 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘varsayımların doğruluğunu belirleme’, ‘izlenen adımları kontrol etme’, ‘matematiksel modellerin doğruluğunu belirleme’, ‘matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltme’, ‘çözümlerinde hatalar varsa bunları düzeltme’ ve ‘modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma’ kategorileri altında her bir katılımcının bulguları özetlenmiştir. Tablo 4.23’te sırasıyla her katılımcının doğrulama aşamasında eğer yaptıysa varsayımlarının doğruluğunu belirlemesi, çözümünde izlediği adımları kontrol etmesi ve oluşturulan matematiksel modelinin doğruluğunu belirlemesi ile ilgili bulguları belirtilmiştir. Ayrıca katılımcıların doğrulama aşamasında oluşturduğu matematiksel modelde ve modelin çözümünde eğer varsa hatalarını düzeltme ve oluşturulan matematiksel modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma durumlarına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Katılımcıların Tablo 4.23’te ikinci satırda belirtilen kategoriler altında bulguları sunulmuştur. Tablo incelendiğinde son sütunda araştırma kapsamında yer alan modelleme bileşenlerinin hangilerinin bu aşamada katılımcılar tarafından gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği belirtilmiştir. Eğer bir katılımcının Tablo 4.23’te belirtilen bir kategori altında bulgusu yoksa ilgili yere ‘–’ işareti konularak bu durum gösterilmiştir.

Tablo 4.23’te 15 numaralı katılımcının bulgularının sunulduğu satır incelendiğinde ‘doğrulama’ aşamasında ‘gerçek yaşam probleminin çözümü için gerekli olan varsayımların doğruluğunu belirleme’ kategorisinde ‘iyi yerleşim varsayımından farklı yerleşimleri inceleme’ olarak belirlenmiştir. Bu bulguya ilişkin katılımcının modelleme günlüğünde yer alan ifadesi “*Herhangi ikisinin birbirini tehdit etmeyecek şekilde yerleşimine ‘iyi yerleşim’ demiştim. Bunun değişebileceğini varsaydım ve inceledim. Bu şartlarda ideal bir tasarımıdır. K15/A27*” şeklindedir. Matematiksel model geliştirerek gerçek yaşam problemini çözme sürecinde izlenen adımları kontrol etme kategorisi altındaki bulgusu ‘başa dönerek aşamaları kontrol etme’ olup buna ilişkin ifadesi “*İzlenen her aşama tekrar gözden geçirildi. İşlem hataları kontrol edildi. K15/A27*” şeklindedir. Gerçek yaşam probleminin çözümünde oluşturulan matematiksel modellerin doğruluğunu belirleme kategorisi altındaki bulgusu ‘aksine örnek yöntemi ile ispatlama’ olup buna ilişkin ifadesi “*İzlenen her aşama tekrar gözden geçirildi. İşlem hataları kontrol edildi. K15/A28*” şeklindedir. Gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturulan matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltme kategorisi altındaki bulgusu ‘modelin yazımında düzeltme’ olup buna ilişkin ifadesi “*Matematiksel olarak ifade edilmesini değişkenlerin tanım kümesini dikkate alarak düzelttim. K15/A29*” şeklindedir. Matematiksel modellerin çözümlerinde hatalar varsa bunları düzeltme kategorisi altındaki bulgusu ‘işlem hatası düzeltme’ olup buna ilişkin ifadesi “*Değişkenlere*

verdiğim değerlere göre hesaplamada yaptığım hatayı düzelttim. K15/A29” şeklindedir. Oluşturulan matematiksel modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma kategorisi altındaki bulgusu ‘şifreleme ve yapay zeka alanında kullanma’ olup buna ilişkin ifadesi *“Bilgi güvenliğinin sağlanması için algoritma geliştirmek için yararlanılır. K15/A30”* şeklindedir. Katılımcının bu bulgularından ‘doğrulama’ aşamasında gerçek yaşam probleminin çözümü için gerekli olan varsayımların doğruluğunu belirleyebildiği, matematiksel model geliştirerek gerçek yaşam problemini çözme sürecinde izlediği adımları kontrol edebildiği ve gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturduğu matematiksel modelin doğruluğunu belirleyebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcının oluşturduğu matematiksel modelin çözümünde hatalar varsa bunları düzeltebildiği, gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturduğu matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltebildiği ve oluşturduğu matematiksel modeli farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabildiği belirlenmiştir. Tablo 4.23’ün ‘modelleme bileşenleri’ sütununda katılımcının bu aşamada dört hafta boyunca günlüğüne veri girişi yaptığı (A27-30), otuzuncu hafta modelleme çalışması formunun bu aşamayla ilgili alanını doldurduğu (D30) ve son hafta görüşmeye katıldığı (E30) belirtilmiştir. Modelleme günlüğüne veri girişi yaptığı, Tablo 4.24’te özetlenen bulgularını en iyi açıklayan alıntılardaki ifadelerinden anlaşılmaktadır. Son hafta modelleme çalışması sonuç formunda yer alan ifadesi *“Aksine örnek verme yöntemini kullanarak ispat yapmak. K15/D30”* şeklindedir.

Otuz katılımcıdan on sekizinin uzman önerisi ve yirmi üçünün akran önerisi olarak bu aşamayı tamamladığı belirlenmiştir. Katılımcıların aşamalarda uzman ve akran önerisi almaya gereksinim duymaları incelendiğinde bir sıralama olduğuna ulaşılmıştır. En azdan en fazlaya uzman önerisinin alındığı aşamaların sıralaması ‘problemi belirleme’, ‘anlama ve sadeleştirme’, ‘matematiksel olarak çalışma’, ‘yorumlama ve doğrulama’, ‘matematikselleştirme’ olarak belirlenmiştir. Katılımcılar modelleme projesi ürettikleri alanda en az gerçek yaşam problemini belirlemek ve en çok matematikselleştirmek için bir uzmanın önerisine ihtiyaç duymuşlardır. En azdan en fazlaya akran önerisinin alındığı aşamaların sıralaması ‘problemi belirleme’, ‘anlama ve sadeleştirme’, ‘matematiksel olarak çalışma’, ‘yorumlama ve doğrulama’, ‘matematikselleştirme’ olarak belirlenmiştir. Katılımcılar modelleme yaptıkları alanda az gerçek yaşam problemini belirlemek ve en çok matematikselleştirmek için bir akranının önerisine ihtiyaç duymuşlardır.

4.5.Beşinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırma sorusu “Özel yetenekliler matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini nasıl kullanmaktadırlar?” şeklindedir. Bu araştırma sorusu katılımcıların her bir modelleme aşamasında o aşama ile ilgili yansıtma kararlarını kapsamaktadır. Bu sebeple katılımcıların kendi proje üretimi süreçleri ve her bir aşaması üzerine yaptıkları yansıtma kararlarına ilişkin bulgulara ulaşılmıştır. Katılımcıların ifade ettikleri yansıtma kararları kategorileştirilmiştir. Katılımcıların yansıtıcı düşünme becerilerini nasıl kullandıklarını belirlemek için modelleme günlüğü ve görüşme kayıtlarından elde edilen veriler kullanılmıştır. Modelleme günlüğü ve görüşme kayıtlarının yanı sıra katılımcı ifadeleri ve ulaşılan tabloların proje formu, akran öneri formu, alan uzmanı öneri formundan elde edilen verilerle teyidi sağlanmıştır. Ulaşılan bulgular Tablo 4.24’te sunulmuştur. Tablo 4.24 incelendiğinde ilk sütunda alınan yansıtma kararlarının matematiksel modellemede yapma sürecinde hangi aşama ile ilişkili olduğu, sırasıyla diğer sütunlarda ise yansıtıcı düşünme sürecindeki ‘farkındalık durumu’, ‘düzenleme kararları’, ‘yeniden düzenleme kararları’ ve ‘sonraki uygulama planı’ aşamaları altında katılımcının bulguları özetlenmiştir. İkinci sütun incelendiğinde katılımcıların farkındalık durumu kararlarının on beş yansıtma kategorisi altında toplandığı belirlenmiştir. Sırasıyla devam eden diğer sütunlarda ise bu on altı kategori ile ilgili katılımcılar tarafından alınan düzenleme, yeniden düzenleme ve sonraki uygulama plan kararları belirtilmiştir.

Tablo 4.24 incelendiğinde ‘gerçek yaşamdan problem belirleme’ aşamasında üç yansıtma kategorisinin ‘fıkrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama’, ‘çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma’, ‘düzey üstü problemde yetersizlik hissetme’ ve anlama aşamasında bir yansıtma kategorisinin ‘anlam karmaşası yaşama’ olduğuna ulaşılmıştır. Sadeleştirme aşamasında iki yansıtma kategorisinin ‘önemli olan bilgileri gözden kaçırma’, ‘strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama ve zorlanma’ olduğu belirlenmiştir. Matematikselleştirme aşamasında üç yansıtma kategorisinin ‘matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme’, ‘istediği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme’, ‘ilişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme’ olduğuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.24*Katılımcıların Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimine Yönelik Yansıtıcı Düşünme Kararları*

Modelleme döngüsü	Yansıtıcı düşünme kararları			
	Yansıtıcı düşünme döngüsü			
Matematiksel modellemede yansıtma kararları	Farkındalık durumu	Düzenleme kararları	Yeniden düzenleme kararları	Sonraki uygulama planı
Yansıtma kararları aldıkları aşamalar	Temaya ilişkin farkındalık durumları	Farkındalık durumlarını düzenleme için alınan kararlar	Uygulamalarını değerlendirerek yeniden düzenleme için alınan kararlar	İleriki aşamayı planlama ve tasarlama için alınan kararlar
Gerçek yaşamdan problem belirleme	1-Fikrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama	Çürütülme gerekçesine göre geliştirme ya da değiştirme	Değiştirmek ya da geliştirmek istediği şey(ler)i belirleme	Problemi alt problemlere ayırarak alternatifler üretme
	2-Çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma	Matematik bilgileriyle çözebileceği probleme yönelme	Gerekçe sunma	Matematik bilgisine ve düzeyine göre durumları önce daraltma sonra daha iyi anlamak için genişletme
	3-Düzey üstü problemde yetersizlik hissetme	Matematik bilgileriyle çözebileceği probleme yönelme	Yetersiz hissettiği yerleri ve yetersiz hissetme nedenlerini belirleme	Problemi yeterli hissettiği ölçüde daraltma
Anlama ve sadeleştirme	4-Anlam karmaşası yaşama	İstenileni dikkate alma	Mevcut bilgileri ve anlamlarını belirleme	Etkili olan koşulları belirleme
	5-Önemli olan bilgileri gözden kaçırma	Kapsamı daraltma	Sonuçlar üzerinde etkili olacak bilgileri ayırt etme	İhtiyaç duyulan kaynaklar ve bilgileri belirleme
	6-Strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama ve zorlanma	Seçim gerekçeleri sunma ve karşılaştırma yapma	Yararlılığına göre seçenekleri eleme ve etkisi olan koşulları belirleme	Hedefe, belirlediği konuya ve içeriğe göre hangi bilgilerinin sonuçlar üzerinde etkili olacağını belirleme
Matematikselleştirme	7-Matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme	Farklı yöntemlerden ilerleme	Yöntemleri karşılaştırma	Amacına göre yöntem seçme, ulaşmada ısrarcı olma
	8-İstediği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme	Denemeye devam etme	Tahmin yürütme ve ilişkilendirme	Ulaştıklarını tekrar gözden geçirme ve bütünleştirme
	9-İlişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme	Bağlantılar kurmaya çalışma	Ulaştıklarına aşına olma	Önemli gördüğü bulguları işaretleme

Matematiksel olarak çalışma	10-Matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma ve kaygı duyma	Planlanmayan ya da istenmeyen sonuçları belirleme	Yeterli zamanı ayırma	Aşamalı olarak çözme
	11-Çözümde ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama	Farklı yöntemlerden ilerleme	Matematik bilgilerini hatırlama ve matematiksel ilişki kurma	Çözme sürecini alt basamaklara ayırma
Yorumlama	12-Açıklamalarını zenginleştirme ve derinleştirmekte zorlanma	Uygulama alanlarını açıklama	Güçlü ve zayıf yönlerini belirleme	Yararlılık, gereklilik, mantık analizi yapma
	13-Yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama	Etkili olduğu koşulları belirleme	Sınırlılıklarını açıklama	Önemli olduğunu belirleme
Doğrulama	14-Hataları gözden kaçırma	Neleri dikkate alarak ilerlediğini belirleme	Alternatif bir yaklaşımla ya da matematiksel süreçle gösterme	Her aşamayı kontrol etme
	15-Doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama ve çaresiz hissetme	Sürecinin başarılı olup olmadığını ve nedenini belirleme	Neler olsaydı daha iyi olabileceğini belirleme	Neleri değiştireceğini belirleme

Tablo 4.24 incelenmeye devam edildiğinde matematiksel olarak çalışma aşamasında iki yansıtma kategorisinin ‘matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma ve kaygı duyma’ ve ‘çözümüne ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama’ olduğu belirlenmiştir. Yorumlama aşamasında iki yansıtma kategorisinin ‘açıklamalarını zenginleştirme ve derinleştirmekte zorlanma’, ‘yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama’ ve doğrulama aşamasında iki yansıtma kategorisinin ‘hataları gözden kaçırma’ ve ‘doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama ve çaresiz hissetme’ olduğuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.24’te beşinci satırda yer alan gerçek yaşamdan problemi belirleme sürecinde alınan yansıtma kararlarını en iyi açıklayan alıntılara yer verilmiştir. Bu kategoride yansıtma kararları alan katılımcılardan birinin belirlediği fikrin uzman tarafından mantıklı olmayan tarafları sebebiyle çürütülmesi üzerine belirsizlik yaşaması ile ilgili birinci hafta günlüğünde yer alan ifadesi “*Fizik bilgileri çerçevesinde düşüncemin gerçek yaşamda uygulanabilmesinin mantıklı olmadığını anladım. Nasıl devam edeceğimi bilmiyorum. K6/A1*” şeklindedir. Katılımcının bu durumun üstesinden gelmek için düzenleme kararı aldığı ve fikrinin çürütülme gerekçesini dikkate alarak değiştirmeye karar verdiğine ilişkin ikinci hafta günlüğünde yer alan ifadesi “*Fikrimin uygulanmasının mümkün olamayacağının arkasında olan sebepleri düşündüm. Bu yüzden yine bu konuda farklı bir fikir geliştirmeye karar verdim. K6/A2*” şeklindedir. Katılımcının ilerleyen süreçte yeniden düzenleme kararı aldığı ve fikrinde değiştirmek istediği şeyleri belirlemesi ile ilgili üçüncü hafta günlüğünde yer alan ifadesi “*Aynı konuda ama artık sürdürülebilir enerji üretimi üzerinden devam ediyorum. K6/A3*” şeklindedir. Katılımcının sonraki uygulama planında problemi alt problemlere ayırarak alternatifler üretmesi ve bu sayede kararsızlığını netleştirmesine ilişkin görüşme kaydında yer alan ifadesi “*İlk başta belirlediğim problem kapsamına giren diğer problemlerin neler olabileceğini düşündüm ve bunun karar verme sürecimde yardımcı olduğunu fark ettim. K6/E15*” şeklindedir. Katılımcının bu kategori altında rahatsızlık algısı ile başlayan ve bunu ortadan kaldırmak için kararlar alarak devam eden yansıtıcı düşünme döngüsünü tamamladığı belirlenmiştir.

Katılımcılardan bazılarının yansıtma kararlarında birden fazla farkındalık durumunun olduğu belirlenmiştir. Yansıtma kararlarının katılımcılara göre dağılımı Tablo 4.25’te sunulmuştur.

Tablo 4.25

Matematiksel Modelleme Tabanlı Proje Üretimine Yönelik Yansıtma Kararlarının Katılımcılara Göre Dağılımı

Yansıtma kararları	Katılımcılar																														Toplamlar																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	YKT	YKT%	KT	KT %																									
Problem belirleme																																																											
1.Fikrinin yürütülmesi ile belirsizlik yaşama	X					X	X				X	X	X				X	X			X	X								10	4	35	14																										
2.Çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma	X			X					X	X		X			X							X					X		X	X	11	4.4																											
3.Düzey üstü problemde yetersizlik hissetme	X	X		X		X	X			X	X			X		X			X	X	X			X		X				14	5.6																												
Anlama ve sadeleştirme																																																											
4.Anlam karmaşası yaşama						X				X	X		X										X			X					6	2.4	36	14.4																									
5.Önemli olan bilgileri gözden kaçırma			X				X	X				X							X	X		X				X			X		9	3.6																											
6.Strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama ve zorlanma	X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X			X			X	21	8.4																											
Matematikselleştirme																																																											
7.Matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme				X			X				X				X			X					X					X		X	8	3.2	50	20																									
8.İstediği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme	X			X	X	X				X	X	X	X		X				X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	20	8																											
9.İlişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme	X			X		X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X		22	8.8																											
Matematiksel olarak çalışma																																																											
10.Matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma ve kaygı duyma	X	X	X		X		X			X	X			X		X				X	X	X	X	X		X					15	6	39	15.6																									
11.Çözümüne ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X		X		X	X	X	X	X	24	9.6																											
Yorumlama																																																											
12.Açıklamalarını zenginleştirmede ve derinleştirmede zorlanma	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X		X		X	X	X		X		X	X	X		X		23	9.2	43	17.2																									
13.Yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama			X	X	X		X		X	X	X	X		X		X	X	X		X		X	X		X	X		X	X		20	8																											
Doğrulama																																																											
14.Hataları gözden kaçırma	X			X	X		X	X		X		X	X			X	X	X	X	X		X	X	X		X			X		19	7.6	47	18.8																									
15.Doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama ve çaresiz hissetme	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	28	11.2																											
T																																																								250	100	250	100

Tablo 4.25 incelendiğinde ilk sütunda kategoriler altında alınan on beş yansıtma kararı, sırasıyla diğer sütunlarda her bir katılımcının numaraları altında yansıtma kararlarını gerçekleştirip gerçekleştirilmeme durumları, toplam gerçekleştirme sayı ve yüzde bulguları özetlenmiştir. Tabloda ‘YKT’ ve ‘YKT%’ ifadeleri sırasıyla on beş yansıtma kararının katılımcılar tarafından gerçekleştirilme sayısını ve yüzdesini, ‘KT’ ve ‘KT%’ ifadeleri ilgili kategoride toplam yansıtma kararlarını ve yüzdelerini ifade etmektedir.

Tablo 4.25 incelendiğinde katılımcıların süreç boyunca devam eden aşamalar altında birden fazla farklı temada yansıtma kararları alarak döngüyü tamamladıkları ve süreç boyunca on beş yansıtma temasına ilişkin toplamda 250 veri girişi yaptıkları belirlenmiştir. Tablo 4.25’in ‘toplamlar’ başlıklı sütunları incelendiğinde otuz katılımcının yansıtma kararlarını gösterip göstermeme durumlarını ifade eden sayı ve yüzdelere bağlı olarak kategoriler arasında sıralamaya ulaşılmıştır. Tablo 4.26’nın son iki sütunu incelendiğinde toplam 50 katılımcı ile en çok yansıtma yapılan kategorinin ‘matematikselleştirme’ (%20) olduğu yani katılımcıların en çok bu aşamada zorluk yaşayarak üstesinden geldikleri belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 47 katılımcı ile ‘doğrulama’ (%18.8), 43 katılımcı ile ‘yorumlama’ (% 17.2), 39 katılımcı ile ‘matematiksel olarak çalışma’ (%15.6), 36 katılımcı ile ‘anlama ve sadeleştirme’ (%14.4) takip etmektedir. Toplam 35 katılımcı ile en az zorluk yaşanarak üstesinden gelinen kategori ‘problemi belirleme’ (%14) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların aşamalarda yansıtma yapma sayıları incelendiğinde bir sıralama olduğuna ulaşılmıştır. En azdan en fazlaya zorluk yaşanarak yansıtma kararları alınan aşamaların sıralaması ‘problemi belirleme’, ‘anlama ve sadeleştirme’, ‘matematiksel olarak çalışma’, ‘yorumlama’, ‘doğrulama’, ‘matematikselleştirme’ olarak belirlenmiştir. Katılımcıların en az gerçek yaşam problemini belirlemek ve en çok matematikselleştirmek için zorluklarla karşılaştıkları ve bu zorlukların üstesinden yansıtma kararları alarak geldikleri sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.25’in ‘toplamlar’ başlıklı sütunları incelendiğinde otuz katılımcının yansıtma kararlarını gösterip göstermeme durumlarını ifade eden sayı ve yüzdelere bağlı olarak temalar arasında sıralamaya ulaşılmıştır. Toplam 28 katılımcı ile en çok yansıtma yapılan kategorinin ‘doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama ve çaresiz hissetme’ (%11.2) olduğu yani katılımcıların en çok nasıl doğrulama yapacakları ile ilgili zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 24 katılımcıyla ‘çözüme ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama’ (%9.6), 23 katılımcıyla ‘açıklamalarını zenginleştirme ve derinleştirmekte zorlanma’ (% 9.2), 22 katılımcıyla ‘ilişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme’ (%8.8), 21 katılımcıyla ‘strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama ve zorlanma’ (%8.4) takip etmektedir. Devamında sıralamayı

yirmişer katılımcıyla ‘yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama’ ve ‘istediği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme’ (%8), 19 katılımcıyla ‘hataları gözden kaçırma’ (% 7.6), 15 katılımcıyla ‘matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma ve kaygı duyma’ (%6), 14 katılımcıyla ‘düzey üstü problemde yetersizlik hissetme’ (%5.6) takip etmektedir. Devamında sıralamayı 11 katılımcıyla ‘çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma’ (%4.4), 10 katılımcıyla ‘fikrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama’ (% 4), 9 katılımcıyla ‘önemli olan bilgileri gözden kaçırma’ (% 3.6), 8 katılımcıyla ‘matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme’ (%3.2) takip etmektedir. Toplam 6 katılımcı ile en az zorluk yaşanarak üstesinden gelinen kategori ‘anlam karmaşası yaşama’ (%2.4) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların aşamalarda yansıtma yapma sayıları incelendiğinde bir sıralama olduğuna ulaşılmıştır. Katılımcıların en çok zorlandıklarından en az zorlandıklarına doğru yansıtma temalarının sıralaması Tablo 4.26’da belirtilmiştir.

Tablo 4.26

Katılımcıların Yansıtma Temaları

Yansıtma Tema	
En çok	Doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama ve çaresiz hissetme
	Çözüme ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama
	Açıklamalarını zenginleştirme ve derinleştirmekte zorlanma
	İlişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme
	Strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama ve zorlanma
	Yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama
	İsteddiği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme
	Hataları gözden kaçırma
	Matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma ve kaygı duyma
	Düzey üstü problemde yetersizlik hissetme
	Çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma
	Fikrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama
	Önemli olan bilgileri gözden kaçırma
	Matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme
En az	Anlam karmaşası yaşama

4.6. Altıncı Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan araştırma sorusu “Özel yetenekliler ne gibi etkenler üzerine matematiksel modelleme tabanlı proje üretmektedirler?” şeklindedir. Bu araştırma sorusu katılımcıların ne gibi farkındalık durumlarında yansıtma yapmaları ve gerçek yaşam problemi belirleyip üzerine proje geliştirmeleri ile ilgilidir (Bk Tablo 4.27). Modelleme

tabanlı proje üretimine yol açan etkenler belirlenmiştir. Bu sebeple katılımcıların ne gibi gerekçelerle gerçek yaşam problemi belirleyip çözdüklerine ilişkin bulgulara ulaşılmıştır. Bu araştırma sorusu için modelleme günlüklerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Modelleme günlüğünün yanı sıra katılımcı ifadelerinin proje formundan elde edilen verilerle birbirlerini destekleme durumuna bakılmıştır. Günlüklerde yer alan ifadeler ilgili katılımcının modelleme çalışması formu kullanılarak öyle yapıp yapmadığı doğrulanmıştır. Gerçek yaşam problemini belirleme aşamasında katılımcıların sadece bu aşama sonucunda belirledikleri problemin gerekçelerine değil bu aşamada karar verip değiştirdikleri ya da geliştirdikleri problemlerin gerekçelerine de odaklanılmıştır. Bu bir gelişim süreci gibi düşünüldüğü için sadece sonuca değil süreçte değişikliğe uğramış olsa bile katılımcıların tüm gerekçelerine dikkat edilmiştir. Bulgular ve ilgili örnek katılımcı ifadeleri Tablo 4.27’de sunulmuştur.

Tablo 4.27 incelendiğinde sırasıyla sütunlarda ‘matematiksel modelleme’, ‘yansıtıcı düşünme’, ‘etkenler’, ‘etken açıklaması’, ‘katılımcı bulgusu’ ve ‘katılımcı ifadesi’ başlıkları altında bulgular özetlenmiştir. İlk dört sütunda yer alan bulgular Şekil 4.4’deki bulgular olup bunlara nasıl ulaşıldığını gösteren son iki sütundaki katılımcı bulguları ve ifadelerinin bir bütünlük içerisinde özetlenmesi amacıyla yer verilmiştir. Tablo 4.27 incelendiğinde beşinci sütunda gerçek yaşam problemini belirleme gerekçeleri altında farkındalık durumları ile ilgili 7 kategoride örnek katılımcı bulgularına ve son sütunda bu bulguları en iyi açıklayan katılımcı ifadelerine yer verilmiştir. Örneğin ‘kategoriler’ başlıklı sütundaki altıncı satır incelendiğinde on dokuz numaralı katılımcının ‘Disiplinler arası bağlantıları üretime yansıtma’ ile ilgili bulgusu ‘ilgili olduğu spor alanı üzerine düşünmesi’ olup buna ilişkin ikinci hafta modelleme günlüğünde yer alan ifadesi “*Okçulukla ilgileniyorum. Ok uçuşuna etki eden etmenlerin optimum değerleri vardır. Gerçek yaşam problemim yay ağırlığı ve dengesini mesafeye göre ayarlama ile ilgili... K19/A2*” şeklindedir. Aynı sütundaki yedinci satır incelendiğinde katılımcının ‘Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme’ ile ilgili bulgusu ‘yaşadığı coğrafyaya odaklanma’ olup buna ilişkin ilk hafta modelleme günlüğünde yer alan ifadesi “*Yaşadığım ilde çok fazla antik kent var. Ziyareti daha konforlu ve ilgi çekici hale getirmek istiyorum. K1/A1*” şeklindedir.

Tablo 4.27**Matematiksel Modelleme Projesi Üretim Etkenleri**

Matematiksel modelleme	Yansıtıcı düşünme	Etken	Etken açıklaması	Katılımcı bulgusu	Katılımcı ifadesi
Modelleme problemini belirleyen etkenler	Farkındalık durumları	Gerçek yaşam problemlerine duyarlı olma	Gerçek yaşamda rahatsızlık duyulan durumlara duyarlılık gösterme	Rahatsızlık algısı duyduğu konuda problem belirleme düşüncesi	“Trafikte kavşaklarda beklemekten rahatsız olduğum için bir çözüm üretmek istiyorum. K26/A1”
		Alan bilgisini proje üretiminde kullanma	Matematik bilgisini gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma	Daha önce yaptığı matematik projesinin gerçek yaşamda nerede işe yarayacağını belirleme isteği	“Yer değiştirme genellemesi ile ilgili çalışmamı geliştirerek teleskop merceği için kullanılabilirim. K12/A2”
		Üretilen modeli yaygınlaştırma	Geliştirilen matematiksel modelleri yaygınlaştırma	Geliştirdiği matematiksel modelden farklı problemlerin çözümünde yararlanma fikri	“Anklardan enerji üretimi için farklı problemin çözümünde düşündüğüm tasarımı geliştirmek istiyorum. K4/A1”
		Potansiyelini yaratıcı üretime dönüştürme	Özgün çözüm geliştirme	Özgün çözüm geliştirme önerisi	“Tutulmalar sırasında ışık değişimi gözleme ile ilgili yeni çözüm algoritması oluşturmak istiyorum. K5/A1”
		Disiplinler arası bağlantıları üretime yansıtma	Disiplinler arası bağlantıları dikkate alma	İlgili olduğu spor alanı üzerine düşünmesi	“Okçulukla ilgileniyorum. Ok uçuşuna etki eden etmenlerin optimum değerleri vardır. Gerçek yaşam problemim yay ağırlığı ve dengesini mesafeye göre ayarlama ile ilgili... K19/A2”
		Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme	Yaşadığı coğrafya, yaşam şartları, sosyal çevreyi dikkate alma	Yaşadığı coğrafyaya odaklanma	“Yaşadığım ilde çok fazla antik kent var. Ziyareti daha konforlu ve ilgi çekici hale getirmek istiyorum. K1/A1”
		Yeteneğini popüler bilim problemlerinin çözümünde kullanma	Popüler ve güncel bilim konuları ve gelişmelere merak duyma	Popüler ve güncel bilim konularına merak duyma	“Kaynakların tükenmesi sebebiyle sürdürülebilirlik hem güncel hem de merak duyduğum bir konudur. Sürdürülebilir tasarım yapmak istiyorum. K18/A1”

Katılımcılardan bazılarının problemi belirlemelerinde birden fazla gerekçenin etken olduğu belirlenmiştir. Farkındalık durumlarının katılımcılara göre dağılımı Tablo 4.28’de sunulmuştur.

Tablo 4.28*Etkenlerin Katılımcılara Göre Dağılımı*

K	Gerçek yaşam problemlerine duyarlı olma	Alan bilgisini proje üretiminde kullanma	Üretilen modeli yaygınlaştırma	Potansiyelini yaratıcı üretime dönüştürme	Disiplinler arası bağlantıları üretime yansıtırma	Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme	Yeteneğini popüler bilim problemlerinin çözümünde kullanma	T
1						A1		1
2			A1			A3		2
3		A2		A3				2
4			A1					1
5				A1				1
6	A1				A2	A3		3
7	A3	A2						1
8					A2			1
9					A3	A4		2
10			A1	A3	A2	A4		4
11					A2		A3	2
12		A2					A2	2
13		A2			A3		A4	3
14			A1	A4		A3		3
15		A2			A3			2
16					A3		A2	2
17				A2	A4			3
18							A1	1
19					A2			1
20					A2		A1	2
21			A3		A1			2
22	A1				A3	A4		2
23	A2			A3				1
24			A2	A1	A1	A3	A5	5
25	A2		A2			A2		3
26	A1							1
27	A1			A2			A2	3
28			A2	A2	A3		A5	4
29		A2		A1	A1		A3	4
30		A3		A3				2
T	7	7	8	11	16	9	10	68
%	10.29	10.29	11.76	16.17	23.52	13.23	14.70	100

Tablo 4.28 incelendiğinde ‘K’ harfi ile gösterilen ilk sütundaki numaralar katılımcıları, sırasıyla diğer sütunlarda etkenler altında her bir katılımcının bulguları özetlenmiştir. Tablo da ‘T’ harfi ile gösterilen son sütun ve satırdaki numaralar toplam sayıları ayrıca ‘%’ ile gösterilen son satırdaki numaralar ise sayı yüzdeleri belirtmektedir. Tablo da katılımcı bulgularının hangi hafta modelleme günlüklerinden elde edildiği belirtilmiştir. Örneğin 1 numaralı katılımcının olduğu satır incelendiğinde ‘Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme’ bulgusuna ilişkin birinci hafta modelleme günlüğünde (A1) yer alan ifadesi “Yaşadığım ilde çok fazla antik kent var. Ziyareti daha konforlu ve ilgi çekici hale getirmek istiyorum. K1/A1” şeklindedir. Benzer şekilde 2 numaralı katılımcının olduğu satır incelendiğinde ‘Üretilen modeli yaygınlaştırma’ ile ilgili bulgusunun birinci hafta modelleme günlüğünden (A1) ve ‘Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme’ ile ilgili bulgusunun üçüncü hafta modelleme günlüğünden (A3) elde edildiği belirlenmiştir.

Tablo 4.28 incelendiğinde katılımcıların problemini belirlemesinde bir ya da birden çok faktörün etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların büyük bir çoğunluğunun birden fazla faktöre göre problemi belirledikleri bulunmuştur. Tablo 4.28 son sütunu incelendiğinde otuz katılımcıdan dokuzunda bir faktörün geri kalan yirmi birinde birden çok faktörün etkili olduğu ayrıca beş faktör ile en çok sayıda faktöre bağlı olarak problemini belirleyen katılımcının yirmi dört numaralı katılımcı belirlenmiştir. Tablo 4.28’de belirtilen bir numaralı katılımcının problemi belirlemesinde etkili olan faktörün ‘Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme’ olduğu, iki numaralı katılımcının ise birden çok faktöre bağlı olarak belirlediği ve bu faktörlerin sırasıyla ‘Üretilen modeli yaygınlaştırma’ ile ‘Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme’ olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.28’nin son satırı incelendiğinde toplam on altı katılımcı ile en çok etkili olan faktörün ‘Disiplinler arası bağlantıları üretime yansıtma’ (%23.52) olduğu yani katılımcıların en çok ilgili oldukları spor, sanat, bilim dalı ve mesleği dikkate alarak problemi belirledikleri belirlenmiştir. Bunu sırasıyla on bir katılımcı ile ‘Potansiyelini yaratıcı üretime dönüştürme’ (%16.17), on katılımcı ile ‘Yeteneğini popüler bilim problemlerinin çözümünde kullanma’ (%14.70), dokuz katılımcı ile ‘Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme’ (%13.23), sekiz katılımcı ile ‘Üretilen modeli yaygınlaştırma’ (%11.76) takip etmektedir. Toplam yedişer katılımcı ile en az olan faktörler ‘Gerçek yaşam problemlerine duyarlı olma’ (%10.29) ve ‘Alan bilgisini proje üretiminde kullanma’ (%10.29) olarak belirlenmiştir.

4.7.Yedinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ele alınan araştırma sorusu “Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerine katkı sağlayan faktörler nelerdir?” şeklindedir. Katkı sağlayan faktörlere ilişkin bulgular Tablo 4.29’de sunulmuştur. Bu araştırma sorusuna yanıt aramak için uygulama öncesi, ortası ve sonu yapılan görüşmeler en önemli veri kaynağı olmuştur. Bu verilerin yanı sıra katılımcı ifadeleri ile ulaşılan faktörler günlükleri, akran öneri formu, alan uzmanı öneri formu ve modelleme çalışması formundan elde edilen verilerle birbirlerini destekleyip desteklemediklerine bakılmıştır. Tablo 4.29’da ilk beş faktör kategorilerinin belirlenmesinde katılımcıların matematiksel modelleme projesi geliştirme yeterliklerini nasıl kullandıklarını gösteren tablolarda (üçüncü araştırma sorusuna ilişkin bulgular) her bir katılımcı tarafından bunların gerçekleştirilme durumlarından yararlanılmıştır. Geriye kalan faktör kategorilerine görüşme kayıtlarından elde edilen verilerin analizinden ulaşılmıştır.

Tablo 4.29

Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine katkı sağlayan faktörler

Katkı Sağlayan Faktörler	Faktörlere İlişkin Yansıtıcı Düşünme
1-Günlüklerine notlar alma	1-Günlüklerinde yaptıklarını sorgulama
2-Akran önerisi alma ve önerisinde bulunma	2-Akran önerisiyle daha iyi hale getirme
3-Alanı uzmanından öneri alma	3-Alanı uzmanı önerisiyle fikir geliştirme
4-Aşamaları raporlaştırma	4-Aşamaları raporlaştırmayla karar alma
5-Grup görüşmelerinde fikir ve deneyim paylaşma	5-Grup görüşmelerinde değerlendirme yapma
6-Akran sunumlarında fikir ve deneyim paylaşma	6-Akran sunumlarıyla farkedemediklerini belirleme
7-Haftalık oturularda işbirliği yapma	7-Haftalık oturularda eksiklerini tamamlama
8-Veri kaynaklarına erişimde desteklenme	8-Veri kaynaklarına erişimle gerekli bilgileri ayırt etme
9-Uzun süreli etkileşimde bulunma	9-Uzun süreli etkileşimle güçlü ve zayıf yönlerini belirleme
10-Güven veren destekleyici ortamda çalışma	10-Güven veren destekleyici ortamda zorlukların üstesinden gelme
11-Danışman öğretmeninden öneri ve destek alma	11- Danışman öğretmenin desteğiyle alternatifler üretme
12-Aşamalarda ve süreçte döngüsel ilerleme	12-Süreçte döngüsel ilerlemeyle etkili olan koşulları belirleme
13-Haftalık plan ve tasarım kararları alma	13-Haftalık plan ve tasarım kararları alma
14-Plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme	14-Plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme
15-Uygulamada deneyimleme ve değerlendirme	15-Uygulamada deneyimleme ve değerlendirme

Tablo 4.29 incelendiğinde ilk beş katkı sağlayan faktör kategorilerinin, araştırmaya dahil edilen ve katılımcıların süreç boyunca veri girişi yaptıkları bileşenler olan modelleme günlüğü, akran öneri formu, uzman öneri formu, modelleme çalışması formu ve görüşme formu bileşenlerinden kaynaklanan faktörleri belirtmektedir. Bu gruptaki faktör kategorilerinin belirlenmesinde katılımcıların modelleme becerilerini nasıl kullandıklarını gösteren tablolarda her bir katılımcı tarafından gerçekleştirilme durumlarından ve ayrıca

görüşme kayıtlarından ulaşılan verilerin analizinden yararlanılmıştır. Sonraki faktör kategorilerine görüşme kayıtlarından ulaşılan verilerin analizinden ulaşılmıştır. Katılımcıların faktör kategorileri, bulguları ve bunları en iyi açıklayan ifadeleri Tablo 4.30’da belirtilmiştir.

Tablo 4.30 incelendiğinde, ‘N’ harfi ile gösterilen sütunda numaralar, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘katkı sağlayan faktör kategorileri’, ‘faktörler’ ve ‘örnek katılımcı ifadeleri’ altında her bir katılımcının bulguları belirtilmiştir. Tablo 4.30’da sırasıyla faktör kategorisi, her faktör kategorisi altında ulaşılan faktörler ve bu faktörleri en iyi açıklayan katılımcı ifadesine yer verilmiştir. Bu süreçteki modelleme bileşenleri grubunun altındaki 1 numaralı faktör kategorisinin olduğu satır incelendiğinde 15 numaralı katılımcının bu süreçte günlüğüne notlar almasının matematiksel olarak açıklama yapabilmesine, strateji belirlemeyebilmesine ve geliştirebilmesine katkı sağladığını belirten ifadesi “*Günlüğüme notlar almam ne yaptığımı anlamamı ve neler yapmam gerektiğini belirlememi sağladı...Gerçek yaşam problemim üzerinde düşünerek onu matematiksel olarak açıklamamı, stratejimi belirlememi ve geliştirmemi sağladı.K15/E15*” şeklindedir. Farklılaştırılmış öğretimin bileşenleri grubunun altındaki 6 numaralı faktör kategorisinin olduğu satır incelendiğinde 4 numaralı katılımcının bu süreçte akran sunumları yapılmasının bilgisayar programından yararlanabilmesine katkı sağladığını belirten ifadesi “*Sunumlar birbirimizin yaptıklarından haberdar olma ve kendi yaptıklarımızdan bahsetme fırsatı sundu. Bu sayede edindik öneri verebildik ve alabildik. Bilgisayar programlarından arkadaşımın nasıl kullandığını açıkladığı sunumundan sonra yararlanabildim. K4/E15*” şeklindedir. Katılımcı bileşeni altındaki 15 numaralı faktör kategorisinin olduğu satır incelendiğinde 13 numaralı katılımcının bu süreçte matematik bilgilerini kullanmasının genelleştirilmiş çözüme ulaşmasına katkı sağladığını belirten ifadesi “*Fonksiyonlar, parabol, logaritma ve denklem bilgilerimi gerçek yaşam probleminin çözümünde kullanarak nesne sayısı ve eleme kuralı koşullarına bağlı genelleştirilmiş çözüme ulaştım. K13/E30*” şeklindedir.

Tablo 4.30*Proje Üretimine Katkı Sağlayan Faktör Kategorileri ve Katılımcı İfadeleri*

N	Faktör kategorileri	Faktörler	Katılımcı ifadeleri
1	Günlüklerine alma	Günlükle matematiksel olarak açıklama, strateji belirleme ve geliştirme	"Günlüğüme notlar almam ne yaptığımı anlamamı ve neler yapmam gerektiğini belirlememi sağladı...Gerçek yaşam problemim üzerinde düşünerek onu matematiksel olarak açıklamamı, stratejimi belirlememi ve geliştirmemi sağladı.K15/E15"
2	Akran önerisi alma ve önerisinde bulunma	Akran önerisiyle modelinin gerçek yaşamda mantıklılığını yorumlama	"Akran önerisi almak takıldığım aşamada işbirliği içerisinde geliştirmeye devam etmemi sağladı. Modelimi yorumlarken gerçek yaşamda yapay zeka teknolojisi ile kullanımının mantıklı olabileceği aldığım öneri sayesindeydi. K12/E30"
3	Alanı uzmanından öneri alma	Uzman önerisiyle problemi matematik ile ilişkilendirme	"Problemi matematik ile ilişkilendirebilmek için tasarım uzmanından aldığım kesişmeyen bölgelerin geometrik formlarına ilişkin bilgi ve öneri yardımcı oldu.K3/E15"
4	Aşamaları raporlaştırma	Raporlaştırmayla grafik ve tablolardan veriler arası ilişkiyi belirleme	"Her aşama bittiğinde onu raporlaştırarak sistemli şekilde ilerledim ve sonraki aşama için plan yapabildim. Değişimi gösteren grafik ve tablolarımı raporlaştırmam sayesinde veriler arası ilişkileri belirledim. K13/E15"
5	Grup görüşmelerinde fikir ve deneyim paylaşma	Görüşmeyle gerekli olan matematiksel bilgileri belirleme	"Görüşmeler sırasında farklı fikir ve yaşanan deneyim paylaşımı kendi sürecimle ilgili neler yapabileceğim konusunda yol gösterdi. Çözümü ulaştırmak için yararlı olan ve kullanmam gereken matematiksel bilgileri belirledim. K20/E30"
6	Akran sunumlarında fikir ve deneyim paylaşma	Akran sunumuyla bilgisayar programından yararlanma	"Sunumlar birbirimizin yaptıklarından haberdar olma ve kendi yaptıklarımızdan bahsetme fırsatı sundu. Bu sayede edindik öneri verebildik ve alabildik. Bilgisayar programlarından arkadaşımın nasıl kullandığını açıkladığı sunumundan sonra yararlanabildim. K4/E15"
7	Haftalık oturumlarda işbirliği yapma	Haftalık oturumla tablo oluşturma	"Haftalık bir araya gelmek, işbirliği yapmamızı kolaylaştırdı. Olasılık ve önem tablosunu bu oturumlar sayesinde yardım alarak oluşturabildim. K8/E15"
8	Veri kaynaklarına erişimde desteklenme	Kaynak ulaşım desteğiyle gerekli olan bilgileri belirleme	"Dalga enerjisi ile ilgili ihtiyacım olan bilgi kaynaklarına nasıl ulaşacağım ve kaynaklarından nasıl yararlanacağım konusunda desteklenmeye ihtiyacım oldu. K24/E30"
9	Uzun süreli etkileşimde bulunma	Uzun süreli etkileşimle aşamaları gerçekleştirme ve doğrulama	"Yeterli zamanın verilmesi ve zaman içerisinde sürekli etkileşim halinde kalmak aşamaları gerçekleştirilmekte ve en son doğrulama yapabilmemde katkı sağladı. K29/E30"
10	Güven veren destekleyici ortamda çalışma	Destekleyici ortamla çalışmasında kararlar alma ve uygulama	"Destekleneceğimi bilmek güven verdi. Destek hissetmek çalışmamla ilgili kararlar alabilmemde ve bu kararları uygulayabilmemde etkili oldu.K8/E1,2"
11	Öğretmeninden öneri ve destek alma	Matematik öğretmeninden öneriyle değişkenlerini belirleme	"Matematik danışmanım rehberlik etmesi ile nokta sayısı ve birleştirme biçimi değişkenlerini belirlememde yardımcı oldu. K3/E30"
12	Aşamalarda ve süreçte döngüsel ilerleme	Döngüsel ilerlemeyle modelim ulaşma ve ne anlama geldiğini açıklama	"Her aşamada yaptıklarımı gözden geçirip sonraki uygulamalarım için kararlar aldım. Bunu her hafta yapmakla ekonomik ve kullanılabilir indikatör modeline ulaşabildim ve ne anlama geldiğini açıklayabildim. K10/E30"
13	Haftalık plan ve tasarım kararları alma	Haftalık tasarım kararlarıyla varsayımını belirleme	"Süreç boyunca her hafta kendi çalışmamla ilgili neler yapabileceğimi düşünüp kararlar aldım. Çift sayı ile başlarsam sonuca ulaşabileceğimi tasarladım. K27/E15"
14	Plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme	Kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirmeye stratejisiyle değişkenler arası ilişki belirleme	"En büyük kare boşluk bulma stratejimi uygulayıp sonuçları değerlendirdim. Böylece değişkenlerim arası ilişkileri belirleyebildim. Bu haftalık olarak tekrar etti K16/E15"
15	Uygulamada deneyimleme ve değerlendirme	Matematik bilgilerini kullanarak genelleştirilmiş çözüme ulaşma	"Fonksiyonlar, parabol, logaritma ve denklem bilgilerimi gerçek yaşam probleminin çözümünde kullanarak nesne sayısı ve eleme kuralı koşullarına bağlı genelleştirilmiş çözüme ulaştım. K13/E30"

Katılımcıların proje üretimlerine katkı sağlayan faktörlere ilişkin yansıtıcı düşünceleri ve bunları en iyi açıklayan ifadeleri Tablo 4.31’de belirtilmiştir.

Tablo 4.31

Proje Üretimine Katkı Sağlayan Faktörlere İlişkin Yansıtıcı Düşünme Bulguları

N	Faktör kategorileri	Katkı Sağlayan Faktörlere İlişkin Yansıtıcı Düşünme	Katılımcı ifadeleri
1	Günlüklerinde yaptıklarını sorgulama	Günlükle yaptıklarının olumlu ve olumsuz yanlarını sorgulama	“Günlüğüme yazarken her hafta yaptıklarım üzerinde düşünmem olumlu ve olumsuz yanlarını daha iyi anlamamı sağladı. K10/E15”
2	Akran önerisiyle daha iyi hale getirme	Akran önerisiyle yetersiz hissettiği aşamaları iyi hale getirme	“Arkadaşlarımdan aldığım öneriler yetersiz hissettiğim aşamalarda nasıl daha iyi yapabileceğimi belirlememi sağladı. K19/E30”
3	Alanı uzmanı önerisiyle fikir geliştirme	Alanı uzmanı önerisiyle etkili ve etkisiz tarafları belirleyerek fikir geliştirme	“Aklıma gelen fikirlerimin etkili olan taraflarını aldığım uzman önerileri sayesinde belirledim. Etkisiz olan taraflarını ise geliştirdim. K3/E15”
4	Aşamaları raporlaştırmayla karar alma	Aşamaları raporlaştırmayla ileriki aşama için kararlar alma	“Her aşamanın sonunda raporlaştırma yaparak sonraki aşamaya temel oluşturan kararlarımı belirledim. K13/E15”
5	Grup görüşmelerinde değerlendirme yapma	Grup görüşmelerinde seçtiği yönteminin etkililiği üzerine değerlendirme yapma	“Görüşmeler sırasında farklı fikir ve yaşanan deneyim paylaşımı kendi sürecimle ilgili neler yapabileceğim konusunda yol gösterdi. Seçtiğim yöntemin etkili olup olmadığını değerlendirdim. K20/E30”
6	Akran sunumlarıyla farkedemediklerini belirleme	Akran sunumlarıyla kendi başına farkedemediklerini belirleme	“Sunumlar birbirimizin yaptıklarından haberdar olma ve kendi yaptıklarımızdan bahsetme fırsatı sundu. Böylece tek başıma farkedemediğim bazı kararları alabildim. K4/E15”
7	Haftalık oturumlarda eksiklerini tamamlama	Haftalık oturumlarda dikkate alması gerekenler konusunda eksiklerini tamamlama	“Haftalık bir araya gelmek, işbirliği yapmamızı kolaylaştırdı. Bu işbirliği sayesinde dikkate almam gerekenler konusunda eksiklerimi tamamlamamı sağladı. K8/E15”
8	Veri kaynaklarına erişimle gerekli bilgileri ayırt etme	Veri kaynaklarına erişimle hesaplama yapmak için gerekli bilgileri ayırt etme	“Çalışmam ile ilgili çok fazla kaynak ve bilgiye ulaştım. Hangi bilgilerin gerekli ve benim işime yarayacağını belirledim. K20/E15”
9	Uzun süreli etkileşimle güçlü ve zayıf yönlerini belirleme	Uzun süreli etkileşimle aşamalarla ilgili güçlü ve zayıf yönlerini belirleme	“Aşamalarda güçlü ve zayıf yönlerimi belirlemem ve zayıf yönlerimi gidermem için yeterli süre verilmesi etkili oldu. K9/E30”
10	Güven veren destekleyici ortamda zorlukların üstesinden gelme	Güven veren destekleyici ortamda öngöremediğim zorlukların üstesinden gelme	“Planladığım şekilde sonuçlara ulaşmadığım zamanlarda denemeler yapmaya devam etme konusunda desteklenmek ve güven duyulduğunu hissetmek yeni çözümlere ulaştırdı. K5/E15”

11	Öğretmenin desteğiyle alternatifler üretme	Öğretmenin desteğiyle değiştirmek istediği konuda alternatifler üretme	<i>“Aldığım değişiklik kararlarına öğretmenin desteği ve rehberliği ile yenilerini ekledim. Başlangıçta belirlediğim seçeneklerimi arttırdım. K14/E30”</i>
12	Süreçte döngüsel ilerlemeyle etkili olan koşulları belirleme	Süreçte döngüsel ilerlemeyle sonuca ulaşmada etkili olan koşulları belirleme	<i>“Her aşamada yaptıklarımı gözden geçirip sonraki uygulamalarım için kararlar aldım. Sonuca ulaşmada her seferinde etkili olan kararlarımı belirlemem işe yaradı. K10/E30”</i>
13	Haftalık plan ve tasarım kararları alma	Haftalık neler yapabileceği ile ilgili plan ve tasarım kararları alma	<i>“Süreç boyunca her hafta kendi çalışmamla ilgili neler yapabileceğimi düşünüp kararlar aldım. K21/E30”</i>
14	Plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme	Plan ve tasarım kararlarının sonuçlarının çalışmasını ilerletmede etkisini haftalık olarak değerlendirme	<i>“Bir önceki hafta aldığım kararları sonraki hafta uyguladığımda ilerlememe katkı sağlayıp sağlamadığına baktım. K10/E30”</i>
15	Uygulamada deneyimleme ve değerlendirme	Uygulamada matematiksel modellemeyi deneyimleme ve değerlendirme	<i>“Gerçek yaşam problemimi belirleyerek onu çözmek için matematiksel modelleme yaptım. Sürecim üzerinde etkisi olan koşulları belirledim. K1/E15”</i>
16	İçeriğe aşina olma	Farklı fikirler üretme, seçenekler sunma ve hangilerinin etkili olduğunu değerlendirmek için içeriğe aşina olma	<i>“Biliyor olduğum konularda daha farklı fikirler ürettim, seçenekler sunabildim ve hangilerinin etkili olduğunu değerlendirebildim. K28/E30”</i>

Tablo 4.31 incelendiğinde, ‘N’ harfi ile gösterilen sütunda numaralar, sırasıyla diğer sütunlarda ise ‘katkı sağlayan faktör kategorileri’, ‘faktörler’ ve ‘örnek katılımcı ifadeleri’ altında her bir katılımcının bulguları belirtilmiştir. Sırasıyla faktör kategorisi, her faktör kategorisi altında ulaşılan faktörler ve bu faktörleri en iyi açıklayan katılımcı ifadesine yer verilmiştir. Tablo 4.30’da süreçteki bileşenler grubunun altındaki 1 numaralı faktör kategorisinin olduğu satır incelendiğinde 10 numaralı katılımcının bu süreçte günlüğüne notlar almasının yaptıklarının olumlu ve olumsuz yanlarını sorgulamaya katkı sağladığını belirten ifadesi *“Günlüğüme yazarken her hafta yaptıklarım üzerinde düşünmem olumlu ve olumsuz yanlarını daha iyi anlamamı sağladı. K10/E15”* şeklindedir. Farklılaştırılmış öğretimin bileşenleri grubunun altındaki 6 numaralı faktör kategorisinin olduğu satır incelendiğinde 4 numaralı katılımcının bu süreçte akran sunumları yapılmasının kendi başına farkedemediklerini belirlemesine katkı sağladığını belirten ifadesi *“Sunumlar birbirimizin yaptıklarından haberdar olma ve kendi yaptıklarımızdan bahsetme fırsatı sundu. Böylece tek başıma farkedemediğim bazı kararları alabildim. K4/E15”* şeklindedir. Katılımcı bileşeni altındaki 16 numaralı faktör kategorisinin olduğu satır incelendiğinde 28 numaralı katılımcının bu süreçte içeriğe aşina olmasının farklı fikirler üretmesine, seçenekler sunabilmesine ve

hangilerinin etkili olduğunu değerldirebilmesine katkı sağladığını belirten ifadesi “*Biliyor olduğum konularda daha farklı fikirler ürettim, seçenekler sunabildim ve hangilerinin etkili olduğunu değerldirebildim. K28/E30*” şeklindedir.

Tablo 4.28 ve Tablo 4.30 özetlenen faktör kategorileri temelinde var olan ortak etken dikkate alınarak oluşturulmuştur. Örneğin Tablo 4.28’de ‘akran sunumlarında fikir ve deneyim paylaşma’ ve Tablo 4.30’da ‘akran sunumlarıyla farkedemediklerini belirleme’ kategorilerinde akran sunumu yapma ortak etkindir. Akran sunumu yapma, fikir ve deneyim paylaşmayı sağlamasıyla matematiksel modelleme projesi üretme yeterliklerinin gelişimine katkı sağlamakta, farkedemediklerini belirlemeyi sağlamasıyla yansıtıcı düşünmeyi ifade etmektedir.



BÖLÜM V

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1.Sonuç ve Tartışma

5.1.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerinin; gerçek yaşam problemini belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama şeklinde beş faktörlü yapıda olduğu; yorumlama ve doğrulama yapılması, ikinci faktöre geri dönülerek sürecin değerlendirilmesi gerektirdiğinden bu yapının döngüsellik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik faktörleri gerçekleştirebilmede en iyi olduklarından başlanarak yeterliklerinin sıralamasının; gerçek yaşam problemini belirleme, problemi anlama ve sadeleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama ve matematikselleştirme şeklinde olduğu kararına varılmıştır. Yeterliklerini gerçekleştirmede en iyi oldukları faktörün gerçek yaşam problemini belirleme olduğu; zorlandıkları ve geliştirilmesine ihtiyaç duydukları faktörlerin ise yorumlama ve doğrulama ile matematikselleştirme olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Yapısal model açısından bakıldığında, matematiksel modelleme tabanlı proje üretimini ve faktörleri arasındaki yordayıcılığı açıklamada oldukça iyi yol katsayılarına ulaşılmış olduğu ve kuramsal çerçeve (Özbek & Cho, 2022; Özbek & Köse, 2022) temele alınarak kurgulanan modelin doğrulandığı sonucuna ulaşılmıştır. Gerçek yaşam problemlerini belirleme, matematiksel bilgiyi kullanarak çözüm üretmek için problemin tanımlanmasını kapsar. Anlama ve sadeleştirme, uygun stratejilerin nasıl belirlendiği ile ilgilidir. Matematikleştirme, problemin matematikle nasıl ilişkilendirildiğini gösterir. Matematiksel olarak çalışma, genel olarak modelin oluşturulması ve çözülmesini gerektirir. Yorumlama ve doğrulama, çözümün gerçek hayatta uygulanabilirliğinin gösterilmesi ile ilgilidir (Özbek & Cho, 2022; Özbek & Köse, 2022). Bu araştırma sonucunda ulaşılan yapı, matematiksel modellemenin alan yazındaki kuramsal yapısını desteklemekte olup (Borromeo Ferri, 2006; Özbek & Köse, 2022) ve faktörlerde benzerlikler olduğu görülmektedir (Borromeo Ferri, 2006; Bukova Güzel, 2016; Mumcu & Baki, 2017; Tekin Dede & Yılmaz, 2015). Matematiksel modelleme, matematik bilgisinin gerçek yaşamla ilişkili çözüm modeli üretimine dönüştürülmesini sağlar (Haines & Crouch, 2007; Zbiek & Conner, 2006). Bilginin

hangi gerçek yaşam problemlerinin çözümüne nasıl transfer edileceğinin ve yansıtılacağıının sorgulanmasını gerektirir (Blum & Niss, 1991; Erbaş vd., 2014; Hebborn vd., 1997; Maaß vd., 2022). Bu araştırma kapsamında alan yazında ifade edilen matematiksel model üretiminin özel yetenekliler açısından beş faktörlü yapısı belirlenmiştir. Özel yeteneklilerin potansiyelleri dikkate alınarak (MEB, 2019; Özbek & Cho, 2022), matematiksel modelleme projesi üretiminin, gerçek yaşam probleminin belirlenmesi üzerine yapılanması özgün değer taşımaktadır. Proje üretimine iskele oluşturulması açısından bu araştırma kapsamında ulaşılan yapısal model alan yazına katkı sunmaktadır. Evrensel problemleri modelleyerek proje üretiminin nasıl desteklenebileceğine yol göstermektedir. Bu araştırma sonucunda, proje üretimine çatı oluşturulması bakımından, matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yapı belirlenmiştir.

Farklı katılımcı gruplarında, matematiksel modelleme faktörlerinin yapısı ve yeterliklerinin araştırıldığı çalışmalar incelenmiştir (Blomhøj & Hojgaard Jensen, 2003; Brand, 2014; Grünewald, 2012; Haines vd., 2001; Kaiser & Grünewald, 2015). Matematiksel modelleme yeterliklerini etkileyen faktörlerin başarı hedefleri ve üstbiliş olduğu ayrıca farkındalık, planlama, bilişsel strateji ve öz-denetimin başarı hedefleri ile matematiksel modelleme yetkinliği arasındaki ilişkiyi arttırdıkları için olumlu kısmi aracılar olduğu belirlenmiştir (Hidayat vd., 2018). Bu araştırmanın sonuçları alan yazındaki diğer araştırma sonuçlarından matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yapının belirlenmesi, yapının beş faktörlü olması ve özel yetenekliler örneklemini açılarından farklılık göstermektedir. Program ve öğretim uygulamaları açısından hem buna yönelik araştırmalar hem de alan yazına önemli katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

Yapılan araştırmalarda da gerçekleştirilmesinde zorlanılan faktörlerin yorumlama, doğrulama ve matematikselleştirme olduğu görölmüştür (Biccard & Wessels, 2011; Blum, 2011; Maaß, 2006; Tekin-Dede & Yılmaz, 2015). Özel yetenekliler açısından bu faktörlerin benzer olduğu ulaşılan nicel sonuçlar ile belirlenmiştir. Matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik faktör düzeylerinin kısmi yaklaşımla belirlenmesi bu araştırmanın farkını ortaya koymaktadır. Gelişimine yönelik uygulamalar yapılması açısından alan yazına katkı sunmaktadır.

Özel yeteneklilerin gerçek yaşamla ve farklı disiplinlerle ilişkili evrensel problemler üzerine yeni fikir geliştirme, çıkarımda bulunma, özgün sonuçlara ulaşma, faydalı model ve patent geliştirme, yaratıcı projeler üretmeleri beklenilmektedir (MEB, 2019). Gerçek yaşam problemleri belirleyerek bunlar üzerine özgün matematiksel model geliştirmeye yönelik proje üretimleri desteklenmelidir (Özbek & Köse, 2022). Bu araştırma kapsamında, matematiksel

modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yapıya ilişkin sonuçlar, proje üretimine nasıl katkı oluşturulabileceğine yol göstermektedir. Ulaşılan sonuçlar proje üretiminin nasıl ve ne şekilde desteklenebileceğine ilişkin fikirler sunmaktadır. Araştırmada özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik mevcut yeterlik düzeylerinin ve gelişimine ihtiyaç duydukları faktörlerin belirlenmesi buna yönelik uygulamalar açısından yol göstericidir (Karademir, 2016; Özbek & Dağyar, 2022).

5.1.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma

Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin, özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik düzeyleri üzerinde olumlu ve kalıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Deney grubunda özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve yaşanan gelişimin kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka ifade ile deney grubunda özel yeteneklilerin ortalama puanlarının uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve yaşanan gelişimin zamanla azalmasına rağmen kalıcı olduğu belirlenmiştir. Deney grubuna kıyasla kontrol grubunda daha az miktarda artış olmasına rağmen bu artış anlamlı farklılık göstermemiştir. Hem deney hem de kontrol grubunun düzeylerinin uygulama sonrasında zamanla bir miktar azaldığı belirlense de deney grubunda kontrol grubuna kıyasla yaşanan gelişimin çoğunun kalıcı olduğu görülmüştür. Deney grubu katılımcılarının düzeylerinin kontrol grubu katılımcılarına oranla daha kalıcı olduğu söylenebilir.

Deney grubundaki katılımcıların matematiksel modelleme tabanlı proje üretiminin tüm faktörlerinde (gerçek yaşam problemi belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama), kontrol grubundaki katılımcıların ise sadece ilk ikisinde (gerçek yaşam problemi belirleme, anlama ve sadeleştirme) ön-son-kalıcılık puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubunda katılımcıların kısmi yaklaşımla tüm faktörlerde düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve bu gelişimin kalıcı olduğu görülmüştür. Görülen artışta zamanla bir miktar azalma olsa da uygulama öncesine göre anlamlı farkın korunduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda sadece iki faktörde düzeylerinin uygulama öncesinden sonrasına artarak anlamlı olarak farklılaştığı ve bu gelişimin kalıcı olduğu belirlenmiştir. Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi ve yönetimi programının kısmi yaklaşımla tüm faktörlerde gelişimi sağlama konusunda daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Matematiksel modelleme projesi üretimi ve buna yönelik yeterliklerin geliştirilmesi, özel yeteneklilerin yaratıcı üretkenliği açısından oldukça kritik belirleyicilerdir (Ahn & Cho, 2021; Cho, 2003; Kim vd., 2020; Sternberg, 1988; Urban, 2003). Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimi, yaratıcı üretkenlik için gerekli temel bileşenlerdendir (Blum & Niss, 1991; Cho, 2007; Özbek & Köse, 2022). Buna yönelik yeterliklerin geliştirilmesi, yaratıcı proje üretkenliğinin geliştirilmesinde etkilidir. Matematiksel modelleme, özel yeteneklilerde yaratıcı problem çözme stratejilerindendir ve özel yeteneklilerin proje üretimlerine katkı oluşturur (Özbek & Cho, 2022). Bu çalışmanın sonuçları, matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliliklerin hem bütüncül hem de kısmi olarak geliştirilebileceğini göstermiştir. Ulaşılan bu sonuçlar, matematiksel modellemenin proje üretiminde uygulanmasının özel yeteneklilerde yeterlik gelişimini sağladığına ilişkin araştırma sonuçlarını desteklemektedir (Yu & Yun, 2017). Uygun eğitim yaklaşımları uygulanarak özel yeteneklilerde bu gibi gelişimin sağlanabileceği ve kolaylaştırılabileceği yapılan araştırmalarda ifade edilmiştir (Altıntaş & Özdemir, 2015; Callahan vd., 2015; Cho vd., 2015; Deringöl & Davaslıgil, 2020; Gavin vd., 2009; İnan & Mert Uyangör, 2022; Kim vd., 2016 ; Little vd., 2018; Manuel & Freiman, 2017; Özçelik, 2018; Özdemir & Gürlen, 2019; Özyaprak & Davaslıgil, 2015; Sengil-Akar & Yetkin Özdemir, 2020). Proje tabanlı farklılaştırılmış eğitimin, özel yeteneklilerin proje üretimine yönelik yeterliklerini geliştirdiği bulgulanmıştır (Çetinkaya, 2020). Matematiksel model oluşturma etkinliklerinin uygulandığı öğretim sürecinin farklı faktörlerde yaratıcı üretkenliği geliştirmede etkili olduğu belirtilmiştir (Sengil-Akar & Yetkin-Özdemir, 2020). Matematiksel modelleme tabanlı programın, matematiksel bağlantılar kurma, bilgi işleme, muhakeme etme, yaratıcı problem çözme açılarından yeterlik gelişimini sağlandığı belirlenmiştir (Yu & Yun, 2017).

5.1.3. Üçüncü araştırma sorusuna ilişkin sonuç ve tartışma

Özel yeteneklilere yönelik matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin proje üretimine hem nicelik hem de nitelik olarak olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hem üretilen projelerin sayısı hem de niteliği açısından deney grubu lehine farklılaşma görüldüğünden, proje üretimini olumlu yönde etkilediği karara varılmıştır. Kontrol grubundaki katılımcıların proje üretiminde deney grubundakiler kadar etkili olmadıkları; özgünlük açısından projelerde deney grubu lehine farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP sürecinde deney grubu katılımcılarının aldıkları kararlar faktörler ile ilişkili olarak incelendiğinde; gerçek yaşam problemini belirleyebildikleri, anlayıp sadeleştirebildikleri, matematikselleştirebildikleri, matematiksel olarak çalışabildikleri, yorumlama ve doğrulama

yapabildiklerine ulaşılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları, özel yeteneklilerin potansiyelleri dikkate alınarak (MEB, 2019), belirledikleri gerçek yaşam problemi üzerine modelleme projesi üretmelerinin sağlanması açısından özgün değer taşımaktadır (Özbek & Cho, 2022). Çünkü programlar, özel yeteneklilerin evrensel problemlere özgün çözüm modelleri üretmelerini ve yaratıcı proje geliştirmelerini gerektirmektedir (MEB, 2019; Reis vd., 2021; Sternberg, 1988). Programlar gerektirse de, bunun her zaman mümkün olmadığı yapılan araştırmalarla (Ahn & Cho, 2021; Neumeister & Burney, 2021) ve bu araştırmanın sonuçları ile belirlenmiştir. Bilgi, beceri, yetenek ve yeterliklerin, gerçek yaşam problemlerine yaratıcı çözüm üretimine beklenen düzeyde dönüştürülemediği ve proje üretimini tamamlamakta güçlükler yaşanabildiği araştırmalarla (Özarslan, 2018; İnan & Mert Uyangör, 2022; Özbek & Dağyar, 2022) ve bu araştırmanın sonuçları ile ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, proje üretimine olumlu etki, her açıdan kritik bir sonuçtur.

5.1.4. Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı PÜYP sürecinde aldıkları kararlar, kısmi yaklaşımla faktörler ile ilişkili olarak detaylı belirlenmiştir.

Gerçek yaşam problemini belirleme faktöründe; modelleme konusu, modelleme alanı, gerekçe, problemi fark etme, probleme duyarlı olma ve matematik bilgileriyle çözebileceği problemi belirleme olmak üzere toplam altı kategori altında kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Altında aldıkları kararlar incelendiğinde, gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problem olduğunu fark edebildikleri, probleme karşı duyarlı olabildikleri ve matematik bilgilerini kullanarak çözüm üretebileceği gerçek yaşam problemlerini belirleyebildikleri görülmüştür. Bu araştırma sonuçları, özel yeteneklilerin potansiyelleri dikkate alınarak, gerçek yaşam problemini kendilerinin belirlemesi ve bunun üzerine matematiksel modelleme tabanlı proje üretmelerinin sağlanması açısından özgün değer taşımaktadır.

Gerçek yaşam problemini anlama ve sadeleştirme faktöründe; varsayımları belirleme, plan yapma, strateji belirleme, yöntem belirleme, değişkenleri belirleme, değişkenlerin ilişkilerini açıklama, gerekli olan bilgileri ayırt etme ve modelleme bileşenleri olmak üzere toplam altı kategori altında kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Aldıkları kararlar incelendiğinde gerekli olan varsayımlarını belirleyerek, plan yaparak, uygun strateji belirleyerek, kullanacağı yöntemi seçerek, problem içerisindeki değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri açıklayarak ve son olarak gerekli olan bilgileri ayırt ederek problemi matematiksel bir probleme dönüştürebildikleri görülmüştür.

Matematikselleştirme faktöründe; bilgisayar programlarından yararlanma, tablolar oluşturma ve grafikler oluşturma olmak üzere toplam üç kategori altında kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Aldıkları kararlar incelendiğinde, özel yeteneklilerin, problem çözümüne ulaşmak için uygun matematiksel yöntemleri kullandığı, gerçek yaşam durumlarını temsil edecek modeller oluşturmak için bilgisayar programlarından yararlandığı, tablolar ve grafikler oluşturduğuna ulaşılmıştır.

Matematiksel olarak çalışma faktöründe; modelleri çözerek matematiksel sonuçlara ulaşma, matematiksel ilişki kurma, problemleri matematik ile ilişkilendirme, matematiksel olarak açıklama, matematik bilgilerini kullanma ve matematiksel yapıları belirleme kategorileri olmak üzere toplam altı kategori altında kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Aldıkları kararlar incelendiğinde, uygulama sürecinde, matematiksel yöntemleri kullanarak ve uygulayarak çözümler elde ettikleri sonucuna varılmıştır. Özel yeteneklilerin gerçek yaşam problemini temsil eden modeli çözerek matematiksel sonuçlara ulaşabildiği, matematiksel ilişkiler kurabildiği, matematikle ilişkilendirebildiği, matematiksel olarak açıklayabildiği, matematik bilgilerini kullanabildiği ve matematiksel yapıları belirleyebildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yorumlama faktöründe matematiksel modelin çözümünün; gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklama, gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlama, gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterme, gerçek yaşam için gerekliliğini açıklama, gerçek yaşamda yararlılığını analiz etme ve gerçek yaşamda mantıklı olup olmadığını açıklama olmak üzere toplam altı kategori altında kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu kategoriler altında aldıkları kararlar incelendiğinde özel yeteneklilerin uygulama sürecinde, matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklayabildiği, gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlayabildiği ve gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterebildiği, gerçek yaşam için gerekliliğini açıklayabildiği, gerçek yaşamda yararlılığını analiz edebildiği ve gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığını açıklayabildiğine ulaşılmıştır.

Doğrulama faktöründe; varsayımların doğruluğunu belirleme, izlenen adımları kontrol etme, matematiksel modellerin doğruluğunu belirleme, matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltme, çözümlerinde hatalar varsa bunları düzeltme ve modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma kategorileri olmak üzere toplam altı kategori altında kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Aldıkları kararlar incelendiğinde, özel yeteneklilerin gerçek yaşam probleminin çözümü için gerekli olan varsayımların doğruluğunu belirleyebildiği, matematiksel model geliştirerek gerçek yaşam problemini çözme sürecinde

izlediği adımları kontrol edebildiği ve gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturduğu matematiksel modelin doğruluğunu belirleyebildiğine ulaşılmıştır. Ayrıca oluşturduğu matematiksel modelin çözümünde hatalar varsa bunları düzeltebildiği, gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturduğu matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltebildiği ve oluşturduğu matematiksel modeli farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabildiği görülmüştür.

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretim sürecinde, uzman ve akran önerisi alma sayıları incelendiğinde, en azdan başlayarak uzman önerisinin alındığı faktörlerin sıralaması; problemi belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama, matematikselleştirme olarak belirlenmiştir. En azdan başlayarak akran önerisinin alındığı faktörlerin sıralaması; problemi belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama, matematikselleştirme olarak belirlenmiştir. Özel yeteneklilerin modelleme projesi üretiminde, en çok matematikselleştirme ile yorumlama ve doğrulama faktörlerinde zorlanarak bir uzmanın ya da akranın önerisine ihtiyaç duydukları sonucuna varılmıştır. Yapılan araştırmalarda da gerçekleştirilmesinde zorlanılan faktörlerin yorumlama, doğrulama ve matematikselleştirme olduğu görülmüştür (Biccard & Wessels, 2011; Blum, 2011; Maaß vd., 2022; Tekin-Dede & Yılmaz, 2015). Özel yetenekliler açısından bu faktörlerin benzer olduğu hem nicel hem de nitel sonuçlarla belirlenmiştir. Araştırma kapsamında karşılaşılan güçlüğü akran ve uzman önerileri ile sürece dahil edilen yansıtıcı düşünme gibi diğer bileşenler yardımıyla çözümlenmiş olması alan yazına katkı sağlamaktadır.

Yapılan araştırmalarda, özel yeteneklilerin uygun şekilde desteklendiklerinde, çözüm aşamaları içeren gerçek yaşam problemleri belirleyebildikleri (Manuel & Freiman, 2017) ve proje üretiminde yüksek performans gösterebildikleri ifade edilmiştir (Mihaela Singer vd., 2016). Matematik alanındaki bilgi, beceri, yeterlik ve performanslarını yaratıcı proje üretimine dönüştürebildikleri görülmüştür (Erdoğan & Erben, 2020; Sheffield, 2018; Mihaela Singer vd., 2016; Wang vd., 2017). Matematiksel modelleme tabanlı programın, matematiksel bağlantılar kurma, bilgi işleme, muhakeme etme, yaratıcı problem çözme açılarından proje üretimine olumlu etkisi olmuştur (Mihaela Singer vd., 2016; Yu & Yun, 2017). Bu araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlar, proje üretimine olumlu etkisi açısından benzerlik göstermektedir. Ancak kısmi yaklaşımla, tüm faktörlere ilişkin hangi durumlarda nasıl kararlar alındığının ayrıntılı olarak ortaya konulmuş olması bakımından sonuçlar alan yazına katkı sağlamaktadır. Gerçek yaşam problemleri belirleyerek matematiksel model üretmenin, yaratıcı üretkenliği ortaya çıkarmada olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir (Hidayat vd., 2018;

Kaiser, 2020; Sengil-Akar & Yetkin-Özdemir, 2020). Bu araştırmanın sonuçları ile de yaratıcı proje üretimi açısından olumlu etkisi gösterilmiştir. Modelleme yeterliklerinin incelendiği araştırma sonuçlarına (Biccard & Wessels, 2011; Hagena & Borromeo Ferri, 2012; Maaß & Mischo, 2011; Sekerak, 2010), faktörler altında nasıl kararların alındığının detaylı belirlenmesi ile katkı sağlanmıştır.

Özel yetenekliler özgün projeler üretme potansiyelinde olmalarına rağmen, bilgi, beceri, yeterlik ve yeteneklerini yaratıcı üretkenliğine dönüştüremeyebilir (MEB, 2019; NAGC, 2021; Nacaroglu & Arslan, 2019; Özarslan, 2018; Özarslan & Çetin, 2018; Özbek & Cho, 2022). Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine ilişkin ulaşılan bu araştırmanın sonuçları, yeterliklerin yaratıcı proje üretimine dönüştürülmesinin sağlanması açısından özgün değer taşımaktadır.

5.1.5. Beşinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini nasıl kullandıklarına ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır. Matematiksel modelleme tabanlı proje üretiminde faktörlere ilişkin aldıkları yansıtma kararları, kısmi yaklaşımla detaylı belirlenmiştir. Yansıtma kategorileri belirlenmiş ve bunlar altında yansıtıcı düşünme döngüsüne uygun olarak şu şekilde kararlar aldıkları sonucuna ulaşılmıştır: farkındalık durumu, düzenleme kararları, yeniden düzenleme kararları ve sonraki uygulama planı kararları.

Farkındalık durumu kararlarına ilişkin on beş yansıtma kategorisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gerçek yaşamdan problem belirleme faktöründe üç yansıtma kategorisinin ‘fikrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama’, ‘çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma’, ‘düzey üstü problemde yetersizlik hissetme’ ve anlama faktöründe bir yansıtma kategorisinin ‘anlam karmaşası yaşama’ olduğuna ulaşılmıştır. Sadeleştirme faktöründe iki yansıtma kategorisinin ‘önemli olan bilgileri gözden kaçırma’, ‘strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama ve zorlanma’ olduğu sonucuna varılmıştır. Matematikselleştirme faktöründe üç yansıtma kategorisinin ‘matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme’, ‘istediği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme’, ‘ilişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme’ olduğuna ulaşılmıştır. Matematiksel olarak çalışma faktöründe iki yansıtma kategorisinin ‘matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma ve kaygı duyma’ ve ‘çözümüne ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama’ olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yorumlama faktöründe iki yansıtma kategorisinin ‘açıklamalarını zenginleştirme ve derinleştirmekte zorlanma’,

‘yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama’ ve doğrulama faktöründe iki yansıtma kategorisinin ‘hataları gözden kaçırma’ ve ‘doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama ve çaresiz hissetme’ olduğuna ulaşılmıştır.

Faktörlerde yansıtma sayıları incelendiğinde bir sıralama olduğuna ulaşılmıştır. En azdan başlayarak, zorluk yaşanan ve yansıtma kararları alınan aşamaların sıralaması: problemi belirleme, anlama ve sadeleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama, matematikselleştirme olarak belirlenmiştir. Katılımcıların en az gerçek yaşam problemini belirlemek ve en çok matematikselleştirmek için zorluklarla karşılaştıkları ve bu zorlukların üstesinden yansıtma kararları alarak geldikleri sonucuna varılmıştır. Katılımcıların en çok nasıl doğrulama yapacakları ile ilgili ve en az problemi anlamak ile ilgili zorluk yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Katılımcıların aşamalarda yansıtma yapma sayıları incelendiğinde bir sıralama olduğu ve en çoktan en aza doğru yansıtma temalarının: Doğrulamak için ne yapması gerektiği konusunda belirsizlik yaşama; Çözüme ulaşamama ve hayal kırıklığı yaşama; Açıklamalarını zenginleştirme ve derinleştirmekte zorlanma; İlişkileri kaçırma, çıkarımda bulunamama ve çaresiz hissetme; Strateji, yöntem, değişken belirleme ve gerekli bilgileri seçmede amaçlı davranamama; Yorumun neye göre yapılacağını belirleyememe ve durgunluk yaşama; İsteddiği sonuca ulaşamama ve vazgeçmek isteme; Hataları gözden kaçırma; Matematiksel yöntemleri uygulamada hatalar yapma; Düzey üstü problemde yetersizlik hissetme; Çok sayıda fikir karşısında kararsız kalma; Fikrinin çürütülmesi ile belirsizlik yaşama; Önemli olan bilgileri gözden kaçırma; Matematiksel yöntemleri amacına uygun seçememe, kullanamama ve zaman kaybetme; Anlam karmaşası yaşama olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kaynaklardan yararlanmada en çok daha önce yapılan matematiksel modelleme çalışmalarının incelendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan araştırmalarda matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterliklerin, yansıtıcı düşünme becerilerini yordadığı ve özel yeteneklilerin yansıtıcı düşünme becerilerinin iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir (Özbek & Cho, 2022). Yansıtıcı düşünme döngüsüne uygun kararların incelenmesi açısından yöntemsel benzerlik görülse de, (Clarke, 1995; Hendriana vd., 2019; Schön, 1987; Tahir vd., 2019; Özbek & Köse, 2019) bu araştırmada ulaşılan sonuçlar, özel yeteneklilerin proje üretimi sürecinin profesyonel bir gelişim süreci olarak ilerlemesi açısından yol göstericidir (MEB, 2019). Çünkü bazı özel yetenekliler proje fikri olmasına rağmen bunu üretime dönüştürme sürecini etkili yönetememekte, karşılaştıkları zorluklarla başa çıkamamakta ve süreçten kopmaktadır (Özarslan, 2018; Özbek & Dağyar, 2022). Bu araştırma sonuçlarının da gösterdiği gibi, yansıtıcı düşünme ile proje üretim süreçlerinde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için

kararlar alınmasını ve bu kararların uygulanması sağlanmıştır (Lia, 2020; Özbek & Cho, 2022). Neyin niçin yapıldığının ya da yapılması gerektiğinin düşünülmesini ve değerlendirilmesine ilişkin benzer kararlara ulaşılmıştır (Brookfield, 2017; Bolton & Delderfield, 2018; Boyd & Fales 1983; Dewey, 1933; Johns, 2017; Kolb, 2014; Mezirow, 2006). Proje üretimi sürecinde karşılaşılan problemi çözmek ya da duyulan rahatsızlığı gidermek için gerekçeli kararların alındığı (Schön,1987), etkili olan kararların ileriki proje aşamalarını şekillendirdiği, çıkarımda bulunulmasını ya da ulaşılan sonuçların geliştirilmesini sağladığı bu araştırmanın sonuçları ile de gösterilmiştir.

5.1.6. Altıncı Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma

Özel yetenekliler ne gibi durumlar üzerine yansıtma yaparak matematiksel modelleme projesi geliştirmektedirler? Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimi etkenlerinin yedi kategori altında toplandığı sonucuna ulaşılmış olup bunların en etken olandan başlayarak sıralanması: Disiplinler arası bağlantıları üretime yansıtma; Potansiyelini yaratıcı üretime dönüştürme; Yeteneğini popüler bilim problemlerinin çözümünde kullanma; Bireysel, ulusal ve evrensel sorunlara farkındalık gösterme; Üretilen modeli yaygınlaştırmak; Gerçek yaşam problemlerine duyarlı olma; Alan bilgisini proje üretiminde kullanma.

Etkenlerin gerekçelerinin olduğu ve katılımcıların bu gerekçelerle farkındalık durumu geliştirerek matematiksel modelleme projesi ürettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Sırasıyla her etken için belirlenen gerekçeler: Disiplinler arası bağlantıları dikkate alma; Özgün çözüm geliştirme; Popüler ve güncel bilim konuları ve gelişmelere merak duyma; Yaşadığı coğrafya, yaşam şartları, sosyal çevreyi dikkate alma; Geliştirilen matematiksel modelleri yaygınlaştırmak; Gerçek yaşamda rahatsızlık duyulan durumlara duyarlılık gösterme; Matematik bilgisini gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanma. Katılımcıların büyük bir çoğunluğunun birden fazla gerekçeye ve etkene göre problem belirledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Matematik modellemeye yönelik etkenlerin, gerekli bilgileri ayırt ederek ve matematik ön bilgisini kullanarak yeni bilgileri, yapıları ve ilişkileri keşfetme olduğu ifade edilmiştir (Sengil-Akar & Yetkin-Özdemir, 2020; Yu & Yun, 2017). Problem algısı ile başlayan bu sürecin diğer etkenleri, matematik ile ilgili ön bilgileri kullanarak çıkarımda bulunma, özetleme ve bilgi inşası yapabilme olarak belirlenmiştir (Hong & Choi, 2011). Bireylerin problem algısı ile ilgili hisleri ve çözme sürecine ilişkin olumlu görüşleri de önemli etkenlerdir (Hong & Choi, 2015). Etkenlerin ilgi, deneyimler, akran, hisler ve bağlam olmak üzere kategoriler altında toplandığı belirlenmiştir (Hong & Choi, 2011). Kategorileri farklı

olsa da ulaşılan etkenler açısından destekleyici sonuçlardır. Gerçek yaşam problemini belirlemelerinde etkili olan farkındalık durumlarının belirlenmiş olması program ve ğretim süreçlerine nasıl entegre edileceğine ilişkin önemli sonuçlar sunmaktadır (Kaiser, 2020). Özel yeteneklilerin gerçek yaşam problemlerinin zmne yönelik özgün modeller üreterek bilime katkı sağlayan ve bu üretim sürecini geliştirmek için etkili kararlar alabilen bireyler olarak yetiştirilmesi açısından (MEB, 2019) etkenler ile ilgili sonuçlar buna yönelik alan yazını desteklemektedir.

5.1.7. Yedinci Araştırma Sorusuna İlişkin Sonuç ve Tartışma

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerine katkı sağlayan 15 faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır: günlüklerine notlar alma; akran nerisi alma ve önerisinde bulunma; alanın uzmanından öneri alma; aşamaları raporlaştırma; grup görüşmelerinde fikir ve deneyim paylaşma; akran sunumlarında fikir ve deneyim paylaşma; haftalık oturumlarda işbirliği yapma; veri kaynaklarına erişimde desteklenme; uzun süreli etkileşimde bulunma; güven veren destekleyici ortamda çalışma; danışman öğretmeninden öneri ve destek alma; aşamalarda ve süreçte döngüsel ilerleme; haftalık plan ve tasarım kararları alma; plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme; uygulamada deneyimleme ve değerlendirme.

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme tabanlı proje üretimlerine katkı sağlayan 15 faktöre ilişkin yansıtıcı düşünmeleri sırasıyla şu şekilde belirlenmiştir: Günlüklerinde yaptıklarını sorgulama; Akran önerisiyle daha iyi hale getirme; Alanı uzmanı önerisiyle fikir geliştirme; Aşamaları raporlaştırmayla karar alma; Grup görüşmelerinde değerlendirme yapma; Akran sunumlarıyla farkedemediklerini belirleme; Haftalık oturumlarda eksiklerini tamamlama; Veri kaynaklarına erişimle gerekli bilgileri ayırt etme; Uzun süreli etkileşimle güçlü ve zayıf yönlerini belirleme; Güven veren destekleyici ortamda zorlukların üstesinden gelme; Danışman ğretmeninin desteğiyle alternatifler retme; Süreçte döngüsel ilerlemeyle etkili olan koşulları belirleme; Haftalık plan ve tasarım kararları alma; Plan ve tasarım kararlarının sonuçlarını haftalık olarak değerlendirme; Uygulamada deneyimleme ve değerlendirme.

Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimlerine katkı sağladığını ifade ettikleri faktörlerin belirlenmesinde bunlara ilişkin yansıtma kararlarının etkili olduğu grlmştir. Özel yeteneklilerin matematiksel modelleme projesi üretimlerine katkı sağlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu gelişimin desteklenebileceği ve katkı sağlayan

çeşitli faktörler olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir (Manuel & Freiman, 2017). Bu faktörler arasında haftalık yansıtıcı günlükler yazmanın, akran önerileri almanın, akranlara önerilerde bulunmanın, etkileşimin güven vererek destek sağlayan uzun zaman dilimlerinde gerçekleşmesinin, işbirliği içerisinde çalışılmasının, deneyimle ilgili görüşmeler gerçekleştirilmesinin ve deneyimlerin gözden geçirilmesinin olduğu ifade edilmektedir (Bolton & Delderfield, 2018; Clarke, 1995; Özbek & Cho, 2022; Özbek & Köse, 2019; Lia, 2020). Özel yeteneklilerin hem kendi hem de akran gruplarının proje üretimi sürecinde öneri alıp vermelerinin, işbirliği içinde çalışmalarının bu sürecin koçu olmalarını sağlayarak katkı sunduğu görülmüştür (Maker, 2022). Ayrıca akran görüşü ve önerisi verip almanın, karşılıklı olarak görüşleri zenginleştirdiği ayrıca bu görüşler üzerinde yansıtma yapabilmenin alınmış olan kararları sorgulama, seçilmiş olan stratejileri gözden geçirme ve gerektiğinde değiştirebilmeyi sağladığı belirlenmiştir (Hong & Choi, 2011; Hong & Choi, 2015).

Yapılan araştırmalarda matematiksel modellemeye katkı sağlayan faktörler: iş birliği içerisinde çalışma; gerekli bilgileri ayırt etme; matematik ön bilgilerini kullanarak yeni bilgileri, yapıları ve ilişkileri keşfetme; uygulamada deneyimleme olarak belirlenmiştir (Hidayat vd., 2018; Sengil-Akar & Yetkin-Özdemir, 2020; Thahir vd., 2019; Yu & Yun, 2017). Farklı katılımcı gruplarıyla yürütülen araştırmalarda matematiksel modellemenin uygulamada geliştirilebileceği (Ayvaci & Bebek, 2019; Tekin Dede & Yılmaz, 2015), gelişiminin sağlanabileceği görülmüştür (Biccard & Wessels, 2011; Blomhøj & Hojgaard Jensen, 2003; Brand, 2014; Grünewald, 2012; Hagena & Borromeo Ferri, 2012; Haines, Crouch & Davis, 2001; Kaiser, 2020; Kaiser & Grünewald, 2015; Maaß & Mischo, 2011; Sekerak, 2010). Bu araştırmanın sonuçları, özel yetenekliler örnekleminde olması, katkı sağlayan faktörlerin daha kapsamlı ve çeşitli olması, matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik belirlenmesi açısından farklılaşmakta ve alan yazına katkı sunmaktadır. Program ve öğretim süreçlerinde bu faktörlere yer verilmesi açısından önemli fikirler sunduğu düşünülmektedir.

5.2.Öneriler

5.2.1. Uygulamaya Dönük Öneriler

Araştırmanın amacı doğrultusunda ulaşılan sonuçlar dikkate alınarak uygulamaya dönük önerilerde bulunulmuştur:

1) Matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yapı, eğitim ve öğretim uygulamalarında proje üretiminin sağlanması açısından dikkate alınmalıdır. Özel

yeteneklilerin yeterliklerine ilişkin betimsel sonuçlardan hareketle gelişimine ihtiyaç olan faktörler desteklenmelidir.

2) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik puanlarına olan olumlu etkisi dikkate alınarak uygulanması önerilmektedir.

3) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin nicelik ve nitelik olarak proje üretimine olumlu etkisi dikkate alınarak uygulanması önerilmektedir.

4) Özel yeteneklilerin nasıl matematiksel modelleme projesi üretmekte oldukları ile ilgili sonuçlar dikkate alınarak program ve öğretim süreçlerinin bunu sağlayacak şekilde tasarlanması önerilmektedir. Matematiksel modelleme projesi üretimine yönelik yeterlikler ile ilgili sonuçlar, ulaşılan kategori ve temalardan uygulamada yararlanılabilir.

5) Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerinin, proje üretimi sürecinin profesyonel gelişim süreci olarak tasarlanmasında dikkate alınması önerilmektedir.

6) Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik etkenler, proje üretkenliğinin sağlanması için program ve öğretim süreçlerinde temele alınmalıdır.

7) Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine katkı sağlayan faktörlere program ve öğretim süreçlerinde yer verilebilir.

5.2.2. Araştırmacılara Dönük Öneriler

Araştırma amacı bağlamında ulaşılan sonuçlardan yola çıkılarak ileriye dönük araştırmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur:

1) Matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik puanlarına ilişkin betimsel istatistikler, korelasyonlar ve yapısal model farklı örneklemelerde belirlenebilir. Yaratıcı proje üretimine yönelik çeşitli değişkenler ile yapısal modelin incelendiği araştırmalar yapılabilir.

2) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin matematiksel modelleme projesi geliştirmeye yönelik yeterlik puanlarına etkisi farklı gruplarda araştırılarak bu araştırma sonuçları ile tartışılabilir. Beceri, yetenek ve performans gibi farklı değişkenler üzerindeki etkisi test edilebilir.

3) Matematiksel modelleme tabanlı PÜYP'nin proje üretimine etkisi farklı gruplarda belirlenebilir ve bu araştırmanın sonuçları ile tartışılabilir. Nicelik ve nitelik olarak proje üretimini nasıl etkilediği test edilebilir. Buna yönelik boylamsal çalışma yapılarak uzun vadeli etkiye bakılabilir. Ayrıca üretilen projelerin yaygınlaştırılması açısından değerlendirme yapılabilir.

- 4) Farklı gruplarda nasıl matematiksel modelleme tabanlı proje üretildiği, buna yönelik yeterliklerin nasıl kullanılmakta olduğu ve faktörlere ilişkin alınan kararlar kısmi yaklaşımla araştırılabilir.
- 5) Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik yansıtıcı düşünme becerilerinin nasıl kullanıldığı, bunların gelişimini destekleyen faktörlerin belirlenmesi açısından incelenebilir.
- 6) Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine yönelik etkenler farklı gruplarda belirlenebilir. Bu araştırmada ulaşılanlardan farklı etkenler olup olmadığı araştırılabilir.
- 7) Matematiksel modelleme tabanlı proje üretimine katkı sağlayan faktörlerin dahil edildiği uygulamalar tasarlanıp etkisi araştırılabilir. Farklı faktörlerin olup olmadığı belirlenebilir.



KAYNAKLAR

- Ahn, D., & Cho, S. (2021). Science creative productivity of science high school graduates: Its predictive relationship with family processes, classroom quality, intelligence, science attitudes, and academic achievement. *Journal of Gifted/Talented Education*. 30(3), 447-471. <https://doi.org/10.9722/jgte.2021.31.3.447>
- Adıgüzel, O. C. (2016). *Eğitim programlarının geliştirilmesinde ihtiyaç analizi el kitabı*. Anı.
- Akkaş E., & Tortop H. S. (2015). Üstün yetenekliler eğitiminde farklılaştırma: Temel kavramlar, modellerin karşılaştırılması ve öneriler [Differentiation in gifted education: Basic concepts, comparison of models and suggestions]. *J. Gifted Educ. Creat.* 2, 31–44. <https://doi.org/10.18200/JGEDC.2015214250>
- Aladwan, S. Q. A. (2022). The effectiveness of a training program based on Betts' model of autonomous learner on improving the creativity product. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), em2205. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12731>
- Alpar, R. (2012). *Uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenirlik*. Detay Yayıncılık.
- Altıntaş, E., & Özdemir, A. S. (2015). The effect of developed differentiation approach on the achievements of the students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2015 (61), 199-216. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2015.61.11>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). *A Taxonomy for learning teaching and assessing. a revision of Bloom 's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Atkins, S., & Murphy, K. (1995). Reflective practice. *Nursing Standard*, 9(45), 31-37. <https://doi.org/10.7748/ns.9.45.31.s34>

- Aygün, B. (2010). *Üstün yetenekli ilköğretim 2. kademe öğrencileri için matematik programına yönelik ihtiyaç analizi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Ayres, L. (2008). Thematic coding and analysis. In Given, L. M. (Eds.), *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods* (pp. 867-868). SAGE.
- Ayvaci H., & Bebek G. (2019). A study on the thematic investigation of conducted theses on gifted and talented students in Turkey. *PAU J. Educ.* 45, 267–292. <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.23>
- Betts G. T. (1986). The autonomous learner model for the gifted and talented. In Renzulli J. S. (Ed.), *Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented*. (pp. 27–56). Creative Learning.
- Biccard, P., & Wessels, D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of Grade 7 mathematics students. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 375-383). Springer.
- Biccard, P., & Wessels, D. (2011). Development of affective modelling competencies in primary school learners. *Pythagoras*, 32(1). <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v32i1.20>.
- Bildiren, A. (2018). *Üstün yetenekli çocuklar*. Pegem Akademi.
- Bishop, K. (2000). The research processes of gifted students: A case study. *Gifted Child Quarterly*, 44(1), 54–64. <https://doi.org/10.1177/001698620004400106>
- Blomhøj, M., & Højgaard Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22(3), 123-139. <https://doi.org/10.1093/teamat/22.3.123>

- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. McGraw-Hill.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects. State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 37-68.
<https://doi.org/10.1007/BF00302716>
- Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. In T. Breiteig, I. Huntley, & G. Kaiser (Eds.), *Teaching and learning mathematics in context* (pp. 3-14). Ellis Horwood.
- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht—Trends und Perspektiven. In Kadunz, G. et al. (Eds.), *Trends und Perspektiven. Schriftenreihe Didaktik der Mathematik* (15–38). Hölder-Pichler-Tempsky.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 15-30). Springer.
- Bolton, G., & Delderfield, R. (2018). *Reflective practice: writing and professional development* (5th Ed). SAGE Publications Ltd.
- Boran, A. İ., & Aslaner, R. (2008). Bilim ve sanat merkezlerinde matematik öğretiminde probleme dayalı öğrenme. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(15).15-32.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/inuefd/issue/8708/108721>
- Borich, G. D. (2007). *Effective teaching methods: Research-Based practice* (6th Ed.). Pearson.
- Borland, J. H. (Ed.). (2003). *Rethinking gifted education* (Vol. 10). Teachers College.

- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 86-95.
<https://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Borton, T. (1970). *Reach, teach and touch*. McGraw Hill
- Boyd, E. M., & Fales, A. W. (1983). Reflective learning: Key to learning from experience. *Journal of Humanistic Psychology*, 23(2), 99–117. <https://doi.org/10.1177/0022167883232011>
- Brigandi C., Weiner J., Siegle D., Gubbins E. J., Little C. A. (2018). Environmental perceptions of gifted secondary school students engaged in an evidence-based enrichment practice. *Gift. Child Q.* 62, 289–305.
<https://doi.org/10.1177/0016986218758441>
- Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2). (pp. 195- 203). PME.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006) Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <http://dx.doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brookfield, S. D. (2017). *Becoming a critically reflective teacher*. John Wiley & Sons.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*.(2nd Edition). Guilford.
- Bruner, J. S. (1959). *The process of education*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.

- Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Pegem Akademi.
- Bütün, Ö. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcılığını geliştirmeye yönelik programın etkililiği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Büyükkaragöz, S. S. (1997). *Program geliştirme: Kaynak Metinler*. Öz Eğitim Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Veri analizi el kitabı* (16. Baskı). Pegem Akademi.
- Byrne, B. M. (1994). *Structural equation modeling with EQS and EQS/Windows: Basic concepts, applications, and programming*. Sage.
- Callahan, C. M., Moon, T. R., Oh, S., Azano, A. P., & Hailey, E. P. (2015). What works in gifted education: Documenting the effects of an integrated curricular/instructional model for gifted students. *American Educational Research Journal*, 52(1), 137–167. <https://doi.org/10.3102/0002831214549448>
- Campbell, J. R., Cho, S., & Tirri, K. A. H. (2018). Mathematics and science olympiad studies: The outcomes of olympiads and contributing factors to talent development of olympians. *International Journal for Talent Development and Creativity*, 5(2), 49-60. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1301497.pdf>
- Cho, S. (2007). Nurturing creative Problem-Solving ability of the gifted in Confucian society. *The Journal of Gifted/Talented Education*, 17 (2), 392-411. <https://koreascience.kr/article/JAKO200703534440945.pdf>
- Cho, S. (2003). Creative Problem Solving in Science: Divergent, Convergent, or Both? In U. Anuruthwong, S. Hiranburana, C. Piboonchol (Eds.), *Igniting children potentials and creativity*. Proceedings of the 7th Asia-Pacific Conference on Giftedness. Bangkok, August 12-16, 2002 (169-174). October printing.

- Cho, S., Yang, J., & Mandracchia, M. (2015). Effects of M³ curriculum on mathematics and English proficiency achievement of mathematically promising English language learners. *Journal of Advanced Academics*, 26(2), 112-142.
<https://doi.org/10.1177/1932202X15577205>
- Clarke, A. (1995). Professional development in practicum settings: Reflective practice under scrutiny. *Teaching and Teacher Education*, 11(3), 243-61.
[https://doi.org/10.1016/0742-051X\(94\)00028-5](https://doi.org/10.1016/0742-051X(94)00028-5)
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power analysis for the behavioral sciences* (2. edition). Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Çetinkaya, Ç. (2020). Project-based curriculum differentiation example of gifted students. Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education, Advance Online Publication. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.718625>
- Çitil, M., & Ataman, A. (2019). Positive behavior support-based preventive classroom management practices for gifted students: an action research. *Turkish Journal of Giftedness & Education*, 9(2), 102-130.
<https://theeducationjournals.com/index.php/talent/article/view/74>
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve lisrel uygulamaları [Multivariate statistics for social sciences: SPSS and lisrel applications]*. Pegem Akademi.

- Dağyar, M., Kasalak, G., & Özbek, G. (2022). Gifted and talented youth leadership, perfectionism, and lifelong learning. *Int. J. Curric. Instr.* 14, 566–596. <https://ijci.globets.org/index.php/IJCI/article/view/839>
- Demeuse, M., & Strauven, C. (2013). *Développer un curriculum d'enseignement ou de formation: Des options plitiques au pilotage*. De Boeck Supérieur.
- Demirel, Ö. (2011). *Eğitimde program geliştirme* (10. baskı). Pegem Akademi Yayınları.
- Deringöl, Y., & Davaslıgil, Ü. (2020). The effect of differentiated mathematics programs on the mathematics attitude of gifted children. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 8(1), 27-37. <http://borneojournal.um.edu.my/index.php/MOJES/article/view/21604>
- Deringöl, Y., & Davaslıgil, Ü. (2019). Farklılaştırılmış matematik programının üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akademik benliklerine etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 48(223), 159-178. <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/48112/609074>
- Dewey, J. (1910). *How we think*. D. C. Heath.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. D.C. Heath and Company.
- Dewey, J. (1997). *Experience and education*. First Touchstone Edition.
- Doğan, H. (1982). *Analiz ve program hazırlama*. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi.
- Driscoll, J.J. (Ed.).(2007). Supported reflective learning: the essence of clinical supervision? In *Practising Clinical Supervision: A Reflective Approach for Healthcare Professionals* (2nd ed.) (pp. 27--50). Bailliere Tindall.
- Durmaz, B. (2014). *Üstün yetenekli ilköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini öğrenme düzeyleri*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Fischer, C., & Müller, K. (2014). Gifted education and talent support in Germany. *Cent. Educ. Policy Stud. J.* 4, 31–54. <https://doi.org/10.26529/cepsj.194>

- Emir, S. (Ed.). (2017). *Özel Yeteneklilerin Eğitiminde Program Tasarımı*. Pegem Akademi.
- English, I. F., & Kaufman, R. A. (1975). *Needs assessment: A focus for curriculum development*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Mathematical modeling in mathematics education: Basic concepts and different approaches. *Educational Sciences: Theory and Practice* 14(4),1-21. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2039>
- Erden, M. (1998). *Eğitimde program değerlendirme*. Anı Yayıncılık.
- Erdoğan, F. & Erben, T. (2020). An investigation of the measurement estimation strategies used by gifted students. *Journal of Computer and Education Research*, 8 (15), 201-223. <https://doi.org/10.18009/jcer.680284>
- Ertürk, S. (2013). *Eğitimde program geliştirme* (6. baskı). Edge Akademi Yayınları.
- Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. *The International Journal of Qualitative Methods*, 5(1):80-92. <https://doi.org/10.1177/160940690600500107>
- Gavin, M.K., Casa, T. M., Adelson, J. L., Carroll, S.R., Sheffield L. J. (2007) Project M³: Mentoring mathematical minds-a research-based curriculum for talented elementary students. *Journal of Advance Academic*, 18(4),566-584. <https://doi.org/10.4219/JAA-2007-552>
- Gavin M., Casa T., Adelson J., Carroll S., Sheffield L. (2009). The impact of advanced curriculum on the achievement of mathematically promising elementary students. *Gifted Child Q.* 53, 188–202. <https://doi.org/10.1177/0016986209334964>

- Gibbs, G. (1988). *Learning by doing: A guide to teaching and learning methods*. Further Education Unit.
- Glaser, B. G. (1992). *Basics of grounded theory analysis: Emergence vs. forcing*. Sociology Press.
- Gözetin, İ. (2017). *Bilim ve sanat merkezlerinde öğrenim gören öğrencilerin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerileri*[*Reflective thinking skills for problem solving of gifted students at science and art centers*] [Master Thesis]. Pamukkale University.
- Greefrath, G., Siller, HS., Vorhölter, K., & Kaiser, G. (2022). Mathematical modelling and discrete mathematics: opportunities for modern mathematics teaching. *ZDM Mathematics Education* 54, 865–879. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01339-5>
- Grier, A. S. (2005). At Issue: Integrating needs assessment into career and technical curriculum development. *Journal of STEM Teacher Education*, 42(1), 59-66. <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol42/iss1/5>
- Grünwald, S. (2012, July). *Acquirement of Modelling Competencies – First Results of an Empirical Comparison of the Effectiveness of a Holistic Respectively an Atomistic Approach to the Development of (Metacognitive) Modelling Competencies of Students* [Conference presentation]. 12th International Congress on Mathematical Education, COEX, Seoul, Korea.
- Gündoğdu, K. (2012). Ölçülebilir öğrenme amaçlarının oluşturulması. Karip, E. (Ed.), *Ölçme ve değerlendirme* (5. Baskı) içinde (s. 17-50). Pegem Akademi.
- Güneş, K., & Aybek, B. (2018). Analysing the science and art students' reflective thinking skills aimed at solving problem attitudes to mathematics lesson. *International Social Sciences Studies Journal*, 4(24): 5031-5042. <https://doi.org/10.26449/sss.968>

- Hagena, M., & Borromeo Ferri, R. (2012, July). *How do measurement sense and modelling competency influence each other? An intervention study about german middle class students dealing with length and weight* [Conference presentation]. 12th International Congress on Mathematical Education, COEX, Seoul, Korea.
- Haines, C.R., & Crouch, R. M. (2007). Mathematical modelling and applications: ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 417-424). Springer.
- Haines C. R., Crouch, R. & Davis, J. (2001). Understanding Students' Modelling Skills. In J. Matos, W. Blum, K. Houston & S. Carreira (Eds.), *Modelling and mathematics education, ICTMA 9: Applications in science and technology* (pp. 366-380). Horwood Publishing.
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. But... *Communication Methods and Measures*, 14(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>
- Hebborn, J., Parramore, K., & Stephens, J. (1997). *Decision mathematics 1*. The Bath Press.
- Hendriana, H., Dwi Putra, H., & Hidayat, W. (2019). How to design teaching materials to improve the ability of mathematical reflective thinking of senior high school students in Indonesia?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12), em1790. <https://doi.org/10.29333/ejmste/112033>
- Hidayat R., Zulnaidi H., & Syed Zamri SNA (2018). Roles of metacognition and achievement goals in mathematical modeling competency: A structural equation modeling analysis. *PLoS ONE* 13(11): e0206211. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206211>

- Hong, Y.C., & Choi, I. (2011). Three dimensions of reflective thinking in solving design problems: A conceptual model. *Education Technology Research and Development*, 59, 687-710. <https://doi.org/10.1007/s11423-011-9202-9>
- Hong, Y.C. & Choi, I. (2015). Assessing reflective thinking in solving design problems: the development of a questionnaire. *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 848-863. <https://doi.org/10.1111/bjet.12181>
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60. <https://academicpublishing.org/index.php/ejbrm/article/view/1224/1187>
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modelling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- İnan, E. (2019). Özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış matematik programı etkinlik örneği. *Bilim Armonisi Dergisi*, 2 (2): 15-23. <https://doi.org/0.37215/bilar.2019257645>
- İnan, E. & Mert Uyangör, S. (2022). A Thematic analysis of theses prepared on mathematics education with gifted and talented students in Türkiye. *Participatory Educational Research* , 9 (6) , 19-40 . <https://doi.org/10.17275/per.22.127.9.6>
- Johns, C. (Ed.). (2017). *Becoming a reflective practitioner* (5th ed.). John Wiley & Sons
- Kaiser G. (2020) Mathematical Modelling and Applications in Education. In Lerman S. (Ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp 553–561). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_101

- Kaiser, G., & Gr newald, S. (2015). Promotion of mathematical modelling competencies in the context of modelling projects. In N. H. Lee, & N. K. E. Dawn (Eds.), *Mathematical Modelling from Theory to Practice* (pp. 21-39). World Scientific Publishing.
- Kaplan Sayı A. (2018). Dezavantajlı  zel yetenekli  ocuklar için zenginle tirilmi  destek e itim programı projesi katılımcı g r  lerinin incelenmesi. *Turkish Studies*, 13(4), 749-770. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.13104> ISSN: 1308-2140
- Karaaslan, G. & Turanlı, N. (2020), Examination Of Metacognitive Knowledge And Skills Of Gifted Students, *Journal of Childrean and Civilization*, 5(10), 419-433. <https://doi.org/10.47646/CMD.2020.186>
- Karabey, B. (2010). * lk ğretimdeki üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözmeye yönelik eri i düzeylerinin ve kritik düşünme becerilerinin belirlenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Karabey, B., & Y r mezo lu, K. (2015). Yaratıcılık ve üstün yeteneklili in zeka kuramları açısından değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (40), 86-107. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deubefd/issue/25109/265089>
- Karademir, E. (2016). Investigation the scientific creativity of gifted students through project-based activities. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 416-427. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1110273>
- Karaduman, G. B. (2010).  st n yetenekli öğrenciler için uygulanan farklıla tırılmı  matematik e itim programları. *HAYEF Journal of Education*, 7(1), 1-12. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuhayefd/issue/8794/109899>
- Kayı da  E., & Meleko lu M. A. (2019). Bilim ve sanat merkezlerinin egitim programlarının  ğrenci görüşlerine dayali olarak degerlendirilmesi [Evaluation of the education

- programs of science and art centers based on student opinions.]. *Eskişehir Osmangazi Üniv. Sos. Bilimler Dergisi [Eskişehir Osmangazi Univ. J. Soc. Sci.]* 20, 175–202.
<https://doi.org/10.17494/ogusbd.548321>
- Kim, J., Cho, S., Ahn, D. Jeong, H., Choi, H., Kang, E., & Kim, N (2021). Core Competencies and Corresponding Curriculum Needed for the Future STEM Talented Students at the Specialized National-Level Residential Science High Schools, *Journal of Gifted/Talented Education*, 31(4), 477-498.
<https://doi.org/10.9722/JGTE.2021.31.4.477>
- Kim, M. K., Roh, I. S., & Cho, M. K. (2016). Creativity of gifted students in an integrated math science instruction. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 38-48.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.07.004>
- Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. Routledge.
- Kline, R.B. (2005). *Principles and practice of structural equation modelling*. Guilford.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. (2nd Ed.). FT press.
- Kontaş, H., & Yağcı, E. (2016). BİLSEM öğretmenlerinin program geliştirme ihtiyaçlarına ilişkin geliştirilen programın etkililiği. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 902-923.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/aibuefd/issue/24917/263020>
- Kök B., & Davasligil Ü. (2014). The effect of teaching geometry which is differentiated based on the parallel curriculum for gifted/talented students on spatialability. *Journal for the Education of the Young Scientist and Giftedness*, 2(1), 40–52.
<https://doi.org/10.17478/JEYSG.201419012>

- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lesh, R., & Caylor, B. (2007). Introduction to special issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 12 (3), 173-194. <https://doi.org/10.1007/s10758-007-9121-3>
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, TR (2000). Principles for developing thought- revealing activities for students and teachers. In A. Kelly, & R. Lesh (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 591-646). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- Lia, P. (2020). *Simplify your study: Effective strategies for coursework and exams (Macmillan Study Skills)* (1st ed.). Red Globe Press.
- Lindorff, A., & Sammons, P. (2018). Going beyond structured observations: looking at classroom practice through a mixed method lens. *ZDM Mathematics Education* 50, 521–534. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0915-7>
- Little, C. A., Adelson, J. L., Kearney, K. L., Cash, K., & O'Brien, R. (2018). Early Opportunities to Strengthen Academic Readiness: Effects of Summer Learning on Mathematics Achievement. *Gifted Child Quarterly*, 62(1), 83–95. <https://doi.org/10.1177/0016986217738052>
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 113- 142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Maaß, K., & Mischo, C. (2011). Implementing Modelling into Day-to-Day Teaching Practice The Project STRATUM and its Framework. *Journal Für Mathematik-Didaktik*. 32(1), 103-131. <https://doi.org/10.1007/s13138-010-0015-x>

- Maaß, K., Zehetmeier, S., Weihberger, A., & Flößer, K. (2022). Analysing mathematical modelling tasks in light of citizenship education using the COVID-19 pandemic as a case study. *ZDM Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01440-9>
- Maker, C.J. (1982). *Curriculum development for the gifted*. Aspen Systems Publication.
- Maker, C.J. (2022). From leading to guiding, facilitating, and inspiring: A needed shift for the 21st Century. *Educ. Sci.*, 12, 18. <https://doi.org/10.3390/educsci12010018>
- Mann E. L. (2006). Creativity: The Essence of Mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-262. <https://doi.org/10.4219/jeg-2006-264>
- Manuel, D., & Freiman, V. (2017). Differentiating instruction using a virtual environment: A study of mathematical problem posing among gifted and talented learners. *Global Education Review*, 4(1), 78-98. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1137999>
- Mezirow, J. (2006). An overview of transformative learning. In P. Sutherland & J. Crowther (Eds.), *Lifelong learning: Concepts and contexts* (pp. 24-38). Routledge.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği [Special Education Services Regulation]*. <http://orgm.meb.gov.tr/www/ozel-egitim-hizmetleri-yonetmeli>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2019). *Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi [Science and Art Centers Directive]*, <http://mevzuat.meb.gov.tr/html/bilimsanat/yonerge.pdf>
- Mihaela Singer, F., Jensen Sheffield, L., Freiman, V., & Brandl, M. (2016). *Research on and activities for mathematically gifted students*. Springer Nature.
- Mumcu, H. Y., & Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 7-33. <https://dergipark.org.tr/pub/omuefd/issue/30333/327387>

- Nacaroğlu, O., & Arslan, M. (2019). Evaluation of students' opinions on the project studies in science and art centers. *Journal of Theory & Practice in Education*, 15(3), 220-236.
<https://doi.org/10.17244/eku.581804>
- National Association of Gifted Children [NAGC]. (2021). *NAGC Pre-K-Grade 12 Gifted Programming Standards: A Blueprint for Quality Gifted Education Programs*.
<http://www.nagc.org/ProgrammingStandards.aspx>
- Neumeister K. S., & Burney V. H. (2021). *Gifted Program Evaluation: A Handbook for Administrators and Coordinators*. Routledge.
- Oliva, P. F., & Gordon, W. (2013). *Developing the curriculum* (8th ed.). Pearson.
- Oral, B., & Süer, S. (2017). Program değerlendirmede kullanılan araştırma yöntemleri ve veri toplama araçları. Oral, B & Yazar, T. (Ed.) *Eğitimde program geliştirme ve değerlendirme içinde* (s. 509-538). Pegem Akademi Yayınları.
- Ornstein, A. C., & Hunkins, F. P. (2016). *Curriculum: Foundations, principles, and issues* (7th Ed.). Pearson Education.
- Özarslan, M. (2018). The impact of biology project studies on the scientific attitudes of gifted and talented students. *Erciyes Journal of Education*, 2(2), 75-93.
<https://doi.org/10.32433/eje.473159>
- Özarslan, M., & Çetin, G. (2018). Effects of biology project studies on gifted and talented students' motivation toward learning biology. *Gifted Education International*, 34(3), 205-221. <https://doi.org/10.1177/0261429417754203>
- Özbek, G., & Cho, S. (in press). Project productions with real-life problems in the STEM domain of gifted youths. *Gifted Education International*.
<https://journals.sagepub.com/home/gei>

- Özbek, G., & Cho, S. (2022). Effects of mathematical modelling-based project production and management program on gifted students' mathematical modelling and reflective thinking for real-life problem solving. *Gifted Education International*. Advance Online Publication. <https://doi.org/10.1177/02614294221118005>
- Özbek, G., & Dağyar, M. (2022). Examining gifted students' evaluations of their education programs in terms of their project production and management. *Frontiers in Psychology*, 13: 833395. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.833395>
- Özbek, G., & Köse, E. (2022). Determination of psychometric characteristics of mathematical modeling competencies scale: gifted and talented youth. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, Advance Online Publication. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.874247>
- Özbek, G., & Köse, E. (2019). Reflective thinking skills of pre-service teachers and factors that enhance the reflective thinking. *Kastamonu Education Journal*, 27(2), 537-554. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.2577>
- Özbek, G. (2016). Özel yetenekleri geliştirme programının bağlam, girdi, süreç ve ürün değerlendirme modeline göre değerlendirilmesi. 4. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim kongresi (EPOK) içinde (s. 598-600). Antalya.
- Özbek, G. (2018). Özel yetenekli olan ve olmayan öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi, Akkaya, A. E. (Ed.), *Uluslararası Özel Yetenekliler Eğitimi Kongresi* içinde (s. 90-92). Malatya: İnönü Üniversitesi.
- Özbek, G., & Köse, E. (2018a). Özel yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini etkileyen faktörler. 6. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi içinde (s. 371-373). Kars: Kafkas Üniversitesi.

- Özbek, G., & Köse, E. (2018b). Özel yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi. *27. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi (ICES/UEBK)* içinde (s. 641-642). Antalya.
- Özbek, G., & Aydınıyurt B. (2018). Özel yetenekli öğrencilerin argümantasyon süreçlerinin incelenmesi. *5th Uluslararası Üstün Yetenekliler ve Eğitimi Kongresi* içinde (s. 200-201). Gaziantep: Hasan Kalyoncu Üniversitesi.
- Özbek, G., Tolunay, C., Topakcı, E., & Bilgin, Z. (2019). Jensen's inequality and applications. In *25th International Conference on Difference Equations and Applications*, (p. 88), London: University Collage London.
- Özçelik, T. (2018). Üstün yetenekli öğrencilere yönelik geliştirilen farklılaştırılmış matematik dersi öğretim programının etkililiği [Efficiency of differentiated mathematics curriculum designed for gifted and talented students] [Ph.D. thesis] *Hacettepe University*.
- Özdamar, K. (2004). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi [Statistical data analysis with package programs]*. Kaan.
- Özdemir, D. (2016). *Design and development of differentiated tasks for 5th and 6th grade mathematically gifted students*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Özdemir, G., & Gürlen, E. (2019). An action research about enriched science curriculum for gifted students. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Education Faculty*, (49), 231-255. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.480399>
- Özyaprak, M. (2016). Üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciler için matematik müfredatının farklılaştırılması. *Journal of Hasan Ali Yücel Faculty of Education/Hasan Ali Yücel*

- Özyaprak, M., & Davaslıgil, Ü. (2015). The effectiveness of a math differentiation program for gifted students on math attitude. *Journal of Gifted Education Research*, 3(2), 26-47. <http://uyad.beun.edu.tr/>
- Patton M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Sage Publications.
- Peterson, R. (1998). *Training needs assessment: Meeting the training needs for quality performance*. Kogan Page Publishers.
- Pett, M. A., Lackey, N. R., & Sullivan, J. J. (2003). Making sense of factor analysis: the use of factor analysis for instrument development in health care research. SAGE.
- Pierce, R. L., Cassady, J. C., Adams, C. M., Neumeister, K. L. S., Dixon, F. A., & Cross, T. L. (2011). The Effects of Clustering and Curriculum on the Development of Gifted Learners' Math Achievement. *Journal for the Education of the Gifted*, 34(4), 569–594. <https://doi.org/10.1177/016235321103400403>
- Plano Clark, V. L., & Ivankova, N. V. (2016). *Mixed methods research: A guide to the field*. Sage.
- Redding C., & Grissom J. A. (2021). Do students in gifted programs perform better? Linking gifted program participation to achievement and nonachievement outcomes. *Educ. Eval. Policy Anal.* 43, 520–544. <https://doi.org/10.3102/01623737211008919>
- Reis S. M., Renzulli S. J., & Renzulli J. S. (2021). Enrichment and gifted education pedagogy to develop talents, gifts, and creative productivity. *Educ. Sci.*, 11, 2–9. <https://doi.org/10.3390/educsci11100615>

- Renzulli J. S.. (2002). Developing creative productivity in young people through the pursuit of ideal acts of learning, *Gifted Child Q.* 2, 24–70.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511781629.004>
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (1991). The Assessment of Creative Products in Programs for Gifted and Talented Students. *Gifted Child Quarterly*, 35(3), 128–134.
<https://doi.org/10.1177/001698629103500304>
- Renzulli, J. S. (1988). The Multiple Menu Model for developing differentiated curriculum for the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*, 32(3), 298-309.
<https://doi.org/10.1177/001698628803200302>
- Renzulli, J. S. (1977). *The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for gifted*. Creative Learning press.
- Renzulli, J. S. (1999). Reflections, perceptions, and future directions. *Journal for the Education of the Gifted*, 23(1), 125-146. <https://doi.org/10.1177/016235329902300109>
- Renzulli, J. S., Gubbins, E. J., McMillen, K. S., Eckert, R. D., & Little, C. A. (2009). *Systems & models for developing programs for the gifted & talented* (2nd ed.). Creative Learning Press, Inc.
- Rodgers, C. (2002). Defining reflection: Another look at John Dewey and reflective thinking. *Teachers College Record*, 104 (4),842-866. <https://doi.org/10.1111/1467-9620.00181>
- Rolfe, G., Freshwater, D., & Jasper, M. (2001). *Critical Reflection for Nursing and the Helping Professions a User's Guide*. Palgrave Macmillan.
- Sammons, P., Kington, A., Lindorff-Vijayendran, A., & Ortega, L. (2014). *Inspiring teachers: Perspectives and practices*. CfBT Education Trust.

- Sak, U. (2011). An overview and social validity of the education programs for talented students model (EPTS). *Educ. Sci.* 36, 213–229.
<http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/893/297>
- Sak, U. (2009). *Üstün yetenekliler eğitim programları*. Maya Akademi yayınları.
- Sak, U. (2012). *Üstün zekâlılar: Özellikleri tanılanmaları eğitimleri [Gifted: Their characteristics, identification and education]* (2. Baskı). Vize Publishing.
- Sak, U., Ayas, M. B., Sezerel, B. B., Öpengin, E., Özdemir N. N., & Gürbüz, Ş. D. (2015). Türkiye’de üstün yeteneklilerin eğitiminin eleştirel bir değerlendirmesi [Gifted and Talented Education in Turkey: Critics and Prospects.]. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 5(2), 110-132. <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/22808>
- Saygılı, G., & Atahan, R. (2014). Analyzing Reflective Thinking Skills towards Problem Solving of Gifted Children in Terms of Various Variables. *Journal of Süleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, 2014 (31), 181-192.
<https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.241.6>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Schön, D.A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. Jossey- Bass.
- Schunk, D. H. (2009). *Theories of learning: An educational perspective*. Pearson Education, Inc
- Sekerak, J. (2010). Phases of Mathematical Modelling and Competence of High School Students. *The Teaching of Mathematics*, 13 (2), 105-112.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012097>
- Sengil-Akar, S., & Yetkin-Ozdemir, I. E. (2020) Investigation of mathematical collective creativity of gifted middle school students during model-eliciting activities: the case of

- the quilt problem, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(2), 337-363. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1768311>
- Sheffield, L. J. (2018). Commentary paper: a reflection on mathematical creativity and giftedness. In F. M. Singer (Ed.), *Mathematical creativity and mathematical giftedness* (pp. 405-428). Springer.
- Sleezer, C. M., Russ-Eft, D. F., & Gupta, K. (2014). *A practical guide to needs assessment* (3rd Ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Sternberg, R. (1988). The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives. In *Three-facet Model of Creativity* (pp. 125-147). Cambridge University Press.
- Sönmez, V. (2012). *Program geliştirmede öğretmen elkitabı* (17. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Sönmez, V. (2017). Association of Cognitive, Affective, Psychomotor and Intuitive Domains in Education, Sönmez Model. *Universal Journal of Educational Research*, 5(3), 347-356. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050307>
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar [Structural Equation Modeling: Basic Concepts and Applications]. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49–74. <https://psycnet.apa.org/record/2006-04302-005>
- Şahin, E. (2016). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının üstün yetenekli öğrencilerin akademik başarılarına, üstbiliş ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Şahin, E., Çelebi, Ö., Taşdemir, L., & Kabasakal, V. (2019). The effect of mathematization activities performed in the informal learning environments on the opinions of gifted students on mathematics discipline. *European Journal of Education Studies*. 5(12), 157-182. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2606192>
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S.(2001). *Using multivariate statistics* (5th Ed.) Pearson.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Nobel.

- Tekin Dede A., & Yilmaz S. (2015). How can the 6th grade students' modelling competencies be developed? *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)* 4, 49–63. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2021.332.9>
- Tekin Dede, A. (2017). Examination of the relationship between modelling competencies and class level and mathematics achievement. *Elementary Education Online*, 16(3), 1201-1219. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.330251>
- Tekin Dede, A. & Yilmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. 4(3), 185-206. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkbilmat/issue/21571/231478>
- Tekin Dede, A., & Güzel, E. B. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 33(1), 95-111. <https://dergipark.org.tr/en/pub/omuefd/issue/20251/214869>
- Thahir, A., Komarudin, Hasanah, U.N., & Rahmahwaty (2019). MURDER learning and self efficacy models: Impact on mathematical reflective thinking ability. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(4), 1123-1135. <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.594709>
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed ability classrooms*. (2nd Edition). ASCD.
- Tomlinson, C. A. (2009). The parallel curriculum model: A design to develop potential and challenge high-ability learners. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert & C. A. Little (Eds), In *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (s. 571-597). Creative Learning Press.

- Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Purcell, J., Leppien, J., & Burns, D. (2002). *The parallel curriculum: A design to develop high potential and challenge high-ability learners*. Corwin Press.
- Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Purcell, J., Leppien, J., Burns, D., Strickland, C. A., & Imbeau, M. B. (2009). *The parallel curriculum model: A design to develop potential and challenge high-ability learners* (2nd ed.). Corwin Press.
- Tortop, H. S. (2015). *Üstün zekâlılar eğitiminde farklılaştırılmış öğretim müfredat farklılaştırma modelleri*. Genç Bilge Yayıncılık.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. The University of Chicago press.
- Urban, K. (2003). *Towards Componential Model of Creativity*. Hampton Press.
- Uşun, S. (2016). *Eğitimde program değerlendirme: Süreçler yaklaşımlar ve modeller*. (2. Baskı). Anı Yayıncılık.
- VanTassel-Baska, J. (2003). *Curriculum planning and instructional design for gifted learners*. Love Publishing.
- VanTassel-Baska, J. (2005). *Acceleration strategies for teaching gifted learners*. Prufrock Press Inc.
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2007). Toward best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 342–358. <https://doi.org/10.1177/0016986207306323>
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2015). An analysis of gifted education curriculum models. In F. Karnes & S. Bean (Eds.), *Methods and Materials for Teaching the Gifted* (pp. 107-138). Prufrock Press.

- Varış, F. (1978). *Eğitimde program geliştirme teori ve teknikler*. Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Wang, J. J., Halberda, J., & Feigenson, L. (2017). Approximate number sense correlates with math performance in gifted adolescents. *Acta Psychologica*, 176, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2017.03.014>
- Watkins, R., Meiers, M., & Visser, Y. (2012). *A guide to assessing needs essential tools for collecting information, making decisions, and achieving development results*. World Bank.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri [Qualitative Research Methods in the Social Sciences]* (10. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz Bodur Z., & Er K. O. (2019). A comparative analysis of gifted education in Turkey and Singapore. *Necatibey Facul. Educ. Electron. J. Sci. Math. Educ.* 13, 1166–1185. <https://doi.org/10.17522/Balikesirnef.63347>
- Yılmaz, V., & Çelik, H. E. (2009). LISREL ile yapısal eşitlik modellemesi-1. Pegem.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Sage.
- Yu, H.-G., & Yun, J.-G. (2017). Development and application of program for mathematically gifted students based on mathematical modeling: focused on Voronoi diagram and Delaunay triangulation. *Communications of Mathematical Education*, 31(3), 257–277. <https://doi.org/10.7468/JKSMEE.2017.31.3.257>
- Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 63(1), 89–112. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9002-4>

Zedan R., & Bitar J. (2017). Mathematically gifted students: Their characteristics and unique needs. *European Journal of Education Studies*, 3(4), 236-260.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.375954>



EKLER



EK 1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği					
Her bir maddenin karşısında “Hiç Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Orta Derecede Katılıyorum”, “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” şeklinde beş sütun bulunmaktadır. Maddeleri inceleyerek size uygunluğu konusundaki değerlendirmelerinizi tablo içerisindeki alanlarda belirtmeniz beklenmektedir. Değerli katılımlarınız için teşekkür ederiz.					
	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Orta Derecede Katılıyorum	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
Gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problemler olduğunu fark edebilirim.					
Gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problemlere karşı duyarlı olabilirim.					
Matematik bilgilerimi kullanarak çözüm üretebileceğim gerçek yaşam problemlerini belirleyebilirim.					
Gerçek yaşam problemlerini temsil edecek modelleri çözerek matematiksel sonuçlara ulaşabilirim.					
Gerçek yaşamda karşılaştığım durumlar ile matematik arasında ilişkiler kurabilirim.					
Gerçek yaşam içerisinde karşılaştığım problemleri matematik ile ilişkilendirebilirim.					
Gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak açıklayabilirim.					
Gerçek yaşam problemlerini çözmek için gerekli olacak varsayımlarımı belirleyebilirim.					
Matematik bilgilerimi gerçek yaşam durumlarını açıklamada kullanabilirim.					
Gerçek yaşam problemlerini çözmek için plan yapabilirim.					
Gerçek yaşam problemlerini çözmek için uygun stratejileri belirleyebilirim.					
Gerçek yaşam problemlerini çözmek için kullanacağım yöntemleri belirleyebilirim.					
Gerçek yaşam durumları içerisindeki değişkenleri belirleyebilirim.					
Gerçek yaşam problemleri içerisindeki değişkenlerin ilişkilerini açıklayabilirim.					
Gerçek yaşam durumları içerisindeki matematiksel yapıları belirleyebilirim.					
Gerçek yaşam problemlerini çözmek için gerekli olan bilgileri ayırt edebilirim.					
Gerçek yaşam durumlarını temsil edecek modeller oluşturmak için bilgisayar programlarından yararlanabilirim.					
Gerçek yaşam durumlarını temsil edecek modeller geliştirmek için tablolar oluşturabilirim.					
Gerçek yaşam durumlarını temsil edecek modeller geliştirmek için grafikler oluşturabilirim.					
Matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşamda ne anlama geldiğini açıklayabilirim					
Matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığını yorumlayabilirim.					
Matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşamda uygulanabilirliğini gösterebilirim.					
Matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşam için gerekliliğini açıklayabilirim.					
Matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşamda yararlılığını analiz edebilirim.					
Matematiksel modelin çözümünün gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığını açıklayabilirim.					
Gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturduğum matematiksel modellerin doğruluğunu belirleyebilirim.					
Matematiksel model geliştirerek gerçek yaşam problemini çözmeye sürecinde izlediğim adımları kontrol edebilirim.					
Oluşturduğum matematiksel modellerin çözümlerinde hatalar varsa bunları düzeltebilirim.					
Gerçek yaşam probleminin çözümü için gerekli olan varsayımların doğruluğunu belirleyebilirim.					
Oluşturulan matematiksel modelleri farklı gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilirim.					
Gerçek yaşam probleminin çözümü için oluşturduğum matematiksel modelde hatalar varsa bunları düzeltebilirim.					

EK 2. Modelleme Günlüğü

Modelleme Günlüğü
Değerli katılımcılar, Aşağıdaki boşlukları doldurunuz. Katkılarınız için teşekkür ederim. Ad Soyad: Tarih: Hafta: Konu:
Gerçek yaşam problemini belirleme: 1. Gerçek yaşam problemini nasıl belirlediğime ilişkin düşüncelerim:..... Bunu belirlemek için yaptıklarım:..... 2. Gerçek yaşam problemine ilişkin düşüncelerim:..... Buna nasıl karar verdiğime ilişkin düşüncelerim:..... 3. Gerçek yaşam problemini belirleme nedenlerime ilişkin düşüncelerim:..... 4. Gerçek yaşam problemini belirlememde etkisi olan durumlar:..... 5. Gerçek yaşam probleminin ilgili olduğu alan(lar):..... Nedenleri:..... 6. Gerçek yaşam probleminin ilgili olduğu konu(lar):..... Nedenleri:..... 7. Gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken problem olduğuna ilişkin düşüncelerim:..... 8. Gerçek yaşamda çözüm üretilmesi gereken probleme karşı duyarlılığım ile ilgili düşüncelerim:..... 9. Matematik bilgilerimi kullanarak çözüm üretebileceğim gerçek yaşam problemini belirleyebilmeme ilişkin düşüncelerim:..... 10. Gerçek yaşam problemini belirleme gerekçelerim:..... 11. Yaşadığım beklenmeyen/planlanmayan durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 12. Yaşadığım olumlu /olumsuz durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 13. İhtiyaç duyduğum kaynaklar/bilgiler:..... Nedenleri:..... 14. Bir sonraki aşamada yapmayı planladıklarım:.....
Problemi anlama ve sadeleştirme: 1. Gerçek yaşam problemini çözmek için gerekli olan varsayımlarıma ilişkin düşüncelerim:..... Nedenleri:..... 2. Gerçek yaşam problemini çözmek için planıma ilişkin düşüncelerim:..... Nedenleri:..... 3. Gerçek yaşam problemini çözmek için uygun stratejilerim:..... Nedenleri:..... 4. Gerçek yaşam durumunu temsil edecek modeller oluşturmak için izleyeceğim adımlar:..... Nedenleri:..... 5. Gerçek yaşam problemini çözmek için belirlediğim yöntem(ler):..... Nedenleri:..... 6. Gerçek yaşam durumu içerisindeki belirlediğim değişkenler:..... 7. Gerçek yaşam problemi içerisindeki değişkenlerin ilişkileri:..... 8. Gerçek yaşam problemini çözmek için gerekli olan bilgiler:..... 9. Yaşadığım beklenmeyen/planlanmayan durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 10. Yaşadığım olumlu /olumsuz durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 11. İhtiyaç duyduğum kaynaklar/bilgiler:..... Nedenleri:..... 12. Bir sonraki aşamada yapmayı planladıklarım:.....
Matematikselleştirme: 1. Gerçek yaşam durumunu temsil eden model oluşturmak için kullandığım matematiksel ifadelerim:.... Neden(ler)i:.... Nasıl kullandığım:... 2. Gerçek yaşam durumunu temsil eden model oluşturmakta yararlandığım matematiksel materyal(ler):..Neden(ler)i:..Nasıl kullandığım:... 3. Gerçek yaşam durumunu temsil edecek model oluşturmak için yararlandığım bilgisayar program(lar)ı:..Neden(ler)i:..Nasıl kullandığım:... 4. Gerçek yaşam durumunu temsil edecek model geliştirmek için yararlandığım grafik(ler):..... Neden(ler)i:.... Nasıl oluşturduğum:..... 5. Gerçek yaşam durumunu temsil edecek model geliştirmek için yararlandığım tablo(lar):..... Neden(ler)i:.... Nasıl oluşturduğum:..... 6. Gerçek yaşam durumunu açıklayan model için kullandığım farklı matematiksel gösterimler:.... Neden(ler)i:.... Nasıl oluşturduğum:..... 7. Yaşadığım beklenmeyen/planlanmayan durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 8. İhtiyaç duyduğum kaynaklar/bilgiler:..... Nedenleri:..... 9. Bir sonraki aşamada yapmayı planladıklarım:.....
Matematiksel olarak çalışma: 1. Gerçek yaşam durumunu açıklayan modeli oluşturduktan sonra matematiksel bilgilerimi kullanarak ulaştığım çözümüm:..... Buna ilişkin düşüncelerim:..... 2. Gerçek yaşam problemini temsil eden modeli çözerek ulaştığım matematiksel sonuçlar:..... açıklama(lar)ım:..... 3. Yararlandığım matematik konusu(ları):..... Nasıl yararlandığım:..... 4. Uyguladığım matematiksel yöntemler:..... açıklama(lar)ım:..... 5. Gerçek yaşamda karşılaştığım durumla matematik arasında kurduğum ilişki(ler):..... açıklama(lar)ım:..... 6. Problemi matematik ile ilişkilendirmem:..... açıklama(lar)ım:..... 7. Gerçek yaşam durumuna matematiksel açıklama(lar)ım:..... 8. Gerçek yaşam durumunu açıklamada kullandığım matematik bilgileri:.....Nasıl kullandığım:..... 9. Gerçek yaşam durumları içerisinde belirlediğim matematiksel yapılar:..... Açıklamam:..... 10. Yaşadığım beklenmeyen/planlanmayan durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 11. Yaşadığım olumlu /olumsuz durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 12. İhtiyaç duyduğum kaynaklar/bilgiler:..... Nedenleri:..... 13. Bir sonraki aşamada yapmayı planladıklarım:.....
Yorumlama: 1. Matematiksel modelin ve çözümünün gerçek yaşamda ne anlama geldiği:..... 2. Matematiksel modelin ve çözümünün gerçek yaşam durumunu ne ölçüde açıkladığı:..... 3. Matematiksel modelin ve çözümünün gerçek yaşamda uygulanabilirliği:..... 4. Matematiksel modelin ve çözümünün gerçek yaşam için gerekliliğine ilişkin düşüncelerim:..... 5. Matematiksel modelin ve çözümünün gerçek yaşamda yararlılığına ilişkin düşüncelerim:..... 6. Matematiksel modelin ve çözümünün gerçek yaşam bağlamında mantıklı olup olmadığına ilişkin düşüncelerim:..... 7. Yaşadığım beklenmeyen/planlanmayan durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 8. Yaşadığım olumlu /olumsuz durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:..... 9. İhtiyaç duyduğum kaynaklar/bilgiler:..... Nedenleri:..... 10. Bir sonraki aşamada yapmayı planladıklarım:.....

Doğrulama:

1. Matematiksel modelin doğruluğuna ilişkin düşüncelerim:... Neden(ler)i:... Nasıl karar verdiğim:... Düzenleme kararlarım:.....
2. Çözme sürecinde izlediğim adımların doğruluğuna ilişkin düşüncelerim:... Neden(ler)i:... Nasıl karar verdiğim:... Düzenleme kararlarım:..
3. Modelin çözümlerinde hata olup olmadığına ilişkin düşüncelerim:..... Neden(ler)i:... Nasıl karar verdiğim:... Düzenleme kararlarım:..
4. Varsayımların doğruluğuna ilişkin düşüncelerim:... Neden(ler)i:... Nasıl karar verdiğim:... Düzenleme kararlarım:..
5. Matematiksel modelin farklı hangi gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilirliği:... Neden(ler)i:... Nasıl karar verdiğim:..
6. Matematiksel modelde hata olup olmadığına ilişkin düşüncelerim:..... Neden(ler)i:... Nasıl karar verdiğim:... Düzenleme kararlarım:..
7. Yaşadığım beklenmeyen/planlanmayan durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:.....
8. Yaşadığım olumlu /olumsuz durumlar:..... Aldığım düzenleme/değiştirme/planlama kararları:..... Nedenleri:.....
9. İhtiyaç duyduğum kaynaklar/bilgiler:..... Nedenleri:.....
10. Bir sonraki aşamada yapmayı planladıklarım:.....

Süreçe genel yansıtma:

1. Çalışmamı tekrar yapma şansım olsaydı, aynı yapmak istediğim şeyler:..... Farklı yapmak istediğim şeyler:.....
2. Çalışmam sürecinde ihtiyaç duyduğum kaynaklar ve bilgiler:.....
3. Çalışmam sürecinde kendimi yetersiz hissettiğim yerler ve yetersiz hissetme nedenlerim:.....
4. Çalışma deneyimimi ifade edebileceğim tek bir sözcük/sıfat:.....

EK 3. Görüşme Formu

Görüşme Formu
Değerli katılımcılar, Yapacağımız görüşmelerin amacı proje üretimi ve yönetiminiz ile ilgili fikirlerinizi belirlemektir. Lütfen düşüncelerinizi ve deneyimlerinizi yansıtınız. Aşağıda verilen sorular ile size yol göstermeyi hedefliyoruz. Samimi cevaplarınız ve ayırdığınız zamanınız için teşekkür ederim.
1. Yapacaklarınızı/yaptıklarınızı genel olarak nasıl değerlendirirsiniz? a. Güçlü bulduğunuz yönleriniz nelerdir? b. Zayıf bulduğunuz yönleriniz nelerdir? c. Yaşadığınız/yaşayacağınızı düşündüğünüz olumlu/olumsuz durumlar oldu mu? d. Yaşadığınız/yaşayacağınızı düşündüğünüz olumlu/olumsuz durumlar nelerdir? Nedenleri nedir? Açıklar mısınız? e. Yaşadığınız/yaşayacağınızı düşündüğünüz deneyimi nasıl açıklarsınız?
2. Neleri dikkate aldığınızı/alacağınızı belirtir misiniz? a. Yeniden başlama imkanınız olsaydı neleri aynı yapardınız/değiştirirdiniz?
3. Sürecinizin başarılı olduğunu/olacağını düşünüyor musunuz? Neden? a. Bu duruma nasıl karar verdiniz? b. Sizce neler olsaydı/olursa daha iyi olabilirdi/olur?
4. Ne tür koşulların sağlanmasını önemli buluyorsunuz? a. Hangi bilgileriniz sonuçlar üzerinde etkiliydi/etkilidir? b. Etkisi olan/olacak koşullar nelerdir?
5. Hangi strateji, yöntem ve tekniğini kullandınız/kullanmayı planlıyorsunuz? Bunları seçmenizin nedeni nedir?
6. Beklenmedik/planlanmayan olaylar/sorunlar yaşandı/yaşanır mı? Evet, ise, bunlar nelerdir? a. Onların üstesinden geldiğinizi/gelebileceğinizi düşünüyor musunuz? Evet ise nasıl? Hayır ise sizce neden?
7. Daha iyi bir duruma getirmek için alternatiflerden bahsedebilir misiniz? Açıklar mısınız? a. Eğer evet ise, hangi yaklaşım(lar) ve nasıl?
8. Planlanmayan ya da istenmeyen sonuçlar gerçekleşti/gerçekleşir mi? a. Bunlar nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklar mısınız?
9. Önemli/gerekli olduğunu düşünüyor musunuz? a. Önemli/gerekli olduğunu nasıl açıklarsınız?
10. Yaptıklarınızı/yapmayı planladıklarınız ile ilgili değiştirmek istediğiniz/isteyeceğiniz bir şey(ler) var mı? Neleri değiştirdiniz/değiştirmeyi planlıyorsunuz? Neden?
11. Hangi bileşenlerin katkı sağladığını/hangi oranda katkı sağladığını/katkı sağlayacağını düşünüyorsunuz? Nasıl? Nedenleri ile birlikte açıklayınız. Belirlediğiniz ve eklemek istediğiniz diğer bileşenler varsa açıklayınız.
12. Kendi rolünüzü nasıl görüyorsunuz/değerlendiriyorsunuz? Lütfen nedenini açıklayınız. a. Danışman öğretmen, akranlarının, alan uzmanının rolünü nasıl görüyorsunuz/değerlendiriyorsunuz? Lütfen nedenini açıklayınız.
13. Diğer görüş ve önerileriniz nelerdir?
14. Başlangıçtaki beklentileriniz nelerdir? Beklentilerinizin karşılandığını/karşılanacağını düşünüyor musunuz? Lütfen açıklayınız.
15. Diğer hissettikleriniz/düşünceleriniz nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.

EK 4. Akran Öneri Formu

Akran öneri formu
Değerli katılımcı, akranınıza öneride bulunurken bu sürecin bir öğrenme süreci olduğunu ve birbirinize destek olmanın önemli olduğunu unutmayınız. Ayrıca öneriniz ile ilgili gerekçelerinizi yazmayı unutmayınız. Teşekkür ederim.
Adınız Soyadınız: Öneride bulunduğunuz akranınızın; Adı Soyadı: Tarih/Hafta: Öneride Bulunduğunuz Aşama: Öneri Konusu:
Akranınızın durumunu göz önünde bulundurarak ona neler yapmasını önerirsiniz? Neden? 1. Yaptıklarına yönelik önerilerim ve nedenleri: 2. Yapmayı planladıklarına yönelik önerilerim ve nedenleri: 3. Daha iyi hale getirebilmesine yönelik önerilerim ve nedenleri: 4. Benzeri/diğer önerilerim ve nedenleri:

EK 5. Uzman Öneri Formu

Uzmanı öneri formu
Sayın uzman, katılımcıya öneride bulunurken bu sürecin bir öğrenme süreci olduğunu ve katılımcının alanınızla ilgili desteğe ihtiyacı olduğunu unutmayınız. Önerileriniz araştırma dışında kullanılmayacak olup kişisel bilgilerinizin gizli tutulması sağlanacaktır. Lütfen önerileriniz ile ilgili gerekçelerinizi belirtmeyi unutmayınız. Desteğiniz için teşekkür ederiz.
Değerli katılımcılar, alan uzmanından aldığınız önerileri formda belirtilen ilgili bölüme not ediniz.
Alan uzmanı Adı Soyadı: Uzmanlık alanı: Öneride Bulunulan Katılımcı Adı Soyadı: Tarih/Hafta: Önerinin Alındığı Aşama: Öneri Konusu:
Sayın uzman size danıştığım konuyu göz önünde bulundurarak bana neler yapmamı önerirsiniz? Neden? 1. Yaptıklarımaya yönelik öneriler ve nedenleri: 2. Yapmayı planladıklarımaya yönelik öneriler ve nedenleri: 3. Daha iyi hale getirebilmeme yönelik öneriler ve nedenleri: 4. Benzeri/diğer öneriler ve nedenleri:

EK 6. Uzman Değerlendirme Formu

Uzman değerlendirme formu				
Geliştirilecek veri toplama aracı için sizin değerli görüşlerinize ihtiyaç duymaktayız. Her bir madde ile değerlendirme yapılması istenen tema ve alt temalar aşağıdadır. Sizden istediğimiz her bir maddenin, çalışmanın amaçlarını dikkate alarak uygunluk durumu hakkında görüşünüzü belirtmenizdir. Her bir maddenin karşısında “Uygundur”, “Uygun değildir” ve “Uygun ancak düzeltilmeli” ve “Öneri/Açıklama” şeklinde dört sütun bulunmaktadır. Sizden maddeleri inceleyerek araştırma tema ve alt temalarına uygunluğu konusundaki değerlendirmeleriniz ve tablo içerisindeki alanlarda belirtmeniz beklenmektedir. Değerli katılımlarınız için teşekkür ederiz.				
Soru tema ve alt temaları	Uygundur	Uygun değildir	Uygun ancak düzeltilmeli	Öneri/Açıklama
Tema 1				
Maddeler ...				
Tema 2				
Maddeler ...				
Tema 3				
Maddeler ...				
Tema 4				
Maddeler ...				
Tema 5				
Maddeler ...				
Tema ...				
Maddeler ...				

EK 7. Katılımcı Onam Formu

Katılımcı onam formu
Değerli katılımcı, Araştırma kapsamında değerli görüşlerinize ve katkılarınıza ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırma kapsamında veri toplama araçları kullanılarak elde edilecek tüm veriler bu araştırma kapsamında kullanılacak olup araştırma ekibi haricinde kimseyle paylaşılmayacaktır. Kimlik ve kişisel bilgilerinizin gizli tutulması için raporlaştırmada kodlama kullanılacaktır. Araştırmaya katılımınız zorunlu olmayıp gönüllülük esası dikkate alınmaktadır. Katılımınız, görüşleriniz ve katkılarınız için teşekkür ederiz. Yukarıdaki açıklamaları okudum, anladım ve bu araştırmaya gönüllü katıldığımı onaylıyorum. Katılımcı Adı Soyadı:..... İmza:..... Tarih: Araştırmacı Adı Soyadı:..... İmza:..... Tarih: Formun biri sizde diğeri araştırmacıda kalacağı için iki nüsha olarak imzalayınız.

Katılımcı onam formu
Değerli katılımcı, Araştırma kapsamında değerli görüşlerinize ve katkılarınıza ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz süre içerisinde veri toplama araçları günlük, ekran öneri formu, uzman öneri formu, proje formu, görüşme formu ve ölçek şeklindedir. Görüşmeler sırasında ses kayıt cihazı kullanılacaktır. Tüm veriler bu araştırma kapsamında kullanılacak olup araştırma ekibi haricinde kimseyle paylaşılmayacaktır. Kimlik ve kişisel bilgilerinizin gizli tutulması için raporlaştırmada kodlama kullanılacaktır. Araştırmaya katılımınız zorunlu olmayıp gönüllülük esası dikkate alınmaktadır. Katılımınız, görüşleriniz ve katkılarınız için teşekkür ederim. Yukarıdaki açıklamaları okudum, anladım ve bu araştırmaya gönüllü katıldığımı onaylıyorum. Katılımcı Adı Soyadı:..... İmza:..... Tarih: Araştırmacı Adı Soyadı:..... İmza:..... Tarih: Formun biri sizde diğeri araştırmacıda kalacağı için iki nüsha olarak imzalayınız.

EK 8. Araştırma Kapsamında Bilim ve Sanat Merkezleri

İL	İLÇE	BİLSEM
ADANA	ÇUKUROVA	ADANA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ADYAMAN	MERKEZ	ADYAMAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
AFYONKARAHİSAR	MERKEZ	AYDIN DOĞAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
AFYONKARAHİSAR	MERKEZ	DUMLUPINAR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
AĞRI	MERKEZ	AĞRI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
AKSARAY	MERKEZ	AKSARAY BİLİM VE SANAT MERKEZİ
AMASYA	MERKEZ	ŞEHİT FERHAT ÜNELLİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ANKARA	ÇANKAYA	YASEMİN KARAKAYA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ANKARA	ETİMESGUT	ETİMESGUT BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ANKARA	MAMAK	MAMAK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ANKARA	SİNCAN	SİNCAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ANTALYA	KEPEZ	ANTALYA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ARDAHAN	MERKEZ	ARDAHAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ARTVİN	MERKEZ	ARTVİN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
AYDIN	EFELER	AYDIN TİCARET BORSASI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BALIKESİR	KARESİ	ŞEHİT PROF. DR. İLHAN VARANK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BARTIN	MERKEZ	BARTIN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BATMAN	MERKEZ	BATMAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BAYBURT	MERKEZ	BAYBURT BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BİLECİK	MERKEZ	BİLECİK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BİNGÖL	MERKEZ	BİNGÖL BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BİTLİS	MERKEZ	BİTLİS BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BOLU	MERKEZ	BOLU BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BURDUR	MERKEZ	ALPASLAN ALİ CAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BURSA	NİLÜFER	HALİL İNALCIK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
BURSA	OSMANGAZİ	BTSO KAMİL TOLON BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ÇANAKKALE	MERKEZ	ÇANAKKALE BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ÇANKIRI	MERKEZ	AHMET MECBUR EFENDİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ÇORUM	MERKEZ	ÇORUM BİLİM VE SANAT MERKEZİ
DENİZLİ	MERKEZEFENDİ	ÜLKER YÖRÜKOĞLU BİLİM VE SANAT MERKEZİ
DENİZLİ	PAMUKKALE	NEZİHE-DERYA BALTALI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
DİYARBAKIR	BAĞLAR	DİYARBAKIR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
DÜZCE	MERKEZ	DÜZCE BİLİM VE SANAT MERKEZİ
EDİRNE	MERKEZ	ŞEHİT NEFİZE ÇETİN ÖZSOY BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ELAZIĞ	MERKEZ	ELAZIĞ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ERZİNCAN	MERKEZ	ERZİNCAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ERZURUM	PALANDÖKEN	REMZİ SAKAOĞLU BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ESKİŞEHİR	ODUNPAZARI	EMİNE-EMİR ŞAHBAZ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
GAZİANTEP	ŞAHİNBİY	ŞAHİNBİY BELEDİYESİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
GİRESUN	MERKEZ	GİRESUN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	GÜMÜŞHANE BİLİM VE SANAT MERKEZİ
HAKKARİ	MERKEZ	HAKKARİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
HATAY	ANTAKYA	HATAY BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İĞDIR	MERKEZ	İĞDIR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSPARTA	MERKEZ	ŞEHİT POLİS MEHMET KARACATILKI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	ATAŞEHİR	İSTANBUL BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	BAHÇELİEVLER	İSTANBUL TİCARET ODASI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	BAŞAKŞEHİR	BAŞAKŞEHİR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	BEŞİKTAŞ	BEŞİKTAŞ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	ESENLER	ESENLER BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	ESENYURT	ESENYURT BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	FATİH	FATİH BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	KADIKÖY	KADIKÖY BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	KARTAL	KARTAL BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	PENDİK	PENDİK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	ŞİŞLİ	ŞİŞLİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İSTANBUL	ÜMRANİYE	ÜMRANİYE BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İZMİR	BORNOVA	ŞEHİT FATİH SATIR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İZMİR	ÇİĞLİ	KARŞIYAKA AYDOĞAN YAĞCI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İZMİR	KONAK	KONAK ŞEHİT ÖMER HALİSDEMİR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
İZMİR	NARLIDERE	SİDİKA AKDEMİR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KAHRAMANMARAŞ	DULKADİROĞLU	KAHRAMANMARAŞ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KARABÜK	MERKEZ	KARABÜK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KARAMAN	MERKEZ	KARAMAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KARS	MERKEZ	FAHRETTİN KIRZIOĞLU BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KASTAMONU	MERKEZ	KASTAMONU BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KAYSERİ	MELİKGAZİ	ÇETİN ŞEN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KIRIKKALE	MERKEZ	KIRIKKALE İL ÖZEL İDARESİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KIRKLARELİ	MERKEZ	KIRKLARELİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ

KIRŞEHİR	MERKEZ	YUSUF DEMİR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KİLİS	MERKEZ	KİLİS BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KOCAELİ	İZMİT	İZMİT BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KONYA	MERAM	KONYA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KONYA	SELÇUKLU	YÜKSEL BAHADIR ALAYLI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
KÜTAHYA	MERKEZ	KÜTAHYA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
MANİSA	ŞEHZADELER	MANİSA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
MARDİN	ARTUKLU	PROF.DR.AZİZ SANCAR BİLİM VE SANAT MERKEZİ
MERSİN	YENİŞEHİR	YENİŞEHİR BELEDİYESİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
MUĞLA	MENTEŞE	MUĞLA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
MUŞ	MERKEZ	MUŞ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
NEVŞEHİR	MERKEZ	NEVŞEHİR HALİL İNCEKARA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
NİĞDE	MERKEZ	AKŞEMSEDDİN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ORDU	ALTINORDU	DR. M. HİLMİ GÜLER BİLİM VE SANAT MERKEZİ
OSMANİYE	MERKEZ	OSMANİYE BİLİM VE SANAT MERKEZİ
RİZE	MERKEZ	FATMA-NURİ ERKAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
SAKARYA	SERDİVAN	SAKARYA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
SAMSUN	İLKADIM	SAMSUN ROTARY KULÜBÜ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
SIĞIRCI	MERKEZ	SIĞIRCI BİLİM VE SANAT MERKEZİ
SİNOP	MERKEZ	SİNOP BİLİM VE SANAT MERKEZİ
SİVAS	MERKEZ	SİVAS BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ŞANLIURFA	HALİLİYE	ŞANLIURFA BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ŞIRNAK	MERKEZ	ŞIRNAK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
TEKİRDAĞ	SÜLEYMANPAŞA	TEKİRDAĞ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
TOKAT	MERKEZ	TOKAT BİLİM VE SANAT MERKEZİ
TRABZON	ORTAHİSAR	TRABZON FARUK BAŞARAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
TUNCELİ	MERKEZ	TUNCELİ BİLİM VE SANAT MERKEZİ
UŞAK	MERKEZ	UŞAK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
VAN	İPEKYOLU	YUSUF GÖKÇENAY BİLİM VE SANAT MERKEZİ
YALOVA	ÇINARCIK	ATATÜRK BİLİM VE SANAT MERKEZİ
YOZGAT	MERKEZ	FATMA TEMEL TURHAN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ZONGULDAK	MERKEZ	PROF. DR. ŞABAN TEOMAN DURALI BİLİM VE SANAT MERKEZİ

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gülnur Özbek

Eğitim Durumu

Lisansla Birleştirilmiş Tezsiz
Yüksek Lisans Öğrenimi : Dokuz Eylül Üniversitesi
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi (Matematik
Öğretmenliği)
Lisansla Birleştirilmiş Tezsiz Yüksek Lisans Programı

Tezli Yüksek Lisans Öğrenimi : Akdeniz Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Eğitim Programları ve Öğretim Tezli Yüksek Lisans

Yurt Dışı Araştırma Deneyimi : ABD (2021-2023)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurum : Antalya Bilim ve Sanat Merkezi

İNTİHAL RAPORU

doktora tezi

ORJİNALLIK RAPORU

%**9**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**8**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**2**

YAYINLAR

%**2**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

%**3**

2

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

3

Gülnur Özbek, Seokhee Cho. "Effects of mathematical modelling based project production and management program on gifted students' mathematical modelling and reflective thinking for real-life problem solving", Gifted Education International, 2022

Yayın

<%**1**

4

docplayer.biz.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

www.eyuder.org

İnternet Kaynağı

<%**1**

6

libratez.cu.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

7

www.researchgate.net

İnternet Kaynağı

<%**1**

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Tezim sadece Akdeniz Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

- ☐ Tezimin yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

.... / /

İmza
Gülnur Özbek