



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Doktora Tezi

**MATEMATİKSEL YARATICILIĞI GELİŞTİRMEYE YÖNELİK
PROBLEM ÇÖZME VE KURMA SÜRECİNE UYGUN BİR ÖĞRETİMİN
TASARIMI, UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burcu ÇALIŞKAN KARAKULAK
ORCID: 0000-0002-3516-7703

Danışman
Doç. Dr. Selin ÇENBERCİ
ORCID: 0000-0003-4025-7823

Konya – 2026

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında rehberliği, bilgisi ve özverili desteğiyle bana yol gösteren değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Selin ÇENBERCİ'ye en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Her aşamada gösterdiği sabır, yapıcı geri bildirimleri ve ilham verici yaklaşımı, bu sürecin hem bilimsel hem de kişisel gelişimime katkı sunmuştur.

Tez izleme komitesinde yer alarak bilgi ve deneyimleriyle çalışmamın şekillenmesine katkı sağlayan Sayın Doç. Dr. Ayşe YAVUZ ve yine komite üyelerinden her fırsatta çok değerli öneriler sunarak beni motive eden Sayın Doç. Dr. Hilal GÜLKILIK'a değerli görüşleri ve destekleri için içtenlikle teşekkür ederim.

Değerli görüşleriyle bana büyük katkılar sağlayan titiz incelemeleri ile bana dönüş yapan Sayın Prof. Dr. Tuğba HORZUM'a ve önerileri ile bana yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Şaban Can ŞENAY'a katkıları için teşekkür ederim.

Tezimin şekillenmesinde büyük yardımları dokunan, her yardım istediğimde beni geri çevirmeyen Prof. Dr. Serdal BALTACI, Doç. Dr. Burcu DURMAZ, Doç. Dr. Duygu ARABACI, Doç. Dr. Yasemin KIYMAZ ve Dr. Öğretim Üyesi Ülkü AYVAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim boyunca bilgi birikimi, akademik duruşu ve ilham verici katkılarıyla bana vizyon sağlayan Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nin kıymetli öğretim üyelerine de şükranlarımı sunuyorum.

Hayatımın her anında olduğu gibi bu zorlu süreçte de yanımda olan, sevgileriyle bana güç veren eşime ve aileme minnettarım. Onların varlığı, en karanlık anlarda bile yolumu aydınlatan bir ışık oldu.

Ve canımdan bir parça olan sevgili oğlum...Senin varlığın, bu yolculukta bana en büyük ilham ve en güçlü motivasyon kaynağı. Her gecikmiş oyun, her ertelenmiş sarılma için senden özür dilerim. Bir gün senin de hayallerinin peşinden cesaretle gitmen için küçük bir iz bırakabildiysem, ne mutlu bana.

Son teşekkürüm de yaşadığı tüm engelleri aşma gayreti içinde kendi sesini bulma yolculuğunda ilerleyen ve hayatta birçok ünvanı hak etmeye çabalayan tüm kadınlara.. İyi ki varız. Tüm zorluklara rağmen vazgeçmeyen benliğime ve beni destekleyen herkese teşekkür ederim.

Burcu ÇALIŞKAN KARAKULAK

Mart, 2026

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU	viii
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	ix
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Varsayımlar	10
1.5. Sınırlılıklar.....	10
1.6. Tanımlar	11
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	12
2.1. Yaratıcılık.....	12
2.2. Matematiksel Yaratıcılık	15
2.2.1. Matematiksel yaratıcılık için gerekli olan beceriler	18
2.2.2. Matematiksel Yaratıcılığın Ölçülmesi.....	20
2.3. Problem Çözme ve Matematiksel Yaratıcılık	24
2.4. Problem Kurma ve Matematiksel Yaratıcılık.....	25
2.5. Özel Yetenekli Bireylerde Matematiksel Yaratıcılık	27
2.6. Yaratıcılığı Destekleyen Öğrenme Ortamları.....	31
2.7. Matematiksel Yaratıcılıkta Ürün Temelli Yaklaşım	32
2.8. Matematiksel Yaratıcılığı Geliştirmeye Yönelik Etkinliklerin Özellikleri	33
2.9. Yapılan Araştırmalar	37
2.9.1. Matematiksel Yaratıcılıkla İlgili Yapılan Araştırmalar.....	37
2.9.2. Matematiksel Yaratıcılığın Bileşenleri ve Ölçülmesine Yönelik Araştırmalar..	38
2.9.3. Problem Çözme Bağlamında Matematiksel Yaratıcılığa Yönelik Araştırmalar	41
2.9.4. Problem Kurma Bağlamında Matematiksel Yaratıcılığa Yönelik Araştırmalar	43
2.9.5. Özel yetenekli öğrencilerle yapılan matematiksel yaratıcılığa yönelik araştırmalar.....	44

3. YÖNTEM.....	46
3.1. Araştırmanın Modeli	46
3.1.1 Eylem Araştırması Türleri.....	48
3.1.2. Eylem Araştırması Süreci.....	48
3.1.3. Bu Araştırmanın Döngüsü.....	49
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu.....	53
3.3.Araştırmacı- Uygulayıcı Rolü	56
3.4. Araştırma Ortamı.....	57
3.5. Veri Toplama Araçları.....	58
3.5.1. Uygulama Öncesi ve Sonrası Veri Toplama Araçları	58
3.5.2. Uygulama Süreci Veri Toplama Araçları.....	66
3.6. Verilerin Toplanması.....	76
3.6.1. Araştırmanın Pilot uygulaması	76
3.6.2. Araştırmanın Asıl Uygulaması	78
3.7.Verilerin Analizi.....	81
3.7.1. Problem Çözme ve Kurma Testlerinden Elde Edilen Verilerin Analizi	81
3.7.2. Etkinlik Kağıtlarından Elde Edilen Verilerin Analizi	86
3.7.3. Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	87
3.7.4. Araştırmacı Notlarından Elde Edilen Verilerin Analizi	88
3.8. Etik İlkeler ve Uygulama İzinleri	88
4. BULGULAR	89
4.1. Uygulama Öncesine Ait Bulgular	89
4.1.1. Uygulama öncesi öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarına ilişkin bulgular ..	89
4.2. Uygulama Sürecine Ait Bulgular	92
4.2.1. Birinci uygulama döngüsündeki etkinliklerin analizine ait bulgular	92
4.2.2. İkinci Uygulama Döngüsündeki Etkinliklere ait bulgular	109
4.2.3. Üçüncü Uygulama Döngüsündeki Etkinliklere Ait Bulgular.....	112
4.3. Uygulama Sonrasına Ait Bulgular	114
4.3.1. Uygulama Sonrası Öğrencilerin Matematiksel Yaratıcılıklarına İlişkin Bulgular	114
4.4. Eylem Planı Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar ve Geliştirilen Çözüm Önerileri.....	117
4.4.1. Birinci Döngüye İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri	117
4.4.2. İkinci Döngüye İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri	118
4.4.3. Üçüncü Döngüye İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri	119
5.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER	121
5.1. Tartışma ve Sonuç	121

5.2. Öneriler.....	128
KAYNAKLAR.....	130
EKLER.....	137
EK-1: PROBLEM ÇÖZME ÖN-SON TESTİ	137
EK-2 : PROBLEM KURMA ÖN- SON TESTİ	139
EK-3: PROBLEM ÇÖZME VE KURMA TESTLERİ UZMAN GÖRÜŞ FORMU	141
EK-4: HAYALİMDEKİ PARA BİRİMİ TASARIMI ETKİNLİĞİ.....	142
EK-5: MATEMATİK ŞEHİR/MAHALLESİ PLANLAMASI ETKİNLİĞİ.....	144
EK-6: KENDİ GEOMETRİK ŞEKLİNİ OLUŞTUR ETKİNLİĞİ	146
EK-7: MATEMATİKSEL DESEN OLUŞTURMA ETKİNLİĞİ.....	147
EK-8: ETKİNLİK DEĞERLENDİRME UZMAN GÖRÜŞ FORMU	148
EK-9: ÖĞRENCİ GÜNLÜĞÜ SORULARI.....	149
EK-10: ETİK KURUL İZİNİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
EK-11: ARAŞTIRMA UYGULAMA İZİNİ	150

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Bilişsel İstem Düzeyleri	34
Tablo 3.1. Eylem araştırması süreci	53
Tablo 3.2. Araştırmaya katılan öğrencilerin demografik ve eğitimsel özellikleri	55
Tablo 3.3. Veri toplama araçları listesi	58
Tablo 3.4 Problem çözme testine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler	61
Tablo 3.5. Problem kurma testine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler	65
Tablo 3.6. Hayali para birimi tasarımı etkinliğine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler	68
Tablo 3.7. Matematik şehri/mahallesi planlaması etkinliğine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler.....	70
Tablo 3.8. Kendi geometrik şeklini tasarla etkinliğine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler	73
Tablo 3.9. Pilot uygulama takvimi	78
Tablo 3.10. Uygulama takvimi.....	80
Tablo 3.11. Araştırmacı tarafından geliştirilen matematiksel yaratıcılık dereceli puanlama anahtarı	85
Tablo 4.1. Öğrencilerin problem çözme ön testinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları.....	89
Tablo 4.2. Öğrencilerin problem kurma ön testinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları.....	90
Tablo 4.3. Uygulama öncesi matematiksel yaratıcılık puanları	91
Tablo 4.4. Hayali para birimi tasarımı etkinliği özgünlük kriteri puanlama tablosu	93
Tablo 4.5. Matematik şehri/mahallesi planlaması etkinliği özgünlük boyutu puanlama tablosu	99
Tablo 4.6. Matematik şehri/ mahallesi planlaması etkinliği akıcılık boyutu puanlama tablosu	102
Tablo 4.7. Matematik şehri/mahallesi planlaması etkinliği derinlik boyutu puanlama tablosu	103
Tablo 4.8. Matematik şehri/mahallesi tasarımı etkinliği esneklik boyutu puanlama tablosu	106
Tablo 4.9. Öğrencilerin problem çözme son testinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları.....	115
Tablo 4.10. Öğrencilerin problem kurma son testinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları.....	116
Tablo 4.11. Uygulama sonrası matematiksel yaratıcılık puanları	116
Tablo 4.12. Birinci döngüye ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri.....	118
Tablo 4.13. İkinci döngüye ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri	119
Tablo 4.14. Üçüncü döngüye ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri	119

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Öğrencilerin para birimlerine ait görseller	94
Şekil 4.2. Ayşe ve Yusuf isimli öğrencilerin cevapları	95
Şekil 4.3. Yusuf isimli öğrencinin cevabı	97
Şekil 4.5. Yusuf kodlu öğrencinin şehir planı görseli	105
Şekil 4.6. Zeynep isimli öğrencinin açıklamaları	108
Şekil 4.7. Öğrenci çizimleri	110
Şekil 4.7. Öğrenci ürünlerine ait görseller	113



TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

“Matematiksel Yaratıcılığı Geliştirmeye Yönelik Problem Çözme Ve Kurma Sürecine Uygun Öğretimin Tasarımı, Uygulanması Ve Değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışmamın toplam **162** sayfalık kısmına ilişkin, 12/03/2026 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%3** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

12/03/2026

Burcu ÇALIŞKAN KARAKULAK

Doç. Dr. Selin ÇENBERCİ

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

12/03/2026

Burcu ÇALIŞKAN KARAKULAK

KISALTMALAR

BİLSEM : Bilim ve Sanat Merkezi

BYF : Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM : Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi



ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı
Doktora Tezi

MATEMATİKSEL YARATICILIĞI GELİŞTİRMeye YÖNELİK PROBLEM ÇÖZME VE KURMA SÜRECİNE UYGUN BİR ÖĞRETİMİN TASARIMI, UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Burcu ÇALIŞKAN KARAKULAK

Matematiksel yaratıcılığı destekleyen öğretim ortamlarının tasarımında; problem çözme, problem kurma gibi bilişsel olarak karmaşık ve üst düzey düşünme becerilerini içeren etkinliklerin bütüncül bir şekilde yapılandırılmasının gerekliliği ve önemi göz ardı edilemez bir gerçek olarak görülmektedir. Bu çalışmada, problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma temelli etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının gelişimine etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, matematiksel yaratıcılığı desteklemeye yönelik problem çözme ve problem kurma sürecine dayalı bir öğrenme ortamında yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinliklerin özel yetenekli 6. Sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeylerine etkisini incelemek olmuştur. Araştırma nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan eylem araştırması deseniyle yürütülmüştür. Araştırmanın katılımcılarını, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde altıncı sınıf düzeyinde öğrenim gören altı özel yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcılar, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Araştırma süreci, üç temel döngüden oluşan toplam 10 haftalık uygulama dönemini kapsamaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen problem çözme ve problem kurma testleri, öğrenci etkinlik kağıtları, öğrenci günlükleri ve araştırmacı gözlem notları kullanılmıştır. Problem çözme ve problem kurma ön-son teslerin analizinde araştırmacı tarafından geliştirilen “Matematiksel Yaratıcılık Dereceli Puanlama Anahtarı” kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, uygulama öncesindeki matematiksel yaratıcılık puanları orta düzeyde iken uygulama sonrasında matematiksel yaratıcılık puan düzeylerinde yükselme olduğu tespit edilmiştir. Gelişimin özellikle matematiksel yaratıcılığın akıcılık ve esneklik boyutlarında daha belirgin olduğu; özgünlük ve derinlik boyutlarında ise daha sınırlı ancak olumlu yönde ilerleme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Test sonuçları, öğrenci ürünleri, öğrenci günlükleri ve araştırmacı notları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin birden fazla çözüm yolu üretme, farklı stratejiler kullanma, problem kurma ve matematiksel yapılarını gerekçelendirme becerilerinde gelişim gösterdikleri görülmüştür. Özellikle problem kurma ve ürün oluşturma temelli etkinliklerde öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerinin daha görünür hale geldiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik yapılandırılmış öğrenme ortamlarının özel yetenekli öğrenciler için etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel yaratıcılık, Matematik eğitimi, Problem çözme, Problem kurma

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences
Department of Mathematics and Sciences Education
Mathematics Education Program
Doctoral Thesis

A DESIGN, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF AN INSTRUCTIONAL IN ACCORDANCE WITH THE PROBLEM SOLVING AND POSING TO DEVELOP MATHEMATICAL CREATIVITY

Burcu ÇALIŞKAN KARAKULAK

In the design of teaching environments that support mathematical creativity, the necessity and importance of holistically structuring activities that involve cognitively complex and higher-level thinking skills, such as problem solving and problem setting, is seen as an undeniable fact. This study examines the effect of problem-solving, problem-posing, and product creation-based activities on the development of mathematical creativity in gifted students. In this context, the main objective of the study was to examine the effect of activities at a high cognitive demand level in a learning environment based on problem solving and problem setting processes aimed at supporting mathematical creativity on the mathematical creativity levels of gifted 6th grade students. The study was conducted using an action research design, one of the qualitative research approaches. The participants of the study consisted of six gifted students attending a Science and Art Center at the sixth-grade level during the 2025–2026 academic year. Participants were selected using the convenience sampling method. The research process covered a total of 10 weeks of implementation, consisting of three main cycles. Problem-solving and problem-posing tests developed by the researcher, student activity sheets, student diaries, and researcher observation notes were used as data collection tools. The “Mathematical Creativity Graded Scoring Key” developed by the researcher was used in the analysis of the pre- and post-tests of problem-solving and problem-posing. The results of the study showed that while mathematical creativity scores were at an intermediate level before the application, an increase in mathematical creativity scores was observed after the application. It was concluded that the development was particularly more pronounced in the fluency and flexibility dimensions of mathematical creativity, while progress was more limited but positive in the originality and depth dimensions. When test results, student products, student journals, and researcher notes were evaluated together, it was seen that students showed development in their abilities to produce multiple solution paths, use different strategies, construct problems, and justify their mathematical structures. It was determined that students' creative thinking processes became more visible, especially in problem-based and product-based activities. The research results show that structured learning environments aimed at developing mathematical creativity are effective for gifted students.

Keywords: Mathematical creativity, Mathematics education, Problem solving, Problem posing

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi ile araştırmaya ilişkin sayılılar ve sınırlılıklar ele alınmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Bilim ve teknolojiadaki baş döndürücü gelişmeler, bireylerden beklenen davranışları etkilemekte ve bunun sonucu olarak da öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını köklü biçimde dönüştürmektedir. Bilgiyi sadece ezberleyen değil aynı zamanda onu üreten, dönüştüren ve gerçek hayatta işine yarayabilecek forma dönüştüren, yaratıcı, güçlü iletişim becerilerine sahip, problem çözebilme ve eleştirel düşünebilme becerisine sahip, empati kurabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayabilen bireyler yetiştirmek eğitim politikalarının temelini oluşturmaktadır (MEB, 2018; OECD, 2021). Bireylere bu davranışları kazandırmak için Matematik Dersi Öğretim Programı'nda da köklü değişiklikler yapılmış ve programın temeli her öğrencinin matematiği yapabileceği ilkesine dayanmıştır (MEB, 2018). Bu amaca yönelik olarak günlük yaşamla matematik arasında köprü kurulmuş ve buna yönelik ortamlar hazırlanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın bu yöndeki çalışmaları artarak devam etmiş ve son yıllarda yürüttüğü reform çalışmaları kapsamında "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" ile de bireylerin çağın gerektirdiği çok yönlü becerilerle donatılması amaçlanmıştır (MEB, 2024). Ancak buna rağmen matematik birçok kişi tarafından hala zor, kaygı yaratan ve soyut bir alan olarak görülmektedir. Halbuki matematik, işlemlerin ötesinde bireylerin mantıksal çıkarımda bulunma, problem çözme, analiz yapma becerilerini geliştiren bir bilimdir (Gadanidis & Hoogland, 2012; MEB, 2024). Bu nedenle matematik bireylere karşılaştıkları karmaşık sorunlara yaratıcı çözümler üretebilecek kapasiteyi kazandıracak bir alandır. Bunun yanı sıra matematik, bireylerin günlük yaşamda ihtiyaç duydukları bilgi ve becerileri edinmelerinde, problem çözme yetkinliklerini geliştirmelerinde, karşılaştıkları olaylara problem çözme odaklı yaklaşılabilmelerinde önemli bir rol üstlenmektedir (Gömleksiz, 1997). Dolayısıyla matematik, yalnızca işlem becerilerinin öğretildiği bir alan olmaktan çıkıp, bireyleri geleceğe hazırlayan, onların yaratıcı düşünme süreçlerini güçlendiren bir disiplin haline gelmelidir.

Her ne kadar eğitim politikaları öğrencilerin eleştirel, yaratıcı ve üretken bireyler olarak yetişmesini hedeflese de uygulama düzeyinde matematik öğretiminde geleneksel anlayışın baskın olduğu görülmektedir. Ezbere dayalı bir öğretim öğrencilerin matematiğe

yaratıcı bir gözle bakmasının önüne geçmektedir (Gömleksiz, 1997; OECD, 2023). Geleneksel yöntemlerin bu tekdüze yapısı, öğrencilerin problemlere yalnızca belirli bir çözüm yolu üzerinden yaklaşmalarına neden olmakta ve farklı çözüm yolları üretme becerilerini sınırlandırmaktadır (Tertemiz & Sulak, 2013). Oysa matematiksel düşünme, bilgiyi sadece kullanmaktan öte öğrencilerin yeni çözüm stratejileri geliştirebilmeleri, kendi problemlerini kurabilmeleri için önemli bir fırsattır (Jay & Perkins, 1997). Bu nedenle, öğrencilerin matematiksel düşünme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmeleri için eğitimde yaratıcılığı geliştiren farklı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (NCTM, 2023; Singer, 2018). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (MEB, 2024) de bu doğrultuda öğrencileri yalnızca bilgi tüketicisi değil, bilgi üreticisi bireyler olarak yetiştirmeyi hedeflemekte; dolayısıyla matematik eğitiminin odağı “öğreten”den “düşünen, keşfeden ve üreten öğrenci”ye kaymaktadır. Bu durum, özel yetenekli öğrencilerin öğrenim gördüğü Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) bağlamında daha da çarpıcı bir durum oluşturmaktadır. Çünkü BİLSEM’ler, yapıları gereği öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi, yaratıcılığı desteklemeyi ve özgün ürünler ortaya koymalarını hedefleyen kurumlar olarak tasarlanmıştır (MEB, 2021). Ancak araştırmalar, BİLSEM ortamlarında dahi öğretim süreçlerinin önemli bir bölümünde geleneksel, öğretmen merkezli ve kapalı uçlu etkinliklerin baskın olduğunu ortaya koymaktadır (Epçaçan & Oral, 2019; İleri, 2023). Bu çalışmalarda, öğrencilerin çoğunlukla işlem temelli ve tek doğruya odaklı görevlerle karşılaştıkları; yaratıcı düşünmeyi, problem kurmayı ve üretime dayalı öğrenmeyi merkeze alan uygulamaların sınırlı kaldığı vurgulanmaktadır. Bu durum, yaratıcı birey yetiştirmeyi hedefleyen politika söylemleri ile uygulamada hâkim olan öğretim anlayışı arasında belirgin bir kopukluk bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla özellikle matematik alanında, özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerini görünür kılabilecek açık uçlu, keşfe dayalı ve üretim odaklı öğrenme ortamlarının yaygınlaşmasının önemini göz ardı etmemek gerekir.

Yaratıcılık 21. yüzyılda hem bireysel hem de toplumsal anlamda en çok ihtiyaç duyulan becerilerden biri haline gelmiştir. Sadece sanat ve edebiyat gibi ilk akla gelen alanlarda değil; bilim, teknoloji, eğitim ve iş gibi alanlarda da yaratıcılık; bireylerin uyum sağlama ve yenilik üretme kapasitelerini belirleyen bir yetkinlik olarak ön plana çıkmaktadır (Beghetto, 2021; Kaufman & Beghetto, 2019). Talim Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan programlarda da, yaratıcılığın desteklenmesi gereken bir beceri olduğu vurgulanmakta ve bu yönde ortamlar hazırlanması gerektiğine işaret edilmektedir. (MEB, 2009; MEB, 2018; MEB, 2024). Yaratıcılık, bireylerin mevcut olan bilgilerini sentezleyerek yeni, özgün ve işlevsel

fikirler olarak ortaya çıkarması süreci olarak tanımlanmaktadır (Shaw & Runco, 1994). Bir başka ifadeyle yaratıcılık günlük yaşamdan bilimselliğe kadar uzanan birçok geniş alanda yeni eserlerin ortaya çıkmasını sağlayan süreçlerdir (Özden, 2003). Yaratıcılığın mevcut bilgileri kullanarak yeni fikirler üretilmesini sağlayan yapısı onun bilişsel yeteneklerle bağlantılı olduğunu göstermektedir (Fugate vd., 2013). Güncel çalışmalar yaratıcı düşünmenin bilişsel ve duyuşsal süreçlerin birbirleriyle etkileşimiyle ortaya çıktığına işaret etmektedir (Beaty vd., 2021; Leikin & Pitta-Pantazi, 2023; Sriraman, 2024)). Özellikle varsayımları düşünme, zihinsel açıdan esnek olma ve problemleri yeniden yapılandırma gibi durumların yaratıcı süreçlerde önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Beaty vd., 2021). Bu bağlamda yaratıcılık, yalnızca doğuştan var olan bir yetenek değil; uygun ortamlar ve öğrenme süreçleriyle geliştirilebilen bir beceri olarak ele alınmaktadır (Kaufman & Beghetto, 2019). Bu tanım yaratıcılığın eğitimdeki önemini de vurgulamaktadır. Nitekim eğitim ortamlarının, öğrencilerin özgün düşüncelerini, keşfetmelerini destekleyen yapılarda olması gerektiği eğitim araştırmalarında sıklıkla vurgulanmaktadır (Lubart & Thornhill-Miller, 2021). Ayrıca eğitim ortamlarının her yaşta öğrencinin yaratıcılıklarını geliştirmesinin gerekliliği ifade edilmektedir (Ferrari vd., 2009). Dolayısıyla eğitim ortamlarının, öğrencilerin özgün düşünme ve keşfetme süreçlerini destekleyecek biçimde yeniden tasarlanması gerekmektedir. Nitekim güncel eğitim araştırmaları da, yaratıcılığın gelişimini destekleyen öğretim ortamlarının öğrenmeye yönelik motivasyonu ve bilişsel katılımı artırdığını vurgulamaktadır (Beghetto & Sriraman, 2022; OECD, 2023;).

Yaratıcılığın bireylerin bilişsel ve duyuşsal süreçlerini desteklediğine dair bulgular, kavramın sadece belli disiplinlerde değil matematik gibi sistematik alanlarda da çok önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü matematik alanında yaratıcılık, farklı fikir üretimi, alternatif çözüm yolları geliştirme ve soyut kavramlara farklı açılardan yaklaşabilme becerileri ile ilişkilendirilmektedir (Sriraman & Lee, 2011). Özellikle problem çözme, problem kurma, modelleme gibi matematiksel düşünmenin önemli bilişsel süreçleri yaratıcılığın mantıksal ve sistematik boyutu ile ilişkili görülmektedir (Palmér vd., 2022; Silver, 2023). Bu çerçevede, eğitim ortamlarında yalnızca genel yaratıcılığı değil, aynı zamanda matematiksel yaratıcılığı destekleyecek özel öğretim stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü matematiksel yaratıcılık, bireyin yalnızca doğru sonuca ulaşma yeteneğini değil; aynı zamanda farklı çözüm yolları geliştirme, yeni matematiksel yapı ve ilişkileri fark etme ve kendi problemini üretme gibi üst düzey düşünme süreçlerini kapsayan çok boyutlu bir bilişsel beceridir (Leikin, 2009; Silver, 1997). Matematiksel yaratıcılığın

öğrenme süreçlerinde önemli bir bilişsel yetkinlik olarak görülmesi, onun yalnızca özgün fikir üretme değil, aynı zamanda düşünme biçimlerini dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda matematiksel yaratıcılık, farklı bakış açıları ortaya koyabilme, alışılmış kalıpların dışına çıkarak düşünebilme ve özgün çözüm yolları ortaya koyma gibi bilişsel süreçleri içeren bir yapı olarak görülmektedir (Mann, 2006; Silver, 1997).

Matematiksel yaratıcılığın en açık biçimde gözlemlenebildiği alanlardan biri problem çözme sürecidir. Problem çözme, bireyin karşılaştığı yeni bir durumu daha önce kullanmadığı ya da alışık olmadığı çözüm yolları aracılığıyla ele almasını gerektirmektedir. Bu nedenle problem çözme süreci, doğası gereği yaratıcı düşünmeye olanak tanımaktadır (Leikin, 2009). Ayrıca problem çözme sırasında karşılaşılan güçlükler öğrencilerin rutin düşünme biçimlerinin dışına çıkmalarını gerektirdiğinden yaratıcı düşünmenin ortaya çıkmasına da zemin hazırlamaktadır (Silver, 1997). Bu bağlamda problem çözme yalnızca doğru sonuca ulaşmayı hedefleyen bir süreç olarak değil, aynı zamanda bireyin keşfetmesine, farklı yaklaşımlar geliştirmesine ve yeni düşünme yolları oluşturmasına imkân sağlayan yaratıcı bir etkinlik olarak değerlendirilmektedir (Sriraman, 2005). Özellikle birden fazla çözüm yoluna imkân tanıyan açık uçlu problemler, öğrencilerin esnek düşüncelerini ve özgün çözüm stratejileri geliştirmelerini teşvik ederek matematiksel yaratıcılığın gelişimine katkı sağlamaktadır (Leikin & Lev, 2013; Silver, 1994). Bu tür problem durumlarıyla karşılaşan öğrenciler yalnızca doğru sonuca ulaşmaya odaklanmamakta, aynı zamanda daha önce denenmemiş çözüm yollarını denemek ve sezgisel düşünme süreçlerini kullanmak gibi yaratıcı davranışlar da sergilemektedir (Haylock, 1997; Sriraman, 2005). Matematiksel yaratıcılık açısından problem çözme sürecinin dikkat çeken yönlerinden biri de öğrencilerin çözüm sürecinde alternatif çözüm yolları arasında geçiş yapabilmeleri, yani bilişsel esneklik gösterebilmeleridir (Leikin, 2009). Bu bağlamda Gür (2021) tarafından yürütülen çalışmada, öğretmen adaylarının açık uçlu problem çözme sürecinde esnek ve yaratıcı stratejiler geliştirdikleri gözlemlenmiş; bu sürecin matematiksel yaratıcılık ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Beaty ve arkadaşları (2021), yaratıcı düşünme süreçlerinin çoklu beyin ağlarının etkileşimiyle yürütüldüğünü ve özellikle problem çözme gibi karmaşık bilişsel süreçlerde yaratıcı performansın arttığını belirtmektedir. Palmér ve arkadaşları da (2022) problem çözme sürecini matematiksel yaratıcılığın bir bileşeni olarak tanımlamaktadır.

Öte yandan matematiksel yaratıcılığın gözlenebileceği alanlardan bir diğeri de problem kurma sürecidir. Problem çözme genellikle önceden yapılandırılmış bir durumu

analiz etmeye dayanırken, problem kurma süreci bireyin tamamen kendi zihinsel üretimleriyle yeni ve özgün matematiksel problemler tasarlamasını içerdiğinden, yaratıcı düşünmenin daha açık ve doğrudan bir ifadesi olarak değerlendirilmektedir (English, 1997; Silver, 1994). Öğrencilerin bir matematiksel durumdan yola çıkarak farklı bağlamlarda, çeşitli hedeflere yönelik, mantıklı ve çözülmeye değer problemler üretebilmeleri; matematiksel yaratıcılığın göstergesidir. (Haylock, 1997; Leikin, 2009). Bu nedenle problem kurma süreci, yalnızca öğrencinin mevcut bilgilerini kullanmasını değil, aynı zamanda bu bilgileri dönüştürmesini, yeniden yapılandırmasını ve yaratıcı bir biçimde ifade etmesini gerektirir (Cai & Hwang, 2002; Silver, 1997). Bu bağlamda problem kurma sürecinin öğretim ortamına etkili biçimde yansıtılabilmesi, problem kurma etkinliklerinin derslerde bilinçli ve planlı şekilde kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Yapılan araştırmalar, problem kurma etkinliklerinin öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini geliştirdiğini ve matematiksel yaratıcılığı önemli ölçüde desteklediğini ortaya koymaktadır (Ayvaz, 2019; Mann, 2006; Özgen vd., 2017; Stoyanova & Ellerton, 1996). Özellikle açık uçlu veya yarı yapılandırılmış problem kurma görevlerinin, öğrencilerin farklı bakış açıları geliştirmelerine, alışılmışın dışında matematiksel ilişkiler kurmalarına ve soyut düşünme becerilerini ilerletmelerine olanak tanıdığı belirtilmektedir (Leikin & Lev, 2013; Silver, 1994). Problem kurma süreci aynı zamanda öğrencilerin matematiksel düşünmeye yönelik öz-yeterlik algılarını da güçlendirmektedir. Çünkü bu süreçte birey yalnızca mevcut bilgiyi anlamakla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda yeni problem durumları oluşturarak matematiksel bilgi üretimine aktif biçimde katılmaktadır (Cai vd., 2015). Bu açıdan problem kurma, matematiksel yaratıcılığın hem kavramsal derinliğini hem de bireyin üretken düşünme kapasitesini destekleyen önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir (Sriraman, 2005).

Bahsedildiği gibi problem çözme ve kurma süreçleri matematiksel yaratıcılığın ortaya çıkmasında birbirini tamamlayan iki bileşen olarak görülmektedir. Matematiksel yaratıcılık, bireyin yeni, özgün ve işlevsel matematiksel fikirler ortaya koyabilme kapasitesiyle ilişkilendirilmektedir. Bu üretim süreci çoğu zaman problem çözme ve problem kurma gibi bilişsel açıdan karmaşık ve üst düzey düşünme becerilerini içeren etkinlikler aracılığıyla gerçekleşmektedir (Leikin, 2009; Silver, 1997). Bu bağlamda matematiksel yaratıcılık, yalnızca bilinen çözüm yollarını uygulamaktan ibaret olmayıp, alternatif stratejiler geliştirme, düşünmede esneklik gösterme ve yeni matematiksel yapılar oluşturabilme becerilerini de kapsamaktadır (Haylock, 1997; Mann, 2006). Problem çözme sürecinde öğrenciler karşılaştıkları matematiksel durumları analiz ederek farklı çözüm yolları geliştirmeye

yönelirken, problem kurma süreci ise öğrencilerin mevcut bilgi ve deneyimlerinden hareketle yeni ve özgün matematiksel problemler oluşturmalarına olanak sağlayarak daha ileri düzeyde yaratıcı düşünmeyi desteklemektedir (English, 1997; Silver, 1994).

Problem çözme ve problem kurma süreçleri birbirinden bağımsız ele alındığında öğrenciler için sınırlı gelişim alanları sunabilmektedir. Ancak bu süreçler bütüncül bir öğretim yaklaşımı içerisinde birlikte yapılandırıldığında, öğrencilerin hem matematiksel kavrayışlarının derinleşmesine hem de yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Leikin & Lev, 2013). Bu nedenle matematiksel yaratıcılığın desteklenmesinde, hem çözüm üretmeye hem de problem üretmeye dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulması çağdaş matematik eğitiminin temel önceliklerinden biri olarak görülmektedir (Mann, 2006; Silver, 1997).

Bu doğrultuda matematiksel yaratıcılığı destekleyen öğretim ortamlarının tasarımında problem çözme ve problem kurma süreçlerinin birlikte ele alınmasının önemli olduğu görülmektedir. Alan yazında problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme, strateji geliştirme ve akıl yürütme becerilerini geliştirdiği sıklıkla vurgulanmaktadır (Krulik & Rudnick, 1996; Polya, 1945). Buna karşılık problem kurma etkinliklerinin özellikle yaratıcı düşünme, matematiksel modelleme ve üst düzey bilişsel becerilerin gelişiminde önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (English, 1997; Silver, 1994). Bununla birlikte bu iki sürecin birlikte ele alındığı araştırmaların sayısının sınırlı olduğu görülmektedir (Ayvaz, 2019; Levenson, 2013; Leikin & Lev, 2013; Palomo, 2022). Bu durum, matematiksel yaratıcılığı çok boyutlu biçimde ele alan öğretim yaklaşımlarına yönelik bir araştırma boşluğuna işaret etmektedir. Bu bağlamda yürütülen bu araştırma, problem çözme ve problem kurma etkinliklerini bütüncül bir öğretim yaklaşımı içinde ele alarak söz konusu boşluğa katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Araştırmacı, matematik derslerini yürüttüğü özel yetenekli öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerinde matematiksel yaratıcılıklarını belirleme ve bu becerilerin nasıl geliştirilebileceğini inceleme ihtiyacı duymuştur. Özel yetenekli öğrencilerin özellikle esnek düşünme, çoklu çözüm yolları üretme ve özgün matematiksel yapılar kurma gibi beceriler açısından yüksek bir potansiyele sahip oldukları bilinmektedir (Sheffield, 2009; Sriraman, 2005). Bununla birlikte yapılan sınıf içi gözlemler, öğrencilerin bu potansiyele sahip olmalarına rağmen bazı durumlarda bu becerileri yeterince ortaya koyamadıklarını göstermiştir. Ders sürecinde yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin matematiksel

yaratıcılıklarını ve problem çözme ile problem kurma becerilerini beklenen düzeyde yansıtamadıkları görülmüştür.

Burada dikkat çekilmesi gereken önemli nokta, özel yetenekli öğrencilerin belirli bilişsel yetkinliklere sahip olmalarının her zaman yüksek performans gösterecekleri anlamına gelmemesidir. Gelişimsel açıdan değerlendirildiğinde, özellikle 6. sınıf düzeyindeki öğrenciler Piaget'nin (1972) belirttiği soyut düşünmeye geçiş döneminde bulunmaktadır ve bu süreçte öğrenciler aynı hızda ve derinlikte gelişim göstermemektedir. Bu durum öğrencilerin sahip oldukları potansiyel ile bu potansiyeli ortaya koyabilme performansları arasında farklılıkların oluşmasına neden olabilmektedir. Benzer şekilde Sheffield (2009) matematiksel üstün yeteneğin yalnızca bireysel kapasiteye değil, aynı zamanda bu kapasitenin ortaya çıkmasını sağlayan öğrenme fırsatlarına ve açık uçlu görev deneyimlerine de bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin problem çözme ve problem kurma gibi üst düzey süreçlerde beklenen performansı sergileyememeleri, mevcut potansiyelin uygun öğretim ortamları aracılığıyla performansa dönüştürülmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu nedenle çalışmanın, yaratıcı potansiyelin sistemli bir biçimde desteklenebileceği uygun bir ortam sunması ve bu potansiyelin açığa çıkması açısından Türkiye'de özel yetenekli öğrencilere yönelik özel eğitim sunan Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) ortamında yürütülmesi düşünülmüştür. Ayrıca 6. sınıf düzeyinde uygulanan bu çalışma, öğrencilerin soyut düşünme yetilerinin gelişmeye başladığı kritik bir döneme denk gelmesi (Piaget, 1972) açısından da önem arz etmektedir. Böylece, hem kuramsal hem uygulamalı açıdan matematik öğretimine yaratıcı bir boyut kazandırmayı hedefleyen bu araştırmanın, aynı zamanda problem çözme ve kurma süreçlerinin matematiksel yaratıcılığı desteklemedeki işlevine yönelik derinlemesine bir anlayış sunacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmacı, daha yaratıcı düşünebilen, matematiksel olarak daha kapasiteli öğrencilere ulaşmak amacıyla matematiksel yaratıcılığı destekleyen problem çözme ve problem kurma ile ilgili etkinlikler hazırlamıştır. Etkinliklerin öğrencilere uygulanması ile onların problem çözme ve kurma becerilerine destek sağlanmış ayrıca matematiksel yaratıcılıklarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, matematiksel yaratıcılığı desteklemeye yönelik problem çözme ve problem kurma sürecine dayalı bir öğrenme ortamında yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıkları nasıl

geliştirdiğini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda belirlenen ana problem cümlesi “Problem çözme, problem kurma ve ürün temelli etkinlikler özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını nasıl geliştirmektedir?” şeklinde belirlenmiştir. Buna göre alt problemler aşağıda sunulmuştur.

- 1) Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma temelli etkinliklerin uygulanmasından önce matematiksel yaratıcılıkları nasıldır?
- 2) Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma temelli etkinliklerin uygulama sürecinde matematiksel yaratıcılıkları nasıl gelişmektedir?
 - a) Problem çözme temelli etkinlikler kapsamında öğrencilerin matematiksel yaratıcılıkları nasıl bir gelişim göstermektedir?
 - b) Problem kurma temelli etkinlikler kapsamında öğrencilerin matematiksel yaratıcılıkları nasıl bir gelişim göstermektedir?
 - c) Problem çözme ve problem kurma becerilerinin bütünleştiği ürün oluşturma etkinlikleri kapsamında öğrencilerin matematiksel yaratıcılıkları nasıl bir gelişim göstermektedir?
- 3) Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma temelli etkinliklerin uygulanmasından sonra matematiksel yaratıcılıkları nasıldır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu kısımda araştırmanın önemi farklı bakış açılarıyla ele alınmıştır. Bu bağlamda araştırmanın alanyazına nasıl bir katkı sağlayacağı çeşitli yönlerden ifade edilmiş, bu sayede araştırmanın matematik öğretimine katkısı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın, eğitim alanına sağlayacağı katkılar üç yönlü olarak ele alınmıştır.

Araştırmanın Kuramsal Katkısı: Matematik eğitimi literatüründe problem çözme ve problem kurma temelli öğretim yaklaşımları, öğrencilerin yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede etkili stratejiler olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda Alkan (2014), matematiksel yaratıcılığın geliştirilmesi için öğretmenlerin yenilikçi öğretim modelleri tasarlamalarının gerekli olduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırma, özel yetenekli öğrencilerle yürütülen problem çözme ve problem kurma temelli öğretim uygulamalarına ilişkin bağlama özgü ve derinlemesine bir örnek sunarak alanyazındaki sınırlı uygulama çalışmalarına nitel bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Özellikle özel yetenekli öğrencilerle

yürütülen sınıf içi uygulamaları ayrıntılı biçimde izleyen ve süreç temelli uygulama çalışmalarının sınırlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu araştırma; küçük ölçekli ancak ayrıntılı betimlemelere dayanan yapısıyla, matematiksel yaratıcılığın nasıl desteklenebileceğine ilişkin özgün bir uygulama modeli ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, genellenebilir sonuçlar üretmekten ziyade, benzer bağlamlarda yürütülecek araştırmalar için kuramsal ve uygulamaya dönük bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir. Araştırmanın matematiksel yaratıcılık, problem çözme ve kurma süreçlerine ilişkin literatüre öğrenci merkezli özgün bir bakış açısı getirmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Uygulama Açısından Katkısı: Araştırma kapsamında geliştirilen problem çözme ve problem kurma temelli etkinlikler matematiksel yaratıcılığı geliştirebilecek yeni fikirler olarak ulusal literatürde yer edinebilecektir. Benzer şekilde Kirişçi (2021), matematiksel yaratıcılığın gelişimi için problem çözme ve problem kurmayı bir arada kullanan modeller önermektedir. Bu araştırmada kullanılan etkinlikler de problem çözme ve kurmayı birlikte ele alarak öğrenme ortamlarında eğitimcilere fikir olabilecektir.

Araştırmanın Yöntemsel katkısı: Eylem araştırması yöntemiyle gerçekleştirilen bu araştırma, öğrencilerin yaratıcı süreçlerini doğrudan gözlemleyecek şekilde veri toplama ve analiz aşamaları içerdiğinden, görülen aksaklıklarda araştırmaya müdahale edildiğinden dolayı yöntemsel açıdan da derinliğe sahiptir. Bu bağlamda araştırmacının aynı zamanda uygulayıcı olması, süreci gözleme açısından önemli bir avantaj sağlasa da yanlılık riskini de beraberinde getirebileceğinden; araştırmacının rolü yalnızca bir uygulayıcı olarak değil; kendi etkisini sürekli sorgulayan ve süreci yansıtıcı biçimde değerlendiren bir araştırmacı olarak yapılandırılmıştır. Dolayısıyla çalışmanın yöntemsel önemi, kesin bir nesnellik sunmaktan ziyade öğretim sürecini duyarlı biçimde analiz eden, araştırmacı etkisini görünür kılan ve süreci şeffaf biçimde raporlayan bir eylem araştırması modeli sunmasından kaynaklanmaktadır. Bu yönüyle çalışma, matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik uygulamalı araştırmalar yürütecek araştırmacılar için, yalnızca ne yapılabileceğini değil, nasıl bir araştırmacı duruşuyla yapılabileceğini de ortaya koyan yansıtıcı bir örnek niteliği taşıması beklenmektedir.

Tüm bunlar dikkate alınarak yürütülen bu araştırma, matematiksel yaratıcılığı desteklemeye yönelik olarak problem çözme ve problem kurma süreçlerini bütüncül bir yapıda ele alan bir öğretim tasarım sunması bakımından önem taşımaktadır. Çalışmanın, matematiksel yaratıcılığı yalnızca problem çözme ya da yalnızca problem kurma bağlamında

ele almak yerine, bu süreçleri birbirini tamamlayan bir yapı içerisinde bütünleştirmesi, alanyazına özgün bir bakış açısı kazandıracakı düşünölmektedir. Literatürde problem kurma ve çözmeye aynı anda odaklanan uygulamalı araştırmaların sınırlı sayıda olması (Cai vd., 2015; Silver, 1994), bu araştırmanın hem ulusal hem de uluslararası alanyazına katkı sağlayabileceği düşünölmektedir.

Araştırmanın 6. sınıf düzeyindeki özel yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilmesi özel yetenekli öğrencilerin eğitime katkı sunması, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının nasıl destekleneceğine ilişkin bulgular sunması açısından da ayrı bir önem taşımaktadır. Ayrıca araştırmanın özel yetenekli öğrencilere yönelik eğitim sağlayan BİLSEM ortamında uygulanması, matematiksel yaratıcılığı destekleyen esnek ve zengin öğrenme ortamlarının etkililiğini gerçek bir uygulama bağlamında inceleme fırsatı sunmaktadır.

Ayrıca araştırmanın eylem araştırması deseniyle yürütölmesi; planlama, uygulama, gözlem ve yansıtma döngüleri içerisinde karşılaşılan güçlüklerin, alınan kararların ve yapılan düzenlemelerin ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına olanak tanımıştır. Bu yönüyle çalışma, benzer biçimde matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik uygulamalı araştırmalar yürütmeyi planlayan araştırmacılara, sürecin nasıl yapılandırılabilirine ilişkin yol haritası sunacak olması yönüyle önem arz etmektedir.

1.4. Varsayımlar

Araştırmanın varsayımları aşağıda sunulmuştur:

- Katılımcı öğrencilerin matematiksel bilgi düzeylerinin, etkinlikleri anlamaya ve uygulamaya yeterli oldukları,
- Öğrencilerin ürettikleri çözümlerin tamamen kendi bilgi ve düşöncelerini yansıttıkları,

1.5. Sınırlılıklar

- Bu araştırma; Marmara Bölgesi'nde yalnızca bir BİLSEM'de öğrenim gören 6. sınıf düzeyindeki gönüllölük esasına göre seçilen 6 özel yetenekli öğrenci ile,
- Belirli bir öğretim süreci ve zaman aralığı ile,
- Araştırmanın verileri araştırmacı tarafından geliştirilen problem çözmeye ve problem kurma etkinliklerine öğrencilerin verdikleri cevaplar ve süreç boyunca elde edilen nitel verilerle sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Problem Çözme: Problem çözme, bireyin karşılaştığı yeni ya da beklenmedik bir matematiksel durumu analiz ederek farklı stratejiler geliştirmesi ve mantıksal çıkarımlar yoluyla çözüme ulaşmasını içeren bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Polya, 1945).

Problem Kurma: Problem kurma, bireyin sahip olduğu matematiksel bilgi ve deneyimlerden yararlanarak yeni, anlamlı ve çözülebilir problem durumları oluşturma süreci olarak ifade edilmektedir (Silver, 1994).

Matematiksel Yaratıcılık: Matematiksel yaratıcılık, bireyin özgün ve esnek matematiksel fikirler geliştirebilmesi, bu fikirleri çözüm ya da problem biçiminde ifade edebilmesi ve matematiksel düşüncelerini işlevsel şekilde ortaya koyabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Leikin, 2009).

Özel Yetenekli Öğrenci: Zekâ, yaratıcılık, liderlik, sanat veya akademik alanlarda akranlarına kıyasla yüksek performans gösteren ve bu potansiyellerini geliştirebilmek için özel eğitsel destek gereksinimi duyan bireyler özel yetenekli öğrenci olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2016).

BÖLÜM 2

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturan yaratıcılık, matematiksel yaratıcılık kavramlarına, uygulama ekseninde etrafında ele alınması gereken problem çözme ve kurma ile matematiksel yaratıcılık ilişkisine, özel yetenekli bireylerde matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığı geliştiren etkinliklerin özelliklerine ve bu konuda yapılan araştırmalara değinilecektir.

2.1. Yaratıcılık

Yaratıcılık kelimesi kökeni Latince ‘creare’ kelimesine dayanan, Batı dillerinde ‘Kreativitaet, creativity’ diye bilinen, ‘doğurmak, yaratmak, oluşturmak’ anlamına gelen bir kelimedir (Yayla, 2025). Yaratıcılık kavramının çok eski bir geçmişi olmasına rağmen, uzun bir süre sadece sanata yönelik bir kavram olarak benimsenmiştir. Halbuki yaratıcılık sadece sanatsal süreçlerde kendini gösteren bir beceri olmayıp, insan hayatının ve insanlığın evriminin tüm yönlerinde yerini alan temel bir yeti olarak görülmelidir.

Yaratıcılığın çok boyutlu ve karmaşık yapıya sahip olması nedeniyle herkes tarafından kabul edilen tek bir tanımdan söz etmek güçtür (Haylock, 1987; Leung, 1997 ve Chamberlin ve Moon, 2005). Bu durum araştırmacıların yaratıcılığı farklı yönleriyle ele alarak çeşitli biçimlerde tanımlamalarına neden olmuştur. Nitekim Runco (2004) yaratıcılığın çoğunlukla kişi, ürün ve süreç boyutları üzerinden tanımlanan bir kavram olduğunu ifade ederken; Taylor’a (1960) göre yaratıcılık, yeni ve işe yarar fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayan düşünme olarak tanımlanmıştır. Haylock (1987) yaratıcılığı; bilişsel çeşitlilikler, performans türleri ve ortaya çıkan sonuç türleri bağlamında değerlendirilen bir kavram şeklinde tanımlamıştır. Yaman ve Yalçın (2005), yaratıcılığı zihinsel süreçlerle ilişkilendirerek yaratıcılığın özel bir yetenekten ziyade zihnin bir özelliği olduğunu vurgulamışlardır. Yenilmez ve Yolcu (2007) yaratıcılığın bir süreç olduğunu ve sürecin sonunda özgün bir ürün üretme olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Tekin ve Karasu (2007) yaratıcılığın; yeni karşılaşılan durumlara çözümler üretebilme, kavramlar arasında bağlantılar kurabilme ve özgün olma yeteneği olduğunu vurgulamıştır. Karataş ve Özcan (2010) ise yaratıcılığın; sadece orijinal bir ürün ortaya koymanın aksine var olan bilgileri sentezleyebilme, yeni çözümler üretme, farklı açılardan düşünebilme olduğuna dikkat çekmiştir. Başka bir açıdan yaratıcılık bireyin var olan bilgi ve deneyimlerinden yola çıkarak

yeni, özgün ve işe yarar fikirler, ürünler veya çözümler ortaya koyabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Runco & Jaeger, 2012). Tanımlamalara bakıldığında yaratıcılığın farklı bir boyutunun öne çıktığı görülmektedir. Bazıları tarafından bir kişilik özelliği, bazıları tarafından bir süreç ya da ürün, bazıları tarafından ise bir düşünme biçimi olarak tanımlanmıştır. Yaratıcılık kavramı literatürde psikometrik, bilişsel, kişilik temelli, gelişimsel ve sosyo-kültürel yaklaşımlar olmak üzere farklı bakış açılarıyla ele alınmaktadır (Bacanlı, 2002; Kozbelt, Beghetto & Runco, 2010). Psikometrik yaklaşımlar yaratıcılığı ölçülebilir zihinsel yetenekler kapsamında değerlendirirken, bilişsel kuramlar yaratıcı düşünmeyi akıcılık, esneklik, özgünlük ve ayrıntılandırma gibi üst düzey düşünme süreçleri üzerinden açıklamaktadır (Taylan, 2020; Torrance, 1974). Bu doğrultuda Torrance (1974), yaratıcı düşünmeyi “problemlere karşı duyarlılık geliştirme, çözüm yolları üretme ve bu çözümleri ifade edebilme becerisi” olarak tanımlamış ve bu süreci değerlendirmek amacıyla yaratıcı düşünme testleri geliştirmiştir. Bu testler sayesinde yaratıcılık özellikle eğitim ortamlarında sistematik biçimde ölçülebilir bir beceri olarak ele alınmaya başlanmıştır (Taylan, 2020). Kişilik temelli yaklaşımlar ise yaratıcı bireyleri özgüven sahibi, risk almaya açık ve belirsizlikle başa çıkabilen kişiler olarak tanımlamaktadır (Feist, 1998; Senemoğlu, 2018). Gelişimsel yaklaşımlar yaratıcılığın bireyin yaşantıları ve çevresiyle kurduğu etkileşimler doğrultusunda geliştiğini ileri sürmektedir. Buna karşılık sosyo-kültürel kuramlar yaratıcılığı bireysel bir özellikten ziyade kültürel bağlam içinde ortaya çıkan sosyal bir süreç olarak değerlendirmektedir (Glăveanu, 2010; Vygotsky, 1978). Bu yaklaşıma göre yaratıcılık yalnızca bireyin zihinsel potansiyelinin bir ürünü değil, aynı zamanda bireyin etkileşimde bulunduğu çevrenin ve kullandığı kültürel araçların da bir sonucudur (Özden, 2014). Tüm bu yaklaşımlar birlikte değerlendirildiğinde yaratıcılığın yalnızca sanatsal alanlara özgü bir yetenek olmadığı; bilimsel, teknolojik ve eğitsel alanlarda da ortaya çıkabilen, bilişsel, duyuşsal ve sosyo-kültürel boyutları bulunan çok yönlü bir süreç olduğu görülmektedir (Dökmen, 2002; Sternberg & Lubart, 1999).

Eğitim ortamlarında yaratıcılık, özellikle öğrenci merkezli, keşfetmeye dayalı ve açık uçlu etkinliklerin yer aldığı öğretim yaklaşımları aracılığıyla desteklenmektedir (Craft, 2001; Kaptan & Korkmaz, 2001). Yapılandırmacı ve sosyal yapılandırmacı öğrenme yaklaşımları ise bireyin kendi öğrenme sürecini deneyimleyerek anlamlandırmasına, sorgulamasına ve yeniden yapılandırmasına olanak tanıyarak yaratıcı düşünmenin gelişimine katkı sağlamaktadır (Fosnot, 2005; Özden, 2014). Yaratıcı düşünme; var olan problemlere yeni ve orijinal düşünceler ortaya konmasını sağlayan, yenilik arayan bir düşünce şeklidir.

Dolayısıyla günümüz çağında hayat bulması ve geliştirilmesi gereken bir durumdur (Yenilmez & Yolcu, 2007). Yaratıcı düşünme PISA (2019) tarafından; orijinal ve etkili çözümler, bilgide ilerlemeler ve etkili hayal gücü ifadeleriyle sonuçlanabilecek fikirlerin üretilmesi, değerlendirilmesi ve iyileştirilmesine üretken bir şekilde katılma yetkinliği olarak tanımlanmaktadır (PISA, 2019).

Buna bağlı olarak Trilling ve Fadel (2009) tarafından yaratıcılık becerileri şöyle sıralanmaktadır:

- Beyin fırtınası gibi farklı fikir üretme tekniklerinden yararlanarak çok sayıda düşünce ortaya koyabilme,
- Özgün ve değerli fikirler yaratabilme,
- Ortaya koyduğu fikirlerini ayrıntılandırabilme, geliştirebilme, analiz edebilme ve değerlendirebilme,
- Yaratıcı süreçleri desteklemek ve güçlendirmek için başkalarıyla yaratıcı biçimde çalışabilme,
- Yeni fikirleri geliştirme, uygulama ve başkalarına etkili biçimde iletme,
- Farklı bakış açılarına açık olma, grup fikirlerini ve geri bildirimleri sürece ekleyebilme,
- Çalışmada orijinallik ve yaratıcılık gösterebilme ve yeni fikirlerin gerçek yaşamdaki sınırlarını kavrayabilme,
- Başarısızlığı öğrenme sürecinin doğal bir parçası olarak görebilme ve yeniliğin deneme yanılma yoluyla geliştiğini kavrayabilme,
- Yenilik yapılacak alana somut ve yararlı bir katkı sağlamak için yaratıcı fikirler üzerinde hareket edebilme.

Günümüzde yaratıcılık; eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği ve yenilik geliştirme gibi 21. yüzyıl becerilerinin temel bileşenlerinden biri olarak görülmektedir. Bu nedenle eğitim sistemlerinin yalnızca bilgi aktarımına odaklanması yeterli olmayıp, bireylerin sahip oldukları bilgiyi yaratıcı ve işlevsel biçimde kullanmalarını destekleyen öğrenme ortamları sunması gerekmektedir. Beghetto ve Kaufman (2007), eğitim ortamlarında yaratıcılığın teşvik edilmesinin bireylerin kişisel gelişimlerine katkı sağlamanın yanı sıra toplumsal gelişimi de destekleyen önemli bir unsur olduğunu belirtmektedir.

Tüm bunlara bakıldığında, yaratıcılığın öğretilbilir, geliştirilebilir ve disiplinler arası geçişkenliğe sahip bir beceri olduğu görülmektedir. Bu noktada özellikle matematik gibi sistematik, soyut ve kural temelli bir alanda yaratıcılığın nasıl ortaya çıktığını sorgulamak önem kazanmaktadır. Dolayısıyla bir sonraki bölümde, genel yaratıcılık kavramının matematiksel alandaki özel bir türü olan matematiksel yaratıcılık ele alınacaktır.

2.2. Matematiksel Yaratıcılık

Yaratıcılığa yönelik ilginin belirgin biçimde artması, Guilford'un 1950 yılında yaptığı konuşmada yaratıcılık alanındaki araştırmaların yetersizliğine dikkat çekmesiyle başlamıştır. Bu gelişmenin ardından, araştırmacıların yaratıcılığın matematik eğitimindeki rolünü fark etmeleriyle birlikte, özellikle son yıllarda matematik eğitimi alanında bu kavrama yönelik ilgi önemli ölçüde artmıştır (Sriraman, 2009). Bu yönelim, matematik eğitimi alanında gerçekleştirilen uluslararası kongre ve bilimsel toplantıların temalarına da yansımıştır. Nitekim Congress of European Research in Mathematics Education (CERME, 2015) kapsamında "matematiksel potansiyel, yaratıcılık ve yetenek", Psychology of Mathematics Education (PME, 2016) çerçevesinde "öğretimde yaratıcılık ve uzmanlık arasındaki etkileşim ve matematik öğrenimi" ve International Congress of Mathematics Education (ICME, 2017) bünyesinde "matematik ve yaratıcılık" temalı çalışmalar yürütülmüştür.

Bunun yanı sıra, matematik eğitimi alanındaki akademik dergilerde de yaratıcılığın önemi vurgulanmaktadır. Örneğin, alanın önde gelen dergilerinden biri olan ZDM–Mathematics Education, matematiksel yaratıcılık temasına odaklanan çeşitli özel sayılar yayımlamıştır. Bu kapsamda 2022 yılında "Matematiksel Yaratıcılık Üzerine Deneysel Çalışmalar: Mevcut Durum" (ZDM, 2022), 2017 yılında "Matematiksel Yaratıcılık ve Psikoloji: Geleceğe Geri mi Dönüyoruz?" (ZDM, 2017), 2013 yılında "Yaratıcılık ve Matematik Eğitimi" (ZDM, 2013) ve 1997 yılında "Matematiksel Yaratıcılığın Geliştirilmesi" (ZDM, 1997) başlıklı özel sayılar yayımlamıştır. Bu gelişmeler, matematiksel yaratıcılığın matematik eğitimi alanında giderek daha fazla önem kazanan bir konu olduğunu göstermektedir.

Matematik eğitimi literatüründe, yaratıcılığa ilişkin üzerinde ortak karara varılmış tek bir tanımın bulunmadığı ifade edilmektedir (Haavold, Sriraman & Lee, 2020; Sriraman, 2005). Bazı araştırmacılar (Kozłowski, Chamberlin & Mann, 2019; Leikin, 2009; Siswono, 2011), matematiksel yaratıcılığı açıklarken Guilford'un (1973) yaratıcı bireylerde bulunduğunu ileri sürdüğü akıcılık, esneklik, özgünlük ve ayrıntılandırma boyutlarını temel almışlardır. Bunun yanında, literatürde matematiksel yaratıcılığa ilişkin bireysel tanımlara da yer verilmektedir.

Örneğin Ervynck (1991), matematiksel yaratıcılığı matematiksel hedefleri oluşturma ve bu hedefler arasındaki ilişkileri keşfetme becerisi olarak tanımlamaktadır. Sriraman'a (2004) göre matematiksel yaratıcılık, problemin karmaşıklık düzeyinden bağımsız olarak, probleme alışılmışın dışında, açık ve derin bir anlayış içeren çözümler üretme sürecini ifade etmektedir. Krutetskii (1997) ise matematiksel yaratıcılığı problem çözme bağlamında ele almış; yaratıcılığın problemin formüle edilmesi, yeni fikirlerin ortaya konulması, bağımsız düşünme ve orijinallik gibi özelliklerle kendini gösterdiğini belirtmiştir. Lee vd.'e (2003) göre matematiksel yaratıcılık, yaratıcı düşünmeye vurgu yapan bir bilişsel yetenek olarak ele alınabileceği gibi, ortaya konan ürün üzerinden de tanımlanabilmektedir.

Yaratıcılığa ilişkin tanım ve açıklamaların çeşitlilik göstermesi, bazı araştırmacıları matematiksel yaratıcılığın nasıl kavramsallaştırıldığını incelemeye yöneltmiştir. Bu çalışmalardan biri olan Biçer'in (2021) araştırması, mevcut literatürdeki tanımları sentezleyerek matematiksel yaratıcılığın özünde; özgün matematiksel ürünler ortaya koyma, matematiksel problemlere farklı ve uygulanabilir çözümler geliştirme ve matematiksel zorlukların yenilikçi problem çözme yaklaşımlarıyla aşılmasını içeren beceriler bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Öte yandan, birçok araştırmacı matematiksel yaratıcılığı matematiksel yetenek kavramı ile birlikte ele almaktadır (Brunkalla, 2009). Buna karşılık, bazı tanınmış matematikçiler (Hadamard, 1945; Halmos, 1968; Muir, 1988), matematik alanındaki önemli buluş ve başarıların, geleneksel akademik yetenekten çok yaratıcı düşünme becerisi gerektirdiğini vurgulamışlardır (Livne & Milgram, 2006).

Görüldüğü gibi matematik gibi kurala dayalı disiplinlerde yaratıcılık özgün düşünme, çoklu çözüm yolları üretme ve problem kurma becerileri üzerinden önemli bir yer tutmaktadır (Sriraman, 2005). Bu bağlamda matematiksel yaratıcılık, bireyin matematiksel kavramlar, ilişkiler ve işlemler üzerinde düşünerek yeni fikirler, farklı çözüm yolları ya da daha önce karşılaşılmamış problemler geliştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Leikin, 2009). Bu açıdan matematiksel yaratıcılık, matematiksel düşünme becerileri ile yaratıcı düşünme süreçlerinin bir araya geldiği özgün bir alan olarak değerlendirilmektedir.

Matematik eğitimi alanındaki araştırmalarda matematiksel yaratıcılık genellikle Torrance'ın (1974) yaratıcı düşünmeyi açıklamak amacıyla ortaya koyduğu dört temel bileşen olan akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik (ayrıntılılandırma) boyutları çerçevesinde ele

alınmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda Leikin (2009), akıcılığı bireyin ilişkili fikirleri akıcı biçimde kullanabilme kapasitesi; esnekliği bir probleme farklı bakış açılarıyla yaklaşabilme ve çeşitli çözüm yolları geliştirebilme becerisi; özgünlüğü alışılmışın dışında ve benzersiz düşünceler üretebilme yetisi; derinliği ise ortaya konan fikirlerin ayrıntılı biçimde açıklanması ve geliştirilmesi olarak tanımlamaktadır. Yaratıcılığın göstergeleri olarak kabul edilen bu boyutlar aynı zamanda matematiksel yaratıcılığı değerlendirmede kullanılan önemli ölçütler arasında yer almaktadır (Kwangpukieo & Sawangboon, 2024; Leikin & Elgrably, 2022; Molad vd., 2020).

Matematiksel yaratıcılık çoğu zaman problem çözme ve problem kurma etkinlikleri aracılığıyla incelenmekte ve değerlendirilmektedir (Kwon, Park, & Park, 2006; Silver, 1997). Bu süreçte bireyin matematiksel yaratıcılık düzeyi, akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik gibi yaratıcı düşünme boyutları dikkate alınarak belirlenmeye çalışılmaktadır (Shriki, 2013; Siswono, 2011; Leikin, 2009). Matematiksel yaratıcılık ile problem çözme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Sriraman ve Liljedahl (2006), çözümü bilinen bir probleme farklı bakış açılarıyla yaklaşarak alternatif çözümler üretmenin yaratıcı düşünmeyi desteklediğini belirtmektedir. Benzer biçimde Stupel ve Chaim (2017), bir probleme birden fazla çözüm yaklaşımıyla yaklaşmanın bireyin yaratıcı düşünme kapasitesini geliştirdiğini ifade etmektedir. Bunun temel nedeni, farklı çözüm yollarının araştırılması sürecinde matematiksel muhakeme becerilerinin ve kavramsal anlayışın daha da derinleşmesidir.

Matematiksel yaratıcılığın gelişiminde problem çözme ve problem kurma süreçlerinin önemli bir rolü bulunmaktadır. Krutetskii (1976), yaratıcı matematiksel düşünmenin öğrencinin probleme yaklaşım biçiminden çözüm sürecini yapılandırma şekline kadar birçok aşamada gözlemlenebileceğini vurgulamaktadır. Özellikle açık uçlu ve birden fazla çözüm yoluna izin veren problem durumlarının, öğrencilerin hem yaratıcı düşünme becerilerini hem de üst düzey bilişsel süreçlerini harekete geçirdiği belirtilmektedir (Haylock, 1997). Esi'ye göre matematiksel yaratıcılık, öğrencinin yalnızca mevcut bilgileri tekrar etmesiyle sınırlı olmayıp, bu bilgilerden hareketle yeni problemler, stratejiler ve çözüm yolları geliştirebilmesini de kapsamaktadır. Bu durum, öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri ile yaratıcı düşünme becerilerinin iç içe geçtiği bir öğrenme sürecinin oluşmasına katkı sağlamaktadır.

Matematiksel yaratıcılık, sadece bireysel yeteneklerle sınırlı olmayıp, eğitim ortamı ve öğretim yaklaşımlarından da etkilenmektedir. Özellikle yapılandırmacı ve sosyal

yapılandırmacı öğrenme ortamları, öğrencilerin kendi bilgi yapılarını oluşturmalarına, akranlarıyla etkileşim içinde farklı çözüm yolları geliştirmelerine ve özgün problemler ortaya koymalarına olanak sağlamaktadır (Crespo & Sinclair, 2008; Özden, 2014). Bu bağlamda, yaratıcı düşünceye olanak tanıyan öğrenme ortamları, matematiksel yaratıcılığı geliştirmenin en etkili yollarından biridir (Levenson, 2011). Ulusal literatürde de matematiksel yaratıcılığın önemi giderek artmakta ve özellikle üstün yetenekli öğrencilerde bu becerinin erken yaşlarda desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Esi, 2018).

Sonuç olarak, matematiksel yaratıcılık, bireyin soyut düşünme gücünü ve problem çözme becerisini yaratıcılıkla harmanladığı çok katmanlı bir zihinsel süreçtir. Öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının geliştirilmesi, hem matematiksel anlayışlarını derinleştirmeye hem de öğrencileri özgün, eleştirel ve üretken bireyler hâline getirmeye yardımcı olacaktır.

2.2.1. Matematiksel yaratıcılık için gerekli olan beceriler

Matematiksel yaratıcılık, bireyin problem çözme sürecinde gösterdiği özgünlük, esneklik ve analitik düşünme becerilerini içeren çok yönlü bir yetenek alanıdır (Balka, 1974). Bu beceri, matematiksel yapılar ve kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetme ve farklı problem çözme stratejileri geliştirme kapasitesiyle doğrudan bağlantılıdır (Haylock, 1987). Örneğin, bir öğrencinin matematiksel bir problemi çözmek için geliştirdiği farklı yaklaşımlar ve bu yaklaşımların etkinliği, bireyin matematiksel yaratıcılığının önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilir (Sriraman, 2005). Bu nedenle, matematiksel yaratıcılık, bireyin mevcut bilgilerini yeni bağlamlara uygulayarak yenilikçi çözümler üretme sürecini ifade eder.

Guilford (1967), matematiksel yaratıcılığı iraksak düşünme ile ilişkilendirmekte ve bu düşünme biçiminin bireylerin problemlere alışılmadık bakış açılarıyla yaklaşmalarını sağladığını belirtmektedir. Iraksak düşünme, tek bir doğru cevaptan ziyade, farklı çözüm yollarını keşfetmeyi ve problem çözme süreçlerinde esneklik göstermeyi teşvik eder (Runco, 2010). Bu bağlamda, matematiksel yaratıcılığı yüksek bireyler, karşılaştıkları matematiksel problemleri standart yöntemlerin ötesinde ele alarak, özgün ve yenilikçi çözümler üretebilirler (Sheffield, 1994). Böylece, matematiksel yaratıcılık, bireylerin sadece mevcut bilgileri kullanmakla kalmayıp, yeni ve yenilikçi çözümler geliştirme kapasitelerini de vurgular.

Yaratıcı düşünme sürecinin temel bileşenleri olan akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik (ayrıntılılandırma), matematiksel yaratıcılığın gelişiminde kritik rol oynar (Plucker & Makel, 2010). Akıcılık, bir bireyin belirli bir problem bağlamında çok sayıda fikir üretebilme

kapasitesini ifade ederken, esneklik, bu fikirlerin farklı durumlara nasıl uyarlanabileceğini gösterir (Guilford, 1968). Özgünlük, bireyin alışılmadık, yenilikçi çözümler geliştirme yeteneğini tanımlarken, derinlik (ayrıntılılandırma), öğrencinin matematiksel problemlerin ayrıntılarını inceleyerek bunlar arasında ilişkiler kurma becerisini ifade eder (Kaufman & Sternberg, 2010; Torrance, 1995). Bu bileşenlerin matematiksel yaratıcılıkla doğrudan ilişkili olması, matematiksel yaratıcılığın bu bileşenler üzerinden somut biçimde gözlemlenmesini mümkün kılmakta, bu yönüyle de söz konusu bileşenler matematiksel yaratıcılığın hem tanımlanmasında hem de değerlendirilmesinde temel ölçütler olarak işlev görmektedir. Bu bağlamda matematiksel yaratıcılık yalnızca bireyin var olan bilgileri uygulamasını değil, aynı zamanda bilgiyi dönüştürerek yeni matematiksel yapılar oluşturmasını sağlayan dinamik bir süreç olarak değerlendirilmektedir.

Matematiksel keşif sürecinde sıklıkla kullanılan yaklaşımlardan biri tümevarım yöntemidir. Poincaré (1952) ve Polya (1954) gibi önemli matematikçiler, tümevarımın yaratıcı matematiksel düşünmenin temel unsurlarından biri olduğunu vurgulamışlardır. Tümevarımsal düşünmeyi destekleyen önemli becerilerden biri de matematiksel örüntüler arasındaki benzerlik ve farklılıkları fark edebilme yetisidir. Matematiğin bir örüntüler bilimi olarak ele alınması (Goldenberg, Cuoco ve Mark, 1998), örüntü tanıma becerisinin matematiksel yapılar arasındaki ilişkileri anlamada ve yeni yapılar geliştirmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Haylock (1970) da bu beceriyi matematiksel yaratıcılığın gelişimi açısından temel unsurlardan biri olarak değerlendirmiştir. Bu süreçte analogik düşünme de yaratıcı matematiksel üretimlerin ortaya çıkmasına katkı sağlayabilmektedir. Polya (1954) ve Gentner'e (1998) göre analogiler, ilk bakışta doğrudan ilişkili görünmeyen durumlar arasında kurulan kavramsal bağlantılar aracılığıyla yeni çözüm yollarının ve özgün problem yapılandırmalarının ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Poincaré (1952) ise analogiyi yalnızca yüzeysel benzerliklere dayalı bir ilişkilendirme olarak değil, daha derin ve soyut düzeyde kurulan bağlantılar olarak ele almakta ve bu tür ilişkileri yaratıcı düşünmenin temel bileşenlerinden biri olarak görmektedir.

Tüm bu becerilerin yanında problem çözme ve problem kurma süreçleri, matematiksel yaratıcılığın hem görünür hale gelmesini sağlayan bir yansıma alanı hem de bu yaratıcılığı geliştiren araçlar olarak öne çıkmaktadır. Matematiksel düşünmenin temel bileşenlerinden biri problem çözme sürecidir (Polya, 1973; Silver, 1997). Problem çözme, bireyin karşılaştığı bir durumu analiz ederek buna yönelik yeni ve yaratıcı çözüm yolları geliştirmesini

gerektirmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı, yaratıcı düşünme ile problem çöme süreçleri arasında güçlü ve ayrılmaz bir ilişki bulunduğunu belirtmektedir (Fisher, 1990; Guilford, 1967; Matlin, 1994). Bununla birlikte matematiksel yaratıcılık yalnızca verilen problemleri çöme becerisiyle sınırlı değildir; bireyin yeni problem durumları oluşturabilmesi de bu yaratıcılığın önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Silver, 1997; Yuan & Sriraman, 2011). Problem kurma süreci, bireyin zihinsel üretimini doğrudan ortaya koymasına olanak sağlayan bir ortam sunmakta ve bu yönüyle yaratıcı düşünmenin daha derin düzeyde ortaya çıkmasını desteklemektedir. Nitekim NCTM (1989), öğrencilerin kendi problemlerini oluşturabilecekleri öğrenme ortamlarının matematiksel yaratıcılığın gelişimine önemli katkılar sağladığını vurgulamaktadır.

2.2.2. Matematiksel Yaratıcılığın Ölçülmesi

Matematiksel yaratıcılığın ölçülmesi, bireyin yaratıcı potansiyelini belirlemek, bu potansiyeli geliştirmek ve etkili bir şekilde kullanmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilen bir süreçtir (Treffinger, 2003). Yaratıcılığın çok boyutlu bir yapı olması ve psikolojik bir kavram olarak ele alınması, bu süreci karmaşık hale getirmektedir (Hunsaker & Callahan, 2004). Matematiksel yaratıcılığın değerlendirilmesi için hangi bileşenlerin temel alınacağı ve bu bileşenlerin nasıl ölçüleceği büyük önem taşımaktadır. Matematiksel yaratıcılığı ölçmek için kullanılan yaygın bileşenler arasında akıcılık, esneklik ve orijinallik yer alır (Guilford, 1967; Han & Marvin, 2002; Haylock, 1987; Mann, 2006). Bu bileşenlerin her biri, yaratıcı düşüncenin farklı yönlerini ortaya koyarak kapsamlı bir değerlendirme sağlar.

Akıcılık, bireyin bir problem karşısında ürettiği farklı ve anlamlı çözümlerin sayısını ifade eder. Bu, düşünme eylemindeki sürekliliği ve bireyin zihnindeki bilgileri geri çağırma becerisini gösterir (Levav-Waynberg & Leikin, 2010). Akıcı düşünebilen birey, bir problemi çözmek için çeşitli düşünceleri kısa sürede üretebilir (Yılmaz, 2014). Bu nedenle, akıcılık, bireyin yaratıcı süreçlerde ne kadar üretken olduğunu ölçmede kritik bir rol oynar. Esneklik, bir problem için kullanılan yöntem veya stratejiden başka birine geçebilme becerisidir. Esnek düşünme, bilginin sabitliği ve değişkenliği ile ilişkilidir ve yeni duruma hızla uyum sağlamayı ifade eder (Guilford, 1966; Vidal, 2010). Bu beceri, bireyin değişen koşullara nasıl uyum sağladığını ve farklı bakış açıları geliştirme yeteneğini yansıtır. Esnek düşünebilen bireyler, problem çöme sürecinde yalnızca tek bir yönteme bağlı kalmak yerine, farklı yöntemler deneyerek yeni çözüm yolları üretebilirler. Orijinallik, yaratıcılığın en temel ölçütüdür ve alışılmışın dışında, benzersiz fikirler veya çözümler üretme yeteneğini ifade eder. Orijinal

çözümler, nadir üretilen ve özgün kabul edilen yanıtlardır. Bu, yaratıcı düşünmenin merkezinde yer alır (Leikin & Lev, 2012; Sternberg & Lubart, 1996). Orijinallik, bireyin sıradışı düşünme kapasitesini ve problemlere yenilikçi yaklaşımlar geliştirme yeteneğini ortaya koyar, bu da yaratıcı düşüncenin en belirgin göstergelerinden biridir.

Balka'nın (1974) Matematikte Yaratıcı Yetenek Ölçeği (CAMT), matematiksel yaratıcılığı ölçmeye yönelik geliştirilen ilk testlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu ölçek, öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmış olup, 4 açık uçlu ve 2 kapalı uçlu olmak üzere toplam 6 maddeden oluşmaktadır. Balka, test maddelerini belirlerken matematik alanındaki uzmanlarla görüşerek matematiksel hipotezlerin formüle edilmesi, örüntülerin belirlenmesi, zihinsel setlerden kurtulma, matematiksel fikirleri değerlendirme, kayıp matematiksel bilgiyi tamamlama ve problemleri belirli alt problemlere ayırma gibi kriterleri dikkate almıştır. Kapalı uçlu sorular doğru-yanlış formatında puanlanırken, açık uçlu sorular akıcılık, esneklik ve orijinallik ölçütlerine göre değerlendirilmektedir.

Leikin ve Lev (2012) tarafından geliştirilen matematiksel yaratıcılık modeli, öğrencilerin problem çözme süreçlerini analiz etmek ve yaratıcı potansiyellerini değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. Model, çözüm uzayı kavramına dayanarak problemlere getirilen farklı çözümleri geleneksel (müfredatla ilişkili) ve geleneksel olmayan (müfredat dışı) olarak ikiye ayırır. Matematiksel yaratıcılık, öğrencilerin geliştirdikleri alternatif çözüm yolları üzerinden değerlendirilir ve bu süreçte akıcılık, esneklik ve orijinallik temel ölçütler olarak ele alınır. Akıcılık, üretilen çözüm sayısını; esneklik, kullanılan stratejilerin çeşitliliğini; orijinallik ise çözümlerin özgünlüğünü ifade eder. Model, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgilerini kullanarak değil, aynı zamanda yaratıcı ve esnek düşünme becerilerini ortaya koyarak nasıl problem çözdüklerini değerlendirmeye odaklanmaktadır. Bu kapsamda, matematiksel yaratıcılığı ölçmeye yönelik geliştirilen bu yaklaşım, geleneksel başarı ölçütlerinin ötesine geçerek öğrencilerin problem çözme süreçlerindeki yenilikçi düşünme kapasitelerini anlamaya yardımcı olmaktadır.

Matematiksel Yaratıcı Problem Çözme Becerisi Testi (MCPSAT), Lee ve diğerleri (2003) tarafından geliştirilerek özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Test, matematiksel problem çözme sürecini akıcılık, esneklik ve orijinallik bileşenleri üzerinden ölçerken, aynı zamanda içgörü, bilginin organize edilmesi, üç boyutlu algılama, soyutlama, mantık ve genelleme gibi bilişsel yetenekleri de kapsamaktadır. Öğrencilerin seviyelerine göre farklı zorluk düzeylerinde sorular içeren

MCPSAT, tekil ve çoğul düşünme yapıları arasındaki ilişkiyi inceleyerek, bu iki düşünme biçimi arasında anlamlı bir bağ olduğunu göstermiştir. Tekil düşünme (convergent production or thinking) iyi tanımlanmış bir problemin doğru ya da en iyi çözümünü ortaya çıkarma süreci (Cropley, 2006; Runco, 1990) olarak tanımlanırken; çoğul düşünme (divergent production or thinking) ise iyi tanımlanmamış bir problemin çok sayıda çözümlerin uygulanması sürecidir (Sak and Maker, 2005).

Stoyanova (1997) tarafından geliştirilen problem oluşturma testi, öğrencilerin matematiksel problem oluşturma süreçlerini ve bu süreçlerdeki yaratıcılıklarını değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Test, Balka (1974) ve Leung'un (1997) problem oluşturma ve çözme şemalarına dayanarak geliştirilmiş olup, öğrencilerin yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve bağımsız durumlar karşısında gösterdikleri problem oluşturma becerilerini ölçmektedir. Problem oluşturma sürecini problem çözmeye birlikte ele alan bu test, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını değerlendirme açısından önemli bir araç olarak görülmektedir. Stoyanova'nın (1997) geliştirdiği değerlendirme şeması, problem çözme ve oluşturma süreçlerinin birbirinden ayrılmaz olduğunu vurgulamakta ve öğrencilerin problem kurma becerilerinin gelişimini izlemek için kullanılmaktadır.

Matematiksel yaratıcılığı ölçmek amacıyla geliştirilen ve Türkiye'de Sezerel ve Sak (2022) tarafından uygulamaya konulan Matematik Üretkenlik Testi (MÜT), bu alanda önemli bir ölçüm aracı olarak kabul edilmektedir. Ortaokul düzeyindeki öğrencilerin matematiksel yaratıcılığını değerlendirmeyi amaçlayan MÜT, kuramsal olarak Nickerson'ın (2010) Matematiksel Düşünme Modeli'ne dayanmaktadır. Bu model, matematiksel düşünmeyi problem oluşturma, varsayım oluşturma ve kanıtlama gibi temel bileşenler üzerine inşa etmekte olup, MÜT de bu üç bileşeni esas alarak öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini ölçmektedir. Her bir alt ölçekte iki madde yer almakta olup, bu maddeler öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini farklı boyutlarda değerlendirmektedir. Test, problem oluşturma, varsayım oluşturma ve kanıtlama olmak üzere üç alt ölçekten oluşmakta ve her bir alt ölçek, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini farklı boyutlarda değerlendiren maddeler içermektedir. Problem oluşturma alt ölçeği öğrencilerin matematiksel problem üretme yeteneklerini, varsayım oluşturma alt ölçeği matematiksel hipotez geliştirme becerilerini ve kanıtlama alt ölçeği ise öğrencilerin matematiksel ifadelerin doğruluğunu sorgulama yetilerini ölçmektedir. Sezerel ve Sak (2022) MÜT'ün puanlama yöntemini, akıcılık, esneklik ve yaratıcılık bileşenlerine dayanmaktadır. Akıcılık, üretilen doğru cevapların sayısını; esneklik, bu cevapların farklı kategorilere dağılımını; yaratıcılık ise hem

akıcılığı hem de esnekliği yüksek olan yanıtları daha değerli kılarak öğrencinin matematiksel yaratıcılık seviyesini hassas bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamlı puanlama sistemi, öğrencilerin yalnızca doğru yanıt üretme kapasitelerini değil, aynı zamanda çözümlerinin çeşitliliğini ve özgünlüğünü de dikkate alarak matematiksel yaratıcılığı çok boyutlu bir perspektiften ele almaktadır.

Akgül ve Kahveci (2016) çalışmasında, ortaokul öğrencilerinin matematiksel yaratıcılığını ölçmek amacıyla Matematiksel Yaratıcılık Ölçeği (MCS) geliştirilmiştir. Ölçek, 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine yönelik geçerli ve güvenilir bir değerlendirme aracı oluşturmayı hedeflemiştir. Geliştirme sürecinde, önce 50 öğrenciyle pilot çalışma yürütülmüş, ardından İstanbul'daki dört farklı ortaokuldan 297 öğrenciyle saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin psikometrik özelliklerini incelemek amacıyla keşfedici faktör analizi (EFA) uygulanmış, madde analizi yapılarak madde ayırt ediciliği, iç tutarlılık ve yapı geçerliliği test edilmiştir. Çalışma, bu ölçeğin üstün yetenekli öğrencilerin belirlenmesinde ve eğitsel müdahalelerde kullanılacak bilimsel bir ölçüm aracı olarak önemli bir katkı sunduğunu vurgulamaktadır.

Matematiksel yaratıcılığın ölçülmesi, bireyin yaratıcı potansiyelini belirlemek ve bu potansiyeli geliştirmeye yönelik eğitsel müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek açısından kritik bir süreçtir. Ancak, yaratıcılığın doğası gereği çok boyutlu olması, geçerli ve güvenilir ölçüm araçlarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, matematiksel yaratıcılığı ölçmek ve desteklemek amacıyla daha fazla araştırmaya ve yenilikçi ölçme araçlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Akgül, 2014). Yaratıcılığın farklı bileşenleri dikkate alınarak yapılan ölçümler, eğitim süreçlerinin etkinliğini artırarak yaratıcı bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlamaktadır (Hunsaker & Callahan, 2004; Khatena, 1982). Bu nedenle, eğitimcilerin ve araştırmacıların matematiksel yaratıcılığı değerlendirmek için kapsamlı ve güvenilir ölçüm araçları geliştirme yönünde sürekli çaba göstermeleri, hem eğitim sisteminin kalitesini artırmak hem de yaratıcı düşünme becerilerini destekleyen öğrenme ortamları oluşturmak açısından büyük önem taşımaktadır. Matematiksel yaratıcılığı ölçerken yalnızca bireysel performans değil, aynı zamanda öğrenme ortamı, öğretmen yönlendirmesi ve öğrencinin ifade özgürlüğü gibi değişkenlerin de sürece etkisi göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Crespo & Sinclair, 2008). Çünkü matematiksel yaratıcılık, yalnızca ortaya çıkan son ürün üzerinden değil; öğrencinin problemi nasıl ele aldığı, hangi stratejileri denediği, düşüncesini nasıl dönüştürdüğü ve bu süreci nasıl gerekçelendirdiği üzerinden anlam kazanan bir yapıya sahiptir.

2.3. Problem Çözme ve Matematiksel Yaratıcılık

Problem çözme, bireyin karşılaştığı bir engeli aşabilmek amacıyla bilinçli bir çaba göstererek çözüm yolları geliştirdiği bilişsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Mayer, 1992; Altun, 2022). Bu süreç yalnızca doğru sonuca ulaşmayı değil; çözüm sürecini yapılandırmayı, farklı stratejiler denemeyi ve çeşitli düşünme yolları geliştirmeyi içeren üst düzey zihinsel etkinlikleri de kapsamaktadır. Polya (1957) problem çözme sürecini problemi anlama, plan oluşturma, planı uygulama ve çözümü değerlendirme olmak üzere dört aşamalı bir düşünme süreci şeklinde açıklamaktadır. Bu model, öğrencilerin yalnızca işlemsel becerilerini kullanmalarını değil, aynı zamanda düşünme süreçlerini gözden geçirerek yeniden yapılandırmalarını da teşvik etmektedir. Schoenfeld (1985) ise problem çözmeyi yalnızca strateji kullanımına indirgememekte; bireyin kendi düşünme süreçlerinin farkında olması, zamanı etkili kullanması ve mevcut kaynaklardan yararlanması gibi üst düzey becerileri de kapsayan bir sistem olarak ele almaktadır. Yapılandırmacı bir bakış açısıyla Jonassen (2000), problem çözmeyi bireyin anlam oluşturma süreci olarak tanımlamakta ve probleme dayalı öğrenme ortamlarının yaratıcı düşünmenin gelişimine katkı sağladığını belirtmektedir. Benzer şekilde problem çözenin yalnızca bilişsel bir etkinlik olmadığı, aynı zamanda öğrencilerin düşüncelerini ifade edebildikleri yaratıcı bir süreç olduğu görüşü Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalarla da desteklenmektedir (Duatpe Paksu ve Ubuz, 2009; Soylu ve Soylu, 2005).

Matematiksel bağlamda problem çözme, yalnızca doğru cevaba ulaşmayı değil; çözüm yollarının çeşitliliğini, çözüm sürecinin yaratıcı biçimde ele alınmasını ve özgün yaklaşımların geliştirilmesini de içermektedir (Altun, 2022; Silver, 1997; Sriraman, 2004). Bu açıdan problem çözme, mekanik bir işlem sürecinden ziyade yaratıcı düşünmenin matematiksel yansıması olarak değerlendirilmektedir. Guilford (1967), yaratıcı düşünmenin önemli bileşenlerinden birinin problem durumlarına yeni çözümler geliştirebilme olduğunu belirtirken; Fisher (1990) ve Matlin (1994) de problem çözme sürecinin yaratıcılığı ortaya çıkaran önemli bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle açık uçlu ve rutin olmayan problemler bireylerin esnek düşüncelerine, farklı bakış açıları geliştirmelerine ve analogiler kurmalarına olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle problem çözme süreci, matematiksel yaratıcılığın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Nitekim Ersoy ve Güven (2011), problem çözenin yalnızca çözüme ulaşma süreci değil, aynı zamanda çözüm sürecinde yaratıcı düşünmenin gelişmesine katkı sağlayan bir etkinlik olduğunu ifade etmektedir.

Silver (1997), matematiksel yaratıcılığın çoğu zaman problem çözme süreciyle iç içe geçtiğini ve yaratıcılığın problem çözme ile güçlü bir ilişki içinde olduğunu belirtmektedir.

Sriraman (2004) ise yaratıcı matematiksel düşünmeyi, rutin olmayan problem durumlarında özgün çözüm yolları geliştirme kapasitesi olarak tanımlamaktadır. Bu süreçte bireyin genelleme yapabilmesi, örüntüler arasında ilişki kurabilmesi, soyutlama ve analogi gibi bilişsel becerileri kullanabilmesi önem kazanmaktadır. Bununla birlikte matematiksel yaratıcılık yalnızca var olan problemleri çözmeye sınırlı değildir; yeni problem durumları oluşturma, yani problem kurma becerisi de bu sürecin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır (Silver, 1994; Yuan & Sriraman, 2011). Problem çözme ve problem kurma süreçlerinin birlikte ele alınması, bireyin hem düşünsel hem de yaratıcı üretim süreçlerini desteklemekte ve matematiksel yaratıcılığın gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle matematiksel yaratıcılık bağlamında problem kurma sürecinin de incelenmesi önem taşımaktadır.

2.4. Problem Kurma ve Matematiksel Yaratıcılık

Problem kurma, bireyin sahip olduğu matematiksel bilgi ve deneyimlerden yararlanarak yeni ve anlamlı problem durumları oluşturmaya süreci olarak tanımlanmaktadır (Silver, 1994). Bu süreçte birey yalnızca verilen bir problemi çözmekle sınırlı kalmaz; aynı zamanda kendi düşünme stratejilerini, varsayımlarını ve yaratıcı bakış açılarını kullanarak yeni problem senaryoları geliştirmektedir. Bu yönüyle problem kurma, matematiksel düşünmenin üretken yönünü temsil etmekte ve öğrencilerin öğrenme sürecinde daha aktif bir rol üstlenmelerine olanak sağlamaktadır (Singer, Ellerton & Cai, 2011). NCTM (1989) de öğrencilerin kendi matematiksel problemlerini oluşturmalarının onları pasif bilgi alıcıları olmaktan çıkararak üretici konuma taşıdığını ve yaratıcı potansiyellerini ortaya koyduğunu belirtmektedir. Özellikle yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, bireyin bilgiyi yeniden yapılandırarak anlamlandırabilmesi için problem kurmaya dayalı etkinliklerin önemli bir yer tuttuğu vurgulanmaktadır (English, 1997; Jonassen, 2000).

Silver (1997) problem kurmayı yalnızca öğrenmenin bir sonucu olarak değil, aynı zamanda öğrenme sürecini şekillendiren bilişsel bir etkinlik olarak ele almaktadır. Bu sürecin öğrencilerin düşünme biçimlerini ortaya çıkarmada, matematiksel ilişkileri fark etmelerinde ve çok yönlü düşünme becerilerini geliştirmelerinde önemli fırsatlar sunduğu ifade edilmektedir. Aynı zamanda problem kurma, matematiksel yaratıcılığın en açık biçimde gözlenebildiği alanlardan biri olarak kabul edilmektedir (Silver, 1994; Sriraman, 2005). Çünkü problem kurma süreci bireyin farklı problem senaryoları üretmesini, yeni matematiksel yapılar oluşturmalarını ve bu yapılar arasında ilişkiler kurmasını gerektirmektedir. Bu durum,

yaratıcı düşünmenin temel bileşenleri arasında yer alan esneklik, özgünlük ve akıcılık gibi özellikleri doğrudan içermektedir (Torrance, 1974; Sak, 2009).

Problem kurma etkinliklerinin eğitim ortamlarında nasıl yapılandırılabilceğine ilişkin en kapsamlı sınıflandırmalardan biri Stoyanova ve Ellerton (1996) tarafından geliştirilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre problem kurma süreci; yapılandırılmış problem kurma, yarı yapılandırılmış problem kurma ve serbest problem kurma olmak üzere üç temel kategori altında ele alınmaktadır. Yapılandırılmış problem kurma sürecinde öğrencilere belirli bir matematiksel durum ya da işlem sunularak bu duruma uygun bir problem oluşturmaları beklenmektedir. Bu tür etkinlikler öğrencilerin belirli bir çerçevede düşünmelerine yardımcı olmaktadır. Yarı yapılandırılmış problem kurmada ise öğrencilere açık uçlu ifadeler, grafikler veya sayı dizileri gibi uyarıcılar verilmekte ve öğrencilerden bu uyarıcılardan hareketle problem geliştirmeleri istenmektedir. Serbest problem kurma ise öğrencilerin kendi seçtikleri matematiksel içeriklere dayalı olarak tamamen özgün problemler oluşturabilecekleri bir süreçtir. Bu tür problem kurma etkinlikleri, yaratıcılığın en yoğun biçimde ortaya çıktığı durumlar olarak değerlendirilmektedir (Stoyanova & Ellerton, 1996). Stoyanova'nın bu sınıflaması, matematiksel yaratıcılığı destekleyen öğrenme ortamlarında öğretmenlere hem yapılandırılmış hem de açık uçlu etkinlikleri dengeli biçimde planlama imkânı sunmaktadır. Bu yaklaşım, problem kurmanın yalnızca bir öğrenme ürünü değil, aynı zamanda yaratıcı düşünme süreçlerini harekete geçiren önemli bir öğrenme deneyimi olduğunu göstermektedir (Silver, 1997; Leikin, 2009).

Uluslararası literatürde problem kurma, matematiksel yaratıcılığın hem değerlendirilmesinde hem de geliştirilmesinde önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Leikin, 2009; Mann, 2006). Özellikle açık uçlu yapıya sahip ve birden fazla çözüm yoluna imkân tanıyan problem kurma etkinliklerinin, öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini daha görünür hale getirdiği belirtilmektedir (Bonotto & Dal Santo, 2015). Bu bağlamda Yuan ve Sriraman (2011), problem kurma sürecinin yalnızca yaratıcı bir ürün ortaya çıkarmakla sınırlı olmadığını; aynı zamanda bireyin yaratıcı düşünme biçimlerinin gözlemlenmesine de olanak sağladığını vurgulamaktadır. Bu doğrultuda bu araştırmada problem kurma becerilerini içerecek şekilde tasarlanan ve uygulanan etkinlikler; öğrencilerin hem matematiksel yaratıcılıklarını ortaya çıkaran hem de sistematik biçimde geliştirmeyi hedefleyen bir öğrenme ortamı sunmakta olduğu özellikle ifade edilmelidir.

Problem kurma becerisinin öğrencilerin özgün düşünme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği, aynı zamanda yaratıcı potansiyellerini ortaya çıkarmada önemli bir rol

oynadığı ifade edilmektedir (Bal & Özdemir, 2020; Demir & Uğurel, 2016). Demir ve Uğurel'e (2016) göre, öğrencilere kendi problemlerini oluşturma fırsatı verildiğinde, özgün fikirler geliştirme ve farklı çözüm yolları üretme konusunda belirgin ilerlemeler gözlenmektedir. Benzer şekilde Bal ve Özdemir (2020), problem kurma temelli öğretim süreçlerinin öğrencilerin hem matematiksel düşünme becerilerini hem de yaratıcılıklarını geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, problem kurmanın yalnızca bir öğretim yöntemi olmanın ötesinde, öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini ortaya çıkaran önemli bir strateji olduğunu göstermektedir.

Bu doğrultuda problem kurma süreci, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi yaratıcı biçimde kullanma, dönüştürme ve yeniden yapılandırma becerilerini de ortaya koyan bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla matematiksel yaratıcılığı desteklemeyi amaçlayan öğretim tasarımlarında, problem çözme etkinliklerinin yanı sıra problem kurma süreçlerine de yer verilmesi büyük önem taşımaktadır (Leikin, 2009; Sak, 2009; Silver, 1997; Stoyanova & Ellerton, 1996).

2.5. Özel Yetenekli Bireylerde Matematiksel Yaratıcılık

Özel yetenekli bireyler, sahip oldukları bilişsel, yaratıcı ya da sanatsal yetenekleri yaşltlarına göre anlamlı ölçüde farklı düzeyde olan bireylerdir (MEB, 2021). Özel yetenekli bireylerin tanımlanmasına yönelik geliştirilen kuramsal yaklaşımlar, yalnızca akademik başarıyı merkeze almakla sınırlı kalmamakta; yaratıcılık, liderlik ve sosyal uyum gibi boyutları da kapsayan daha geniş bir çerçeve sunmaktadır (Renzulli, 2011). Bu doğrultuda özel yetenek kavramının dar bir bakış açısıyla ele alınmaması, bireylerin çok yönlü gelişim potansiyellerinin dikkate alınması gerekmektedir (Özyaprak, 2012). Özel yetenekli bireyler; bilgiye karşı yoğun merakları, dili etkili biçimde kullanabilme becerileri ve güçlü bellek yapılarıyla dikkat çekmektedir (Davaslıgil, 2004). Bunun yanı sıra, edindikleri bilgileri farklı alanlara aktarabilme yetileri ve erken yaşlardan itibaren eleştirel düşünme becerileri geliştirebilmeleri, onların akademik başarılarını destekleyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Çağlar, 2004). Ayrıca yaratıcı düşünceler ortaya koyabilme, farklı disiplinlerde çalışmaktan keyif alma ve başkalarının sorunlarına karşı duyarlılık gösterme gibi bireysel özellikler de özel yetenekli bireylerin ayırt edici yönleri arasında yer almaktadır (Freeman, 2013).

Tüm bunlar birlikte ele alındığında, özel yetenekli bireylerin çok yönlü bir yapıya sahip oldukları ve gelişimlerinin farklı alanlarda kendini gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu

özelliklerin bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi, özel yeteneğin yalnızca zekâ ile sınırlı bir kavram olmadığını; bireyin çok boyutlu potansiyelini yansıtan kapsamlı bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır. Özel yetenekli bireyler; öğrenme hızları, soyut düşünme kapasiteleri, problem çözme becerileri ve yaratıcılık düzeyleri bakımından akranlarından farklı özellikler göstermektedir. Bu nedenle eğitim süreçlerinin, söz konusu bireysel farklılıkları dikkate alacak şekilde planlanması ve yapılandırılması gerekmektedir (Sak, 2011). Özellikle matematik gibi derin düşünme ve üst düzey bilişsel beceriler gerektiren alanlarda, bu öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini ortaya çıkarabilecek ve geliştirebilecek öğrenme ortamlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır (Leikin, 2009; Mann, 2006). Bu doğrultuda matematik alanında üstün yetenek kavramının ele alınması gerekmektedir.

Matematiksel üstün yetenek, bireyin matematiksel düşünme süreçlerinde derinlik kazanması, soyut kavramlarla etkili biçimde çalışabilmesi ve problem çözme sürecinde özgün ve işlevsel stratejiler geliştirebilmesiyle ortaya çıkan kapsamlı bir yetenek alanı olarak ele alınmaktadır (Sak, 2010; Sheffield, 1994). Bu alanda üstün özellikler gösteren bireyler; matematiksel ilişkileri fark etme, yapılar arasında bağlantı kurma, genellemelere ulaşma ve farklı çözüm yolları üretebilme gibi bilişsel süreçlerde akranlarından belirgin biçimde ayrılmaktadır (Krutetskii, 1976; Silver, 1997). Bu yönüyle matematiksel üstün yetenek, yalnızca hızlı işlem yapabilme ya da doğru sonuca ulaşma becerisiyle sınırlı olmayıp, matematiksel düşünmenin derinliğini ve esnekliğini yansıtan çok boyutlu bir yapı sunmaktadır. Matematiksel üstün yetenek, bireyin yalnızca belirli matematiksel bilgileri edinme hızını ya da doğruluğunu değil; bu bilgileri nasıl yapılandığını, farklı bağlamlarla nasıl ilişkilendirdiğini ve karşılaştığı yeni problemlerde nasıl dönüştürerek kullandığını da kapsayan kapsamlı bir yeterlik alanı olarak ele alınmaktadır. Sriraman'a (2005) göre bu yetenek; matematiksel yapılar arasında genellemelere ulaşabilme, özgün ilişkiler kurabilme, problem çözme sürecinde esnek düşünme ve yeni hipotezler üretebilme becerileriyle doğrudan ilişkilidir. Krutetskii'ye (1976) göre matematiksel üstün yetenek, yalnızca işlem yapma ya da hesaplama becerileriyle sınırlandırılmaz. Problem çözme sürecinde esneklik gösterebilme, yaratıcı düşünme ve soyut kavramlar arasında anlamlı ilişkiler kurabilme gibi nitelikler, bu yeteneğin ayırt edici bileşenleri arasında yer almaktadır. Benzer biçimde Silver (1997) ile Livne ve Milgram (2006), geleneksel ölçme araçlarının matematiksel yaratıcılığı ve problem çözme süreçlerinin doğasını yeterince yansıtmadığını ifade ederek, matematiksel üstün yeteneğin çok boyutlu bir yapı olarak değerlendirilmesi gerektiğine dikkat çekmektedir. Renzulli (2011), Üç Halka Modeli'nde matematiksel üstün yeteneğin yalnızca yüksek zekâ

puanı ya da akademik başarı düzeyiyle açıklanamayacağını vurgulamaktadır. Ona göre yaratıcı düşünme gücü, karmaşık problem çözme süreçlerine yönelik ilgi ve bireyin içsel güdülenmesi, bu yeteneğin temel yapı taşları arasında yer almaktadır. Bu bütüncül bakış açısı, bireylerin öğrenme ortamlarına nasıl katıldıklarını ve bilişsel potansiyellerinin hangi yollarla geliştirilebileceğini anlamada belirleyici bir rol oynamaktadır (Mann, 2005; Sak & Maker, 2006). Bu kapsamda matematiksel üstün yeteneğin sadece akademik başarıyla değil; yaratıcı düşünme, problem çözme stratejileri gibi özelliklerle de ilişkili olduğu görülmektedir.

Matematiksel üstün yetenekli bireyler, matematiksel düşünme biçimleri, problem çözme yaklaşımları ve yaratıcı üretim süreçleri bakımından akranlarından belirgin biçimde ayrılmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı'nın tanımına göre bu bireyler; verileri işleme, zihinsel akıcılık sağlama, özgün yorumlar geliştirme ve genelleme yapabilme gibi bilişsel süreçlerde ileri düzeyde performans sergilemektedir (Uzun, 2004). Söz konusu beceriler, matematiksel problemleri daha kısa sürede ve etkili biçimde çözebilmelerine, aynı problem durumunu farklı bakış açılarıyla ele alarak çeşitli çözüm yolları üretebilmelerine ve matematiksel düşünmeyi disiplinler arası bağlamlarda kullanabilmelerine imkân tanımaktadır. Bu yönüyle matematiksel üstün yetenek, yalnızca doğru sonuca ulaşma becerisinden öte, düşünme süreçlerinin derinliği ve esnekliğiyle kendini göstermektedir. Bu doğrultuda, matematiksel üstün yetenekli bireylere yönelik eğitim programlarının, onların bu kapasitelerini en üst düzeye çıkaracak şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Başka bir ifadeyle matematiksel üstün yetenekli bireylere yönelik olarak geliştirilen eğitim programlarının; öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarını gözetken, esnek yapıda ve zenginleştirilmiş içeriklerle desteklenen bir müfredat anlayışına dayanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, bu programlarda öğrencilerin matematiksel keşif yapmalarını ve soyut düşünme becerilerini geliştirmelerini teşvik eden etkinliklere yer verilmesi büyük önem taşımaktadır (Batdal Karaduman, 2010). Böyle bir yaklaşım sayesinde öğrenciler yalnızca matematiksel işlemleri öğrenmekle sınırlı kalmayıp, problem çözme süreçlerine eleştirel, sorgulayıcı ve yaratıcı bir bakış açısıyla yaklaşma fırsatı da elde edeceklerdir.

Özel yetenekli öğrencilerin mevcut müfredatın sınırlarını aşabilmeleri için, onları düşünsel açıdan zorlayacak görevlerle ve gerçek yaşamla ilişkilendirilen problem durumlarıyla karşılaşmaları gerekmektedir (Subotnik, Olszewski-Kubilius & Worrell, 2011). Bu bağlamda, problem çözme becerilerinin derinlemesine geliştirilmesi amacıyla; matematiksel yapı kurma, veri analizi yapma, mantıksal akıl yürütme ve problem kurma gibi üst düzey bilişsel süreçleri harekete geçiren etkinliklere yönlendirilmesi büyük önem

taşımaktadır (Güzel, Dede, Hıdıroğlu, Ünver & Çelik, 2019). Bu tür etkinlikler, öğrencilerin yalnızca bilgiyi kullanmalarını değil, aynı zamanda matematiksel düşünmeyi üretken ve yaratıcı biçimde yapılandırmalarını da desteklemektedir.

Matematik eğitiminde üstün yetenekli öğrenciler için yalnızca geleneksel problem çözme yaklaşımlarına yer verilmesi yeterli görülmemektedir. Bunun yanında, öğrencilerin yaratıcı biçimde problem üretme ve çözüm süreçlerine etkin olarak katılmaları da desteklenmelidir (Mann, 2005). Sheffield (1994), üstün yetenekli bireylerin matematiksel kapasitelerini geliştirebilmeleri için mevcut problemlerin çözümüyle yetinmemeleri gerektiğini; aynı zamanda yeni problem durumları tasarlamaları ve bu problemlere özgün çözümler üretmeleri gerektiğini vurgulamaktadır.

Yaratıcı problem çözme süreçlerini merkeze alan eğitim yaklaşımları, öğrencilerin matematiksel keşiflerinde daha bağımsız hareket edebilmelerine, alternatif stratejiler geliştirmelerine ve eleştirel düşünme becerilerini etkin biçimde kullanmalarına olanak tanımaktadır (Leikin & Pitta-Pantazi, 2013). Bu nedenle öğretim süreçleri, öğrencilerin problem kurma becerilerini geliştirecek biçimde yapılandırılmalı ve onları farklı düşünme yolları üretmeye yönlendirecek öğrenme ortamları sunmalıdır. Tüm bu bileşenler matematiksel yaratıcılığı görünür şekilde artırmaya yardımcı olacaktır. Matematiksel yaratıcılık, özel yetenekli bireylerde çoğunlukla özgün fikirler geliştirme, bir probleme birden fazla çözüm yolu üretebilme ve karmaşık matematiksel yapılar arasında ilişkiler kurabilme becerileri aracılığıyla ortaya çıkmaktadır (Sriraman, 2005). Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalar da özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılık açısından yüksek bir potansiyele sahip olduklarını göstermektedir (Akgül, 2014; Korkmaz, 2012). Korkmaz (2012) tarafından yapılan araştırmada, özel yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçlerinde daha fazla strateji geliştirdikleri ve çözüm yollarında daha özgün yaklaşımlar sergiledikleri belirlenmiştir. Benzer şekilde Akgül (2014), açık uçlu matematik etkinliklerinde özel yetenekli öğrencilerin daha yaratıcı yanıtlar ortaya koyduklarını ifade etmektedir. Bu nedenle özel yetenekli bireylerin matematiksel yaratıcılıklarının desteklenmesi yalnızca bireysel bilişsel gelişimleri açısından değil, aynı zamanda matematik öğretiminin niteliğinin artırılması bakımından da önem taşımaktadır. Bu bağlamda yaratıcı problem çözme ve problem kurma süreçlerine dayalı öğretim uygulamalarının, özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılık potansiyellerini ortaya çıkarmada etkili araçlar olduğu belirtilmektedir (Leikin, 2009; Sak, 2011; Silver, 1997).

2.6. Yaratıcılığı Destekleyen Öğrenme Ortamları

Yaratıcılığı destekleyen öğrenme ortamları; bireylerin özgün fikirler geliştirmelerine, farklı bakış açılarıyla düşüncelerine ve yeni bilgiler üretmelerine imkân tanıyan açık uçlu, esnek ve öğrenci merkezli yapılar olarak tanımlanmaktadır (Beghetto & Kaufman, 2014). Bu tür ortamlar, bilginin yalnızca aktarıldığı öğretim süreçlerinden farklı olarak öğrencilerin kendi öğrenmelerini aktif biçimde yapılandırabilecekleri, deneme-yanılma yoluyla keşfetme fırsatı bulabilecekleri ve düşüncelerini risk alarak ifade edebilecekleri öğrenme alanları sunmaktadır (Craft, 2001). Yaratıcılık, yalnızca bireyin sahip olduğu potansiyelin bir sonucu olarak değil, aynı zamanda bireyin içinde bulunduğu çevrenin sunduğu imkân ve desteklerle de gelişen bir beceri olarak görülmektedir (Amabile, 1996). Bu nedenle öğrenme ortamlarının yaratıcı düşünmeyi teşvik edecek biçimde düzenlenmesi, özellikle özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerinin ortaya çıkarılması açısından büyük önem taşımaktadır (Sak, 2011).

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi'nde de özel yetenekli öğrencilerin bireysel yeteneklerini fark etmeleri, bu yetenekleri geliştirmeleri ve potansiyellerini en üst düzeyde kullanabilmeleri amacıyla farklılaştırılmış, bireyselleştirilmiş ve zenginleştirilmiş eğitim programlarının uygulanması öngörülmektedir (MEB, 2021). Bu merkezlerde öğrencilerin yalnızca bilgi edinmeleri değil, aynı zamanda bilgi üretmeleri, sorgulayıcı bir bakış açısı geliştirmeleri, özgün fikirler ortaya koymaları ve problem çözme süreçlerine aktif biçimde katılmaları beklenmektedir. Bu yönüyle BİLSEM'ler, geleneksel sınıf ortamlarından farklı olarak öğrencilerin ilgi, yetenek ve potansiyellerini dikkate alan; esnek, araştırmaya dayalı ve üretkenliği teşvik eden öğrenme ortamları sunmaktadır (Ayas, 2022). BİLSEM'lerde yürütülen Destek Eğitim, Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF), Özel Yetenekleri Geliştirme (ÖYG) ve Proje Geliştirme programları, öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya koyabilecekleri çeşitli öğrenme deneyimlerini içermektedir. Bu programlarda özgün projeler geliştirme, deneysel çalışmalar yürütme, problem çözme ve problem kurma etkinlikleri gibi süreçlere yer verilmektedir. Bu tür etkinlikler öğrencilerin farklı çözüm yolları geliştirmelerine, analogi kurmalarına ve sezgisel düşünme becerilerini kullanmalarına fırsat tanımakta; böylece matematiksel yaratıcılığın gelişimine katkı sağlamaktadır (Leikin, 2009; Silver, 1997). Ayrıca Stoyanova ve Ellerton'un (1996) yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma modellerine dayanan esnek öğretim yaklaşımlarının da BİLSEM'lerde uygulanan etkinlik tasarımlarıyla büyük ölçüde örtüştüğü görülmektedir.

Bu bağlamda Vygotsky'nin (1978) sosyal yapılandırmacı kuramı önemli bir kuramsal dayanak sunmaktadır. Vygotsky'ye göre öğrenme süreci bireyin sosyal etkileşimleri aracılığıyla gerçekleşmekte ve düşünme süreçleri bu etkileşimler sayesinde gelişmektedir. Bu açıdan yaratıcı düşünmenin gelişimi de bireyin çevresiyle kurduğu anlamlı ilişkiler ve sosyal katılım yoluyla desteklenmektedir. BİLSEM'lerde uygulanan öğretmen-öğrenci etkileşimine dayalı öğrenme ortamları, grup çalışmaları ve proje temelli öğrenme etkinlikleri öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini sosyal bir bağlam içinde ortaya koymalarına olanak sağlamaktadır (Ayas & Sak, 2014).

Sonuç olarak BİLSEM'ler yalnızca özel yetenekli bireylerin yeteneklerini belirleyen kurumlar değil, aynı zamanda bu bireylerin yaratıcılıklarını geliştirebilecek uygun öğrenme ortamlarını sunan eğitim yapılarıdır. Yaratıcılığı destekleyen öğretim süreçleri, öğrencilerin yalnızca bilgiyi yeniden üretmelerini değil, aynı zamanda bilgiyi dönüştürerek yeni yapılar oluşturmalarını hedeflemektedir. Bu bağlamda yaratıcı problem çözme ve problem kurma etkinlikleriyle zenginleştirilmiş öğretim tasarımları, hem matematiksel yaratıcılığın geliştirilmesinde hem de özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerinin en üst düzeye çıkarılmasında etkili araçlar olarak değerlendirilmektedir (Leikin, 2009; MEB, 2021; Sak, 2011).

2.7. Matematiksel Yaratıcılıkta Ürün Temelli Yaklaşım

Yaratıcılık yalnızca özgün fikirler üretme süreciyle sınırlı kalmaz; aynı zamanda bireyin bu fikirleri işleyerek yenilikçi ve anlamlı ürünler ortaya koyabilme kapasitesini de içerir (Torrance, 1974). Torrance, yaratıcılığı "*bir problemi fark etme, boşlukları görme, eksiklikleri tanıma, hipotez kurma, deneme ve sonuçta bir ürün ya da çözüm üretme süreci*" olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, yaratıcılığı yalnızca zihinsel bir süreç değil, aynı zamanda çıktısı olan üretken bir etkinlik olarak ele almaktadır.

Matematiksel bağlamda yaratıcı ürünler; yeni problem türleri geliştirme, farklı çözüm stratejileri ortaya koyma, matematiksel modeller oluşturma, sembolik ifadeler üretme ya da alternatif temsiller geliştirme biçiminde ortaya çıkabilmektedir (Leikin, 2009). Bu tür ürünler, öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerinde edindikleri deneyimleri bir araya getirerek kendilerine özgü bir matematiksel yapı oluşturmalarının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Silver (1997), matematiksel yaratıcılığın yalnızca bir probleme birden fazla çözüm yolu bulma ile sınırlı olmadığını; aynı zamanda yeni matematiksel yapılar oluşturma sürecini de içerdiğini belirtmektedir. Bu nedenle problem çözme ve problem kurma

becerilerinin birlikte ele alındığı öğretim etkinlikleri, öğrencilerin özgün matematiksel ürünler ortaya koymalarına önemli fırsatlar sunmaktadır.

Krutetskii (1976) üstün matematiksel yeteneği açıklarken bireyin karmaşık matematiksel yapılar oluşturabilme, matematiksel durumları dönüştürerek yeni ifadeler geliştirebilme ve özgün problem durumları tasarlayabilme becerilerine dikkat çekmektedir. Bu tür üst düzey performanslar yalnızca problem çözme becerisini değil, aynı zamanda elde edilen çözüm bilgisinin daha üst düzeyde yeniden yapılandırılmasını da gerektirmektedir. Bu bağlamda matematiksel yaratıcılığın en ileri düzeyi, bireyin bilgi temelli yaratıcı ürünler ortaya koyabilmesi ile somutlaşmaktadır. Dolayısıyla matematiksel yaratıcılık yalnızca bir düşünme süreci değil; aynı zamanda inşa edici, üretken ve değer taşıyan bir ürünle sonuçlanan bir süreç olarak değerlendirilmektedir (Silver, 1997; Sriraman, 2005).

Özellikle özel yetenekli öğrencilerle yürütülen öğretim süreçlerinde, öğrencilerin yalnızca verilen problemleri çözmeleri değil, çözüm süreçlerinden hareketle kendi problem yapılarını ve çözüm stratejilerini geliştirmeleri beklenmektedir (Chamberlin & Moon, 2005). Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme sürecini daha anlamlı hale getirmelerine ve matematiksel kavramları yeniden üretmelerine olanak tanımaktadır.

2.8. Matematiksel Yaratıcılığı Geliştirmeye Yönelik Etkinliklerin Özellikleri

Son yıllarda matematik öğretiminde öğrencilerin sadece işlem becerilerini geliştirmek değil, aynı zamanda matematiksel yaratıcılıklarını da desteklemek önemli hale gelmiştir (Liljedahl, 2020; Sheffield, 2009). Matematiksel yaratıcılık, öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerinde farklı açılardan düşünmeleri, özgün fikirler üretmeleri ve matematiksel kavramlara alışılmışın dışında yaklaşabilmeleri açısından oldukça kritik bir beceri haline gelmiştir (Leikin, 2009; Sriraman, 2005). Bu bağlamda tasarlanan öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel kapasitelerini zorlayan, farklı düşünme biçimlerini teşvik eden ve birden fazla çözüm yolu geliştirmelerine olanak tanıyan bir yapıda olması önem taşımaktadır. Bu noktada Smith ve Stein (1998) tarafından geliştirilen ve matematiksel görevleri bilişsel istem düzeylerine göre sınıflandıran model önemli bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Söz konusu modele göre matematiksel görevler, bilişsel istem düzeyine bağlı olarak genel olarak düşük ve yüksek bilişsel istem gerektiren görevler olmak üzere iki temel grupta ele alınmaktadır (Stein vd., 1996)

Bilişsel istem düzeyi düşük görevler; ezberlemeye dayalı görevler ve ilişkilendirmeye dayanmayan görevler ; bilişsel istem düzeyi yüksek görevler ise ilişkilendirmeye dayanan

görevler ve matematik yapmaya dayanan görevler olmak üzere iki alt görev türüne ayrılmaktadır (Sarıdaş, 2023). Aşağıdaki tabloda bu görev düzeyleri ve özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 2.1 Bilişsel İstem Düzeyleri

BİLİŞSEL İSTEM DÜZEYLERİ

Ezberleme

- Daha önce öğrenilmiş kural, formül ve tanımların hatırlanması ya da aynen tekrar edilmesini içerir.
- Soruların çözümü için karmaşık bir işlem yapmaya gerek yoktur, kısa sürede çözülebilir.
- Sorular genellikle açık ve nettir; daha önce karşılaşılan soruların tekrarını içerir.
- Kullanılan bilgi, ilgili kavramların anlamları ile ilişkilendirilmez ve yalnızca hatırlamaya dayanır.

İlişkisiz İşlemler

- Görevler çoğunlukla algoritmik bir yapıya sahiptir. Kullanılacak işlem genellikle açık biçimde belirtilmiştir ya da öğrenciler tarafından kolaylıkla tahmin edilebilir.
- Başarı için sınırlı düzeyde bilişsel çaba gereklidir; ne yapılacağı ve nasıl yapılacağı büyük ölçüde bellidir.
- Uygulanan işlemler çoğu zaman altında yatan matematiksel kavramlarla ilişkilendirilmez.
- Odak noktası kavramsal anlam geliştirmekten ziyade doğru sonuca ulaşmaktır.
- Açıklama gereksinimi yoktur ya da yapılan işlemin kısa bir açıklaması ile sınırlıdır.

İlişkili İşlemler

- Öğrencilerin işlemleri kullanırken matematiksel kavramları daha derin düzeyde anlamalarına odaklanır.
- Basit ve rutin algoritmalar yerine kavramsal fikirlerle bağlantılı daha genel işlem süreçleri içerir.
- Çoğu zaman diyagramlar, somut materyaller, semboller veya problem durumları gibi farklı temsillerle desteklenir.
- Görevler belirli düzeyde bilişsel çaba gerektirir ve öğrencilerin kavramsal ilişkiler üzerinde düşünmesini bekler.

Matematik Yapma

- Karmaşık ve algoritmik olmayan düşünmeyi gerektirir; çözüm yolu önceden belirli değildir.
- Öğrencilerin matematiksel kavramlar, süreçler ve ilişkiler üzerinde keşif yapmalarını gerektirir..
- Bireyin kendi düşünme süreçlerini izlemesini ve düzenlemesini (üstbiliş) içerir..
- Öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimlerini kullanarak problem üzerinde çalışmaları beklenir.
- Olası çözüm stratejilerinin değerlendirilmesini ve problem koşullarının dikkatle incelenmesini gerektirir.
- Çözüm süreci öngörülemez olduğu için yüksek düzeyde bilişsel çaba gerektirir ve öğrenciler için zorlayıcı olabilir.

(Smith ve Stein'in (1998) çalışmasından uyarlanarak çevrilmiştir).

Tablo 2.1 incelendiğinde, matematiksel görevlerin bilişsel istem düzeylerine göre dört farklı kategoride ele alındığı görülmektedir. Bu sınıflandırmada ezberleme ve ilişkisiz işlemler düşük bilişsel istem gerektiren görevler arasında yer alırken, ilişkili işlemler ve

matematik yapma düzeyindeki görevler yüksek bilişsel istem gerektiren görevler olarak değerlendirilmektedir. Ezberleme düzeyinde öğrencilerden çoğunlukla bir tanıma hatırlamaları ya da verilen tanıma uygun örnekler sunmaları beklenmektedir. İlişkisiz işlemler düzeyindeki etkinlikler ise öğrencilerin kavramsal bağlantılar kurmadan, daha önce öğrenilmiş prosedürel işlemleri uygulamalarını gerektiren görevlerden oluşmaktadır. Buna karşılık ilişkili işlemler düzeyindeki görevler, öğrencilerin matematiksel kavramlar arasında ilişki kurmalarını, günlük yaşam durumları ve matematiğin diğer öğrenme alanlarıyla bağlantılar geliştirmelerini gerektirmektedir. Matematik yapma düzeyindeki etkinlikler ise daha açık uçlu ve yapılandırılmamış problem durumlarını içermekte olup öğrencilerin önceki bilgileri ve deneyimleriyle ilişki kurarak farklı çözüm yolları geliştirmelerini gerektirmektedir. Bu tür görevler, açık biçimde belirlenmiş bir çözüm yoluna sahip olmayan, karmaşık düşünme süreçlerini içeren ve üst düzey bilişsel çaba gerektiren etkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Stein ve Smith, 1998). Bu bağlamda söz konusu taksonomi, matematiksel etkinliklerin bilişsel talep düzeylerine göre sınıflandırılmasında önemli bir çerçeve sunmaktadır (Stein ve Smith, 1998). Zihinsel açıdan zorlayıcı ve zengin içerikli görevlerin öğrenme ortamlarında kullanılması, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve problem çözme kapasitelerini artırmalarına katkı sağlamaktadır (Stylianides ve Ball, 2008).

Bu doğrultuda matematiksel yaratıcılığı destekleyen görevlerin özellikle yüksek bilişsel istem düzeyinde olması gerektiği görülmektedir. Nitekim yapılan araştırmalar, matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik görevlerin çoğunlukla yüksek bilişsel talep gerektiren yapıda olması gerektiğini ve bu tür görevlerin öğrencileri farklı çözüm yolları geliştirmeye, çok yönlü düşünmeye ve özgün problem durumları oluşturmaya teşvik ettiğini ortaya koymaktadır (Boston & Wilhelm, 2015; Kwon vd., 2006).

Yüksek bilişsel talep gerektiren görevlerin yaratıcı düşünme üzerindeki etkisi literatürde de vurgulanmaktadır. Leikin (2009), bu tür görevlerin analitik düşünme ile yaratıcı düşünmenin birlikte gelişmesine katkı sağladığını belirtirken; Silver (1997), yaratıcı düşünmenin özellikle birden fazla çözüm yolu içeren problem durumlarında ortaya çıktığını ifade etmektedir. Benzer şekilde Güler ve Dikici (2012), yaratıcı düşünmeyi destekleyen matematiksel etkinliklerin çoğunlukla açık uçlu yapıya sahip olduğunu, farklı çözüm yolları içerebildiğini ve öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya koymalarına fırsat sunduğunu belirtmiştir. Uçar ve Ersoy (2016) ise matematiksel yaratıcılığı yüksek olan öğrencilerin yüksek bilişsel talep gerektiren etkinliklerde daha aktif katılım gösterdiklerini ve daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur.

Bu doğrultuda matematiksel yaratıcılığı geliştirmeyi hedefleyen öğretim ortamlarında görevlerin yalnızca doğru cevaba ulaşmayı amaçlayan rutin işlemlerden oluşmaması; öğrencilerin düşünme süreçlerini harekete geçiren, farklı çözüm yolları geliştirmelerine imkân tanıyan ve kendi matematiksel stratejilerini oluşturmalarını destekleyen yapıda olması gerekmektedir. Özellikle problem çözme ve problem kurma etkinlikleri bu açıdan önemli bir potansiyel taşımaktadır. Çünkü bu tür etkinlikler öğrencilerin bilişsel esnekliklerini geliştirmelerine, farklı düşünme yolları denemelerine ve kendi matematiksel ifadelerini oluşturmalarına fırsat sağlamaktadır (Cai vd., 2015; Leikin & Lev, 2013).

Sonuç olarak matematiksel yaratıcılığı geliştirmeyi amaçlayan etkinliklerin, Stein ve Smith'in (1998) ortaya koyduğu görev sınıflamasında yer alan yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinliklerle örtüştüğü söylenebilir. Öğrencilerin aktif olarak katıldığı, farklı çözüm yolları denediği, akıl yürütme süreçlerini kullandığı ve kendi matematiksel düşüncelerini ifade edebildiği öğrenme ortamları matematiksel yaratıcılığın gelişimine önemli katkılar sunmaktadır. Bu nedenle bu araştırma kapsamında geliştirilen etkinliklerin de söz konusu sınıflandırmada yüksek bilişsel istem düzeyinde yer alan görevler olarak tasarlanması uygun görülmüştür.

Bununla birlikte literatürde yüksek bilişsel istem düzeyine sahip görevlerin doğrudan uygulanmasının öğrenciler üzerinde bilişsel yükü artırabileceği ve bu durumun yaratıcı düşünme yerine yüzeysel stratejilere yönelme riskini beraberinde getirebileceği ifade edilmektedir (Henningsen & Stein, 1997; Stein vd., 1996). Özellikle öğrencilerin bu tür görev yapılarına yeterince aşina olmamaları durumunda, görevlerin içerdiği bilişsel karmaşıklık, matematiksel yaratıcılığı desteklemekten ziyade öğrencilerde belirsizlik ve başarısızlık algısı oluşturabilmektedir (Henningsen & Stein, 1997). Bu nedenle araştırmalarda, yüksek bilişsel istem düzeyindeki görevlerin uygulanmasından önce öğrencilerin açık uçlu problem yapıları, çoklu çözüm yolları ve gerekçelendirme süreçleriyle sistemli biçimde tanıştırılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Bu çalışmada da söz konusu sakıncalar dikkate alınmış; öğrencilerin doğrudan yüksek düzey görevlerle karşılaşmaları yerine, önce daha yapılandırılmış ve yönlendirici etkinlikler aracılığıyla bu görev türlerine bilişsel ve deneysel olarak hazırlanmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerine yönelik önceki deneyimleri, kullanılan temsiller ve sınıf içi etkileşimler yoluyla desteklenmiş; böylece yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinliklere geçiş, planlı ve aşamalı bir öğrenme süreci içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin

görevlerin doğasına aşina olmalarını sağlayarak, yüksek düzey bilişsel istem içeren etkinliklerin matematiksel yaratıcılığı destekleyici etkisini güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

2.9. Yapılan Araştırmalar

Bu bölümde yapılan ulusal ve uluslararası araştırmalar, matematiksel yaratıcılıkla ilgili yapılan araştırmalar, matematiksel yaratıcılığın bileşenleri ve ölçülmesi ile ilgili yapılan araştırmalar, problem çözme bağlamında matematiksel yaratıcılıkla ilgili araştırmalar, problem kurma bağlamında matematiksel yaratıcılıkla ilgili araştırmalar ve özel yetenekli öğrencilerle yapılan matematiksel yaratıcılıkla ilgili araştırmalar başlıkları altında incelenmiştir.

2.9.1. Matematiksel Yaratıcılıkla İlgili Yapılan Araştırmalar

Matematik eğitimi alanında son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde, matematiksel yaratıcılık konusundaki araştırmaların belirli tematik başlıklar etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı, matematiksel yaratıcılığın dijital teknolojilerle etkileşimini ele alarak, teknoloji destekli öğrenme süreçlerinin yaratıcı düşünme üzerindeki rolünü incelemiştir (Mulder & Burleson, 2015; Yushau, Mji & Wessels, 2005). Bununla birlikte, öğrenmede farklı yaklaşım ve ortamların matematiksel yaratıcılığın gelişimine nasıl katkı sağladığını araştıran çalışmalar da literatürde önemli bir yer tutmaktadır (Kwangpukieo & Sawangboon, 2024; Molad vd., 2020; Watson & Enderson, 2018).

Matematiksel yaratıcılığın, bireylerin sahip olduğu bilişsel ve matematiksel becerilerle olan ilişkisini ortaya koymayı amaçlayan araştırmalar da bu alandaki temel çalışma başlıkları arasında yer almaktadır (Kattou vd., 2013). Bunun yanı sıra, matematiksel yaratıcılığın öğretim süreçleri aracılığıyla nasıl desteklenebileceğine odaklanan derleme çalışmaların yapıldığı (Biçer, 2021); öğretmenlerin yaratıcılığa ilişkin algıları, öğretimsel uygulamaları ve sınıf içi yaratıcı ortamları nasıl yapılandırdıklarını inceleyen araştırmaların yürütüldüğü görülmektedir (Avgerinos vd., 2021; Lev & Leikin, 2011; Levenson, 2019; Pusparona vd., 2020). Bazı araştırmalarda ise öğretmenlerin yaratıcılık anlayışlarını açıklamaya yönelik kavramsal modellerin önerildiği dikkat çekmektedir (Lev-Zamir & Leikin, 2011).

Öte yandan, matematiksel yaratıcılığı doğrudan öğrenci performansı üzerinden ele alan çalışmalar da literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini belirlemeye yönelik araştırmalar (Siswono, 2011; Thohari, 2020), matematiksel yaratıcılığı ölçmeye yönelik test ve model geliştirme çalışmaları

(Bal-Sezerel & Sak, 2022; Demerdash, 2007; Leikin & Lev, 2007; Leikin, 2009) ile matematiksel yaratıcılığı farklı matematik alanlarında ve çeşitli etkinlik türleri aracılığıyla değerlendirmeyi amaçlayan araştırmaların gerçekleştirildiği görülmektedir (Chamberlin & Moon, 2005; Chiu, 2009; Kwon vd., 2006; Schindler vd., 2018; Tangal, 2022; Yılmaz, 2014).

Literatürde yer alan bu çalışmaların, farklı katılımcı gruplarıyla yürütüldüğü dikkat çekmektedir. Bazı araştırmalar ortaokul düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirilirken (Bal-Sezerel & Sak, 2022; Kwon vd., 2006; Siswono, 2011; Thohari, 2020), bazıları lise öğrencilerini örneklem olarak ele almıştır (Kwangpukieo & Sawangboon, 2024; Molad vd., 2020; Schindler vd., 2018; Tangal, 2022). Bunun yanında, öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmaların (Lev-Zamir & Leikin, 2011; Watson & Enderson, 2018; Yılmaz, 2014) yanı sıra, hem öğretmenleri hem de öğretmen adaylarını kapsayan araştırmalar da bulunmaktadır (Avgerinos vd., 2021). Yapılan çalışmalar bu araştırma açısından karşılaştırma yapabilmek adına aşağıdaki başlıklar halinde sınıflandırılarak verilmiştir.

2.9.2. Matematiksel Yaratıcılığın Bileşenleri ve Ölçülmesine Yönelik Araştırmalar

Evans (1964), beşinci ile sekizinci sınıf düzeyleri arasında öğrencilerin yaratıcı yanıt üretme becerilerini karşılaştırmış; ölçümleri akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları üzerinden gerçekleştirmiştir. Bulgular, özellikle sınıf düzeyi ve cinsiyet değişkenlerine bağlı farklılıklar bulunduğunu; bu boyutlara göre yapılan sıralamaların büyük ölçüde tutarlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Benzer biçimde Prouse (1964), yedinci sınıf öğrencileri için geliştirdiği matematiksel yaratıcılık testinde akıcılık ve orijinallik puanları ile toplam yaratıcılık puanları arasındaki ilişkileri incelemiş; ancak ölçme aracının güvenilirliğinin düşük olması, matematiksel yaratıcılığın daha nesnel araçlarla değerlendirilmesi gerektiğini gündeme getirmiştir. Balka (1974), matematikte yaratıcı yeteneği belirlemeye yönelik geliştirdiği altı maddelik ölçme aracının yeterli güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiş; matematiksel yaratıcılık puanlarının zekâ, matematik başarısı ve genel yaratıcılıkla pozitif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Jensen (1973) ise matematiksel yaratıcılığı “bir matematiksel duruma çok sayıda, farklı ve uygulanabilir yanıt üretebilme” olarak tanımlamış; geliştirdiği ölçme aracıyla matematiksel yaratıcılık ile sayısal yetenek ve matematik başarısı arasındaki ilişkinin düşük düzeyde olduğunu göstermiştir. Mettler (1976) de akıcılık ve orijinallik puanları ile matematiksel başarı arasında orta düzeyde ilişkiler bulunduğunu rapor etmiştir. 2000’li yıllarla birlikte, matematiksel yaratıcılığın ölçümünde görev temelli ve süreç odaklı yaklaşımlar öne çıkmıştır. Imai (2000a; 2000b), matematikte saplantıları aşabilen öğrencilerin

açık uçlu problemlerde daha akıcı ve esnek fikirler üretebildiklerini göstermiş; açık uçlu görevlerin yaratıcı performansı ayırt etmede işlevsel olduğunu ortaya koymuştur. Livne ve Milgram (2000), matematikte yaratıcı yeteneği dört düzeyde sınıflandıran hiyerarşik bir model geliştirmiş; bu modele dayalı olarak oluşturulan ölçeğin yapısal geçerliğine ilişkin kanıtlar sunmuştur. Leikin ve Lev (2007), matematiksel yaratıcılığın değerlendirilmesinde çoklu çözüm görevlerini önermiş; çözümlerin akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları çerçevesinde analiz edilebileceğini göstermiştir. Bu yaklaşım, Leikin (2009) tarafından geliştirilen modelle daha sistematik bir yapıya kavuşmuş; görevlerin yaratıcılık potansiyelinin belirlenmesi ve farklı öğrenci gruplarının karşılaştırılması mümkün hâle gelmiştir. Demerdash (2007) ise geometrik yaratıcılığı ölçmeye yönelik geliştirdiği testte, akıcılık, esneklik, özgünlük ve detaylandırma boyutlarını birlikte ele alarak matematiksel yaratıcılığın çok boyutlu yapısına dikkat çekmiştir. Matematiksel yaratıcılığın düzeyler hâlinde sınıflandırılmasına yönelik çalışmalardan biri Siswono'ya (2011) aittir. Siswono (2011), problem çözme ve problem kurma süreçlerinde öğrencilerin yaratıcılık düzeylerini akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları temelinde beş seviyede tanımlamıştır. Schindler ve arkadaşları (2018) ise çoklu çözüm görevleri aracılığıyla matematiksel yaratıcılığın alana özgü bir yapı sergileyip sergilemediğini incelemiş; yaratıcılığın büyük ölçüde kullanılan görevlerin niteliğine bağlı olarak ortaya çıktığını göstermiştir. Daha güncel bir sentez çalışması olan Joklitschke, Rott ve Schindler (2022), matematik eğitimi literatüründe yaratıcılığın en yaygın biçimde Torrance'ın akıcılık, esneklik, özgünlük ve detaylandırma bileşenleri üzerinden tanımlandığını ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, matematiksel yaratıcılığın ölçülmesinde ağırlıklı olarak açık uçlu görevler, çoklu çözüm problemleri ve ıraksak düşünmeye dayalı araçların kullanıldığını; yaratıcılığın çoğunlukla akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları etrafında modellenip puanlandığını göstermektedir.

Ulusal literatürde, Oral (2006), üniversite öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada ÖSS puanlarının yaratıcılığın dört boyutunu (akıcılık, esneklik, orijinallik ve ayrıntılandırma) ne ölçüde yordadığını incelemiş; özellikle sözel puanların yaratıcılığın tüm boyutlarını anlamlı biçimde yordadığını ortaya koymuştur. Türkan (2010) tarafından geliştirilen Matematik Üretkenlik Testi (MÜT), açık uçlu beş maddeden oluşmakta ve matematiksel yaratıcılığı farklı öğrenme alanları bağlamında ölçmeyi amaçlamaktadır. Ölçeğin akıcılık ve esneklik boyutlarında yüksek puanlayıcı güvenilirliği sağlaması, matematiksel yaratıcılığın çok boyutlu yapısının ölçülebilirliğine ilişkin önemli bir katkı sunmuştur. Alkan (2014), devlet ortaokulu, özel ortaokul ve BİLSEM'de öğrenim gören öğrencilerle yürüttüğü çalışmada matematiksel

yaratıcılığı ölçmeye yönelik geliştirdiği aracın yüksek güvenilirlik katsayısına sahip olduğunu göstermiş; BİLSEM öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeylerinin diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Akgül ve Kahveci (2016) tarafından geliştirilen Matematiksel Yaratıcılık Ölçeği ise, problem bulma türünde yapılandırılmış maddeler içermekte ve özgünlüğü, yanıtların görülme sıklığına dayalı olarak puanlamaktadır. Bu yaklaşım, özgünlüğün bağlamsal ve göreceli bir yapı olarak ele alınmasını sağlamıştır. Akgül ve Kahveci (2017) bu ölçeği kullanarak BİLSEM öğrencileriyle yürüttükleri çalışmada, matematiksel yaratıcılığın matematik başarısı, üst bilişsel beceriler ve matematik özyeterliliği ile anlamlı ilişkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Sezerel (2019), geniş örnekleme geliştirdiği matematiksel üretkenlik testinde matematiksel yaratıcılığı akıcılık, esneklik ve yaratıcılık puanı üzerinden değerlendirmiş; testin güçlü psikometrik özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Bal-Sezerel ve Sak (2022) tarafından geliştirilen Matematiksel Yaratıcılık Testi (MYT) ise problem oluşturma, varsayım geliştirme ve kanıtlama olmak üzere üç temel alana dayanmaktadır. Bu testte kullanılan “yaratıcılık oranı” yaklaşımı, esnekliğin toplam yaratıcılık puanı üzerindeki etkisini artırarak ölçme sürecine yeni bir boyut kazandırmıştır. Aydağ (2021) ile Ayvaz ve Durmuş’un (2021) yaptığı çalışmalar da açık uçlu maddeler aracılığıyla matematiksel yaratıcılık ölçülmüş; özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarında öğrencilerin zorlandıklarını göstermiştir. Tangal’ın (2022) lise öğrencileriyle yürüttüğü çalışma, matematiksel yaratıcılığın bilişsel karmaşıklık arttıkça belirgin biçimde azaldığını ve öğrencilerin daha çok tanımsal, düşük düzeyli görevlerde akıcı ve çeşitli örnekler üretebildiklerini ortaya koymuştur; bu bulgu, yaratıcı performansın ortaya çıkabilmesi için görevlerin yapısal özelliklerinin ve bilişsel talep düzeyinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Son yıllarda yürütülen çalışmalarda da benzer eğilim sürmektedir. Onay (2023), üstün yetenekli ve tipik gelişim gösteren öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini karşılaştırmış; akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarının tamamında üstün yetenekli öğrenciler lehine anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Yüzbaşıoğlu (2024) ise matematiksel yetenek ile matematiksel yaratıcılık arasındaki ilişkide akıcılık ve esnekliğin düzenleyici rol üstlendiğini göstermiştir. Yılmaz (2024) ve Arısoy (2024) tarafından ders kitapları ve okul öncesi materyaller üzerine yapılan içerik analizleri ise, öğretim materyallerinde matematiksel yaratıcılığı destekleyen görevlerin sınırlı kaldığını; özellikle problem kurma ve derinleşmeye yönelik yönergelerin giderek azaldığını ortaya koymuştur.

2.9.3. Problem Çözme Bağlamında Matematiksel Yaratıcılığa Yönelik Araştırmalar

Matematiksel yaratıcılığın ortaya çıktığı temel bağlamlardan biri problem çözme sürecidir. Uluslararası literatürde Jensen (1973), matematiksel yaratıcılığı bir matematiksel duruma çok sayıda ve farklı yanıt üretebilme olarak tanımlayarak geliştirdiği ölçme aracında problem çözme görevlerine yer vermiş; bu görevlerin öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini ortaya koymada işlevsel olduğunu göstermiştir. Mettler (1976) de problem çözme görevlerinden elde edilen akıcılık ve orijinallik puanları ile matematik başarısı arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Imai'nin (2000a; 2000b) çalışmaları, problem çözme sürecinde karşılaşılan belli kalıpta çözüme ulaşma çabasının matematiksel yaratıcılığı sınırlayan temel etkenlerden biri olduğunu göstermiştir. Açık uçlu problemler aracılığıyla yürütülen bu çalışmalarda, bunu aşabilen öğrencilerin daha fazla fikir üretebildikleri ve daha esnek çözümler geliştirdikleri belirlenmiştir. Bu bulgular, problem çözme sürecinde yalnızca hız ve doğruluğun değil, bilişsel esnekliğin ve alternatif yolları deneme cesaretinin de yaratıcı performans açısından belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle kullanılan açık uçlu ve rutin olmayan problemlerin kullanımının ne denli değerli olduğu ifade edilmelidir. Leikin ve Lev (2007) ile Leikin'in (2009) çalışmaları, problem çözme sürecinde çoklu çözüm görevlerinin matematiksel yaratıcılığı değerlendirmede merkezi bir rol üstlenebileceğini göstermiştir. Bu çalışmalarda öğrencilerden verilen problemleri birden fazla yolla çözmeleri istenmiş; üretilen çözümler akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları çerçevesinde analiz edilmiştir. Özellikle geleneksel olmayan problemlerle çalışıldığında, öğrencilerin daha fazla çözüm yolu üretebildikleri ve farklı çözüm uzayları arasında geçiş yapabildikleri görülmüştür. Schindler ve arkadaşları (2018), farklı matematik alanlarına yönelik çoklu çözüm görevleri kullanarak matematiksel yaratıcılığın alana özgü bir yapı sergileyip sergilemediğini incelemiştir. Bulgular, öğrencilerin yaratıcı performanslarının büyük ölçüde kullanılan görevlerin niteliğine bağlı olduğunu; problem çözme bağlamının, yaratıcı düşünmenin ortaya çıkmasında belirleyici bir rol oynadığını göstermiştir. Benzer biçimde Schoevers, Kroesbergen ve Kattou (2018), genel yaratıcılık, matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yetenek arasındaki ilişkileri problem çözme görevleri üzerinden incelemiş; yaratıcı problem çözenin hem alan bilgisi hem de genel yaratıcı düşünme becerileriyle birlikte şekillendiğini ortaya koymuştur. Huang ve arkadaşları (2012) da problem çözme bağlamında matematiksel yaratıcılığı ele alarak, matematiksel yaratıcılık ile genel yaratıcılık arasında orta düzeyde ilişkiler bulunduğunu; matematiksel yaratıcılığın matematik başarısını anlamlı biçimde açıkladığını göstermiştir. Bu sonuçlar, problem çözme sürecinde ortaya çıkan

yaratıcı performansın, yalnızca genel yaratıcılığın bir yansıması olmadığını; alana özgü bilişsel süreçlerle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Sriraman'ın (2003; 2004; 2008) çalışmaları ise problem çözme sürecini, yaratıcı düşünmenin derin yapısını görünür kılan bir bağlam olarak ele almıştır. Üstün yetenekli öğrenciler ve profesyonel matematikçilerle yürütülen bu çalışmalarda, problem çözme sırasında ortaya çıkan sezgi, genelleme, görselleştirme ve yapı kurma süreçleri ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Sriraman, yaratıcı problem çözmenin yalnızca çok sayıda çözüm üretmekle sınırlı olmadığını; öğrencinin çözüm sürecinde matematiksel yapıları yeniden kurabilme ve anlamlı genellemelere ulaşabilme kapasitesiyle ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Lee, Moon ve Noh (2021) tarafından yürütülen boylamsal çalışmada da problem çözme sürecinde ıraksak ve yakınsak düşünmenin sınıf ortamına nasıl entegre edilebileceği incelenmiş; zaman içerisinde öğrencilerin daha bağımsız, çok sesli ve yaratıcı etkileşimler geliştirdikleri gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, problem çözmenin yalnızca bireysel bir bilişsel etkinlik değil, aynı zamanda öğrenme ortamının yapısıyla şekillenen dinamik bir yaratıcı süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Ulusal literatürde Türkan (2010) tarafından geliştirilen Matematik Üretkenlik Testi, farklı öğrenme alanlarında yapılandırılmış açık uçlu problemler aracılığıyla öğrencilerin matematiksel üretkenliklerini ortaya koymayı amaçlamış; özellikle üst sınıf düzeylerinde öğrencilerin daha fazla çözüm üretebildikleri görülmüştür. Aydağ (2021) ise ortaokul öğrencilerinin açık uçlu problem çözme görevlerinde birden fazla çözüm yolu üretmekte zorlandıklarını; akıcılık ve esneklik puanlarının çoğu maddede düşük kaldığını ortaya koymuştur. Taşkın (2016), problem çözme ve matematiksel model oluşturma etkinlikleri aracılığıyla üstün yetenekli ve tipik gelişim gösteren öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını karşılaştırmış; her iki etkinliğin de yaratıcı düşünmeyi ortaya koymada etkili olduğunu, ancak problem kurma etkinliğinin gruplar arası farkları daha belirgin hâle getirdiğini göstermiştir. Buna karşın problem çözme bağlamında her iki grubun da benzer çözüm yolları ve stratejiler geliştirdiği; yaratıcı ayrışmanın sınırlı kaldığı görülmüştür. Öz (2023), altı öğrenciden oluşan küçük bir örnekleme yürüttüğü çalışmada, problem çözme sürecinde öğrencilerin akıcılık düzeylerinin birbirine yakın olduğunu; buna karşılık esneklik boyutunda belirgin bireysel farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca problem çözme sürecinde esnek düşünebilen öğrencilerin, problem kurma sürecinde de daha çeşitli ve özgün problemler üretebildikleri belirlenmiştir. Arabacı ve Baki (2023) de problem kurma bağlamında yürüttükleri çalışmalarında, üstün zekâlı öğrencilerin problem çözme sürecinde

daha esnek ve yaratıcı yaklaşımlar sergilediklerini; buna karşın akıcılık boyutunda gruplar arasında belirgin bir fark oluşmadığını göstermiştir. Sezerel (2019) ve Bal-Sezerel ve Sak (2022) tarafından geliştirilen ölçme araçlarında da problem çözme görevleri merkezi bir rol üstlenmiş; öğrencilerin açık uçlu problemler karşısında ürettikleri çözüm sayısı ve çeşitliliği matematiksel yaratıcılığın temel göstergeleri olarak ele alınmıştır. Yüzbaşıoğlu'nun (2024) çalışması ise problem çözme sürecinde akıcılık ve esnekliğin matematiksel yetenek ile matematiksel yaratıcılık arasındaki ilişkide düzenleyici rol üstlendiğini göstermiş; yaratıcı problem çözenin özellikle bu iki boyut üzerinden yapılandığını ortaya koymuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, problem çözme temelli matematiksel yaratıcılık araştırmalarının büyük ölçüde açık uçlu görevler aracılığıyla yürütülmesi diakkat çekmektedir. Problem çözme süreci, yaratıcı düşünmenin ortaya çıkabileceği bir bağlam sunmakla birlikte, bu potansiyelin sistematik biçimde açığa çıkarılması için özel olarak tasarlanmış öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

2.9.4. Problem Kurma Bağlamında Matematiksel Yaratıcılığa Yönelik Araştırmalar

Problem kurma, matematiksel yaratıcılığın yalnızca var olanı çözme değil, yeni matematiksel durumlar üretme boyutunu görünür kılan temel süreçlerden biridir. Literatürde, problem kurma etkinliklerinin özellikle özgünlük ve esneklik boyutlarını harekete geçirdiği; öğrencilerin matematiksel yapılar üzerinde düşüncelerini, varsayımlar üretmelerini ve yeni ilişkiler kurmalarını sağladığı vurgulanmaktadır (Runco vd., 2016).

Uluslararası alanda Shriki (2013), problem kurma bağlamında öğrencilerin yaratıcılık düzeylerini değerlendirebilmek amacıyla öğretmenlerin sınıf içinde kullanabileceği uygulanabilir bir model önermiştir. Bu modelde yaratıcılık; akıcılık, esneklik, özgünlük ve organizasyon boyutları üzerinden ele alınmakta; öğrencilerin oluşturdukları problemlerin sınıf içindeki görece konumuna göre puanlanması önerilmektedir. “Ya olmasaydı?” stratejisine dayalı olarak yapılandırılan bu yaklaşım, problem kurma sürecinin öğrencileri mevcut bir matematiksel yapıyı dönüştürmeye ve yeniden kurgulamaya yönelttiğini göstermektedir. Runco vd. (2016) tarafından geliştirilen Gerçekçi Problem Üretme testi de problem bulma ve problem kurma süreçlerinin özellikle özgünlük ve akıcılık boyutlarında yüksek performans ortaya çıkardığını; problem üretmenin, ırsaksak düşünmenin güçlü bir göstergesi olduğunu ortaya koymuştur.

Ulusal düzeyde Ayvaz (2019), BİLSEM’de öğrenim gören altı yedinci sınıf öğrencisiyle yürüttüğü çalışmada, problem kurma temelli etkinliklerin öğrencilerin hem

problem kurma becerilerini hem de matematiksel yaratıcılık düzeylerini anlamlı biçimde geliştirdiğini göstermiştir. Uygulama öncesinde öğrencilerin problem kurma becerilerinin ve matematiksel yaratıcılıklarının yeterli olmadığı belirlenirken, uygulama sonrasında özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarında belirgin artışlar gözlenmiştir. Benzer biçimde Ayvaz ve Durmuş (2021), problem kurma temelli 30 saatlik bir öğretim programının üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılık puanlarını anlamlı düzeyde artırdığını ortaya koymuştur. Taşkın'ın (2016) matematiksel yaratıcılığı incelediği araştırmasında, problem kurma etkinliklerinin, üstün yetenekli ve tipik gelişim gösteren öğrenciler arasındaki farkları ortaya koymada problem çözmeye kıyasla daha işlevsel olduğunu göstermiştir. Üstün yetenekli öğrencilerin kurdukları problemlerin; problem güçlüğü, kapsadığı değişkenler ve çözüm stratejileri bakımından daha farklılaştığı belirlenmiştir. Öz (2023) de problem çözüme sürecinde esneklik gösterebilen öğrencilerin, problem kurma sürecinde daha çeşitli problemler üretebildiklerini ortaya koyarak, bu iki sürecin birbirini besleyen yapısına dikkat çekmiştir. Arabacı ve Baki (2023) ise problem kurma sürecinde üstün zekâlı öğrencilerin daha esnek ve yaratıcı yaklaşımlar sergilediklerini; problem kurmanın yaratıcı ayrışmayı daha görünür hâle getirdiğini göstermiştir. Kaya (2025) tarafından geliştirilen problem kurma öğretim modeli de, problem kurmanın yalnızca bir değerlendirme aracı değil, doğrudan öğretimsel bir araç olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmanın sonucunda rutin ve rutin olmayan problem çözüme etkinlikleriyle bütünleştirilen problem kurma sürecinin, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı artışlara yol açtığı belirlenmiştir.

2.9.5. Özel yetenekli öğrencilerle yapılan matematiksel yaratıcılığa yönelik araştırmalar

Özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılığı üzerine çalışan Sriraman (2003), heterojen bir sınıf ortamında yürüttüğü öğretim deneyinde, özel yetenekli öğrencilerin problem çözümlerine ilişkin gizli genellikleri fark etme ve soyutlama konusunda akranlarından ayrıştığını göstermiştir. Benzer biçimde Sriraman (2008), yaptığı çalışmasında matematikte yetenekli öğrencilerin ispat oluşturma süreçlerinde görselleştirme, sezgi ve tersine çevirebilme gibi üst düzey bilişsel stratejileri kullandıklarını ortaya koymuştur. Kim, Cho ve Ahn (2003), özel yetenekli öğrencileri belirlemede yapılandırılmamış ve açık uçlu problemlerin daha ayırt edici olduğunu vurgulamış; bu tür problemlerin matematiksel yaratıcılığı ölçmede güçlü ancak tasarımı zor araçlar olduğunu belirtmiştir. Leikin ve Lev (2007) ile Leikin (2009), çoklu çözüm görevlerini matematiksel yaratıcılığın değerlendirilmesinde temel araç olarak önermiş; özel yetenekli öğrencilerin bu tür görevlerde akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutlarında daha yüksek performans sergilediklerini

göstermiştir. Schindler ve arkadaşları (2018) ise, özel yetenekli lise öğrencilerinin farklı matematik alanlarında sergiledikleri yaratıcılığın görev türüne bağlı olarak değiştiğini ortaya koyarak, matematiksel yaratıcılığın alana ve bağlama duyarlı bir yapı sergilediğini vurgulamıştır. Schoevers ve arkadaşları (2018) ise matematiksel yaratıcılığın hem genel yaratıcılıktan hem de matematiksel yetenekten beslendiğini, özel yetenekli öğrencilerde bu bileşenlerin birlikte işlediğini göstermiştir. Hong ve Aquí (2004), matematiksel yaratıcılığı yüksek öğrencilerin öz-yeterliklerinin ve motivasyonlarının daha güçlü olduğunu ortaya koyarken; Alabbasi ve arkadaşları (2025), özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılığı etkileyen ırsak düşünme performanslarının öğrenme ortamına duyarlı olduğunu göstermiştir. Lee, Moon ve Noh (2021) tarafından yürütülen boylamsal çalışma ise, öğrencilerin yaratıcı düşünmeye katılım biçimlerinin zaman içinde öğretim yaklaşımına bağlı olarak dönüştüğünü ve bu dönüşümün özellikle potansiyeli yüksek gruplarda belirginleştiğini ortaya koymaktadır.

Ulusal literatürde de Alkan (2014), BİLSEM öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık ve akademik başarı açısından diğer okul türlerine göre daha yüksek düzeyde olduğunu göstermiş; ancak matematiksel yaratıcılığın genel yaratıcılıkla her zaman paralel ilerlemediğini ortaya koymuştur. Taşkın (2016), özel yetenekli ve tipik gelişim gösteren öğrencileri karşılaştırmış; problem kurma etkinliğinin gruplar arasındaki farkı daha belirgin biçimde ortaya koyduğunu saptamıştır. Ayvaz (2019) ile Ayvaz ve Durmuş (2021), problem kurma temelli öğretimin özel yetenekli öğrencilerin özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarında anlamlı gelişmeler sağladığını göstermiştir. Akgül ve Kahveci (2017), BİLSEM öğrencileriyle yürüttükleri çalışmada matematiksel yaratıcılığın matematiksel üst biliş ve özyeterlikle güçlü biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Arabacı ve Baki (2023), özel yetenekli öğrencilerin problem kurma süreçlerinde daha esnek ve yaratıcı yaklaşımlar sergilediklerini göstermiştir. Koloğlu (2023), BİLSEM öğrencilerinin büyük bölümünün matematiksel yaratıcılık açısından orta düzeyde kaldığını; Onay (2023) ise özel yetenekli öğrencilerde matematiksel yaratıcılığın zekâdan bağımsız bir yapı sergileyebildiğini ortaya koymuştur. Yüzbaşıoğlu (2024) da matematiksel yetenek ile matematiksel yaratıcılık arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu, bu ilişkinin akıcılık ve esneklik gibi bileşenler taracılığıyla güçlendiğini göstermiştir.

BÖLÜM 3

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, katılımcıların özellikleri, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, veri toplama sürecinde gerçekleştirilen işlemler, verilerin analizine ilişkin yöntemler, araştırmacının süreçteki rolü ile araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğine yönelik bilgiler ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan eylem araştırması deseni kullanılmıştır. Nitel araştırmalar, bireylerin deneyimlerini, yaşantılarını ve içinde buldukları çevreyi nasıl anlamlandırdıklarını derinlemesine incelemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır (Merriam, 2013). Mills'e (2003) göre eylem araştırması, uygulama sürecinde karşılaşılan bir problemi çözmeye ve mevcut durumu iyileştirmeye yönelik olarak geliştirilen eylemler aracılığıyla yürütülen sistematik bir araştırma sürecidir. Bu yaklaşım, araştırma ile uygulamayı bir araya getirerek elde edilen bulguların doğrudan eğitim ortamına aktarılmasına olanak sağlamaktadır. Eylem araştırmaları genellikle uygulama ortamında fark edilen bir problem ya da geliştirilmesi gereken bir durumun belirlenmesiyle başlamaktadır. Araştırmacının uygulama sürecinde gözlemlendiği ve iyileştirilmesi gerektiğini düşündüğü bir durumu incelemesi ya da yeni bir yaklaşımı uygulayarak değerlendirmesi bu araştırma türünün temel özellikleri arasında yer almaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Karasar (2010) eylem araştırmasını, uygulayıcıların ve problemle doğrudan ilişkili bireylerin aktif katılımıyla yürütülen; mevcut durumu eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmeyi, geliştirmeyi ve gerekli düzenlemeleri yapmayı amaçlayan bir araştırma türü olarak tanımlamaktadır. Eğitim ortamlarında öğretmenler, sınıf içi uygulamalarda karşılaştıkları sorunları çözebilmek amacıyla veri toplamakta, elde edilen verileri analiz etmekte ve bu bulgular doğrultusunda öğretim süreçlerini geliştirmeye yönelik düzenlemeler yapmaktadırlar (Creswell, 2019). Bu yönüyle eylem araştırmaları, eğitim uygulamalarının sistematik biçimde incelenmesine, değerlendirilmesine ve geliştirilmesine katkı sağlayan önemli bir araştırma yaklaşımıdır (Kuzu, 2009).

Eylem araştırmaları, farklı veri toplama yöntem ve tekniklerinin kullanılmasına imkân tanıyan esnek bir araştırma yapısına sahiptir (Somekh, 2006). Bu araştırma yaklaşımı doğrudan uygulamaya odaklanmakta ve uygulama sürecinde ortaya çıkan durumların

iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Bazı durumlarda eylem araştırmaları, nitel ve nicel verilerin birlikte kullanıldığı karma yöntemlere benzer biçimde yürütülebilmekte ve bu süreç içerisinde geliştirilebilmektedir (Klein, 2012). Eğitim ortamlarında eylem araştırması yaklaşımı, öğretmenlerin kendi öğretim uygulamalarını sistematik ve eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmelerine ve bu doğrultuda öğretim süreçlerini daha etkili hâle getirmelerine olanak sağlamaktadır.

Bu yaklaşım, öğretmenin sınıf içinde karşılaştığı bir sorunu fark etmesi, bu soruna yönelik çözüm yolları geliştirmesi, planladığı eylemleri uygulaması ve elde ettiği verileri analiz ederek süreci yeniden yapılandırması döngüsüne dayanmaktadır (Kemmis & McTaggart, 1988; Mills, 2011). Bu yönüyle eylem araştırması, öğretmenlerin hem uygulayıcı hem de araştırmacı rollerini birlikte üstlendikleri, uygulamaya dönük ve geliştirici bir araştırma yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Bu araştırmada araştırmacı, görev yaptığı eğitim ortamında BİLSEM matematik sınıfında, özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını yeterince yansıtamadıklarını; özellikle problem çözme ve problem kurma süreçlerinde yaratıcı, esnek ve özgün düşünme boyutlarının sınırlı kaldığını gözlemlemiştir. Bu gözlemlediği bir durumu iyileştirmek ve öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini geliştirmek amacıyla, etkileşimli ve uygulamaya dayalı bir yöntem olarak eylem araştırması tercih edilmiştir. Bu doğrultuda söz konusu becerilerin gelişimini desteklemek amacıyla, problem çözme ve problem kurma temelli etkinliklerden oluşan ve aşamalı biçimde yapılandırılan bir eylem planı hazırlanmış; plan, uygulama, gözlem ve değerlendirme döngüleri çerçevesinde sistematik olarak uygulanmıştır.

Araştırma, pilot uygulamanın tamamlanmasının ardından bir eğitim-öğretim yılı boyunca yürütülmüş ve birbirini takip eden üç eylem döngüsü şeklinde yapılandırılmıştır. Bu döngüler; sırasıyla problem çözme temelli etkinliklerin uygulandığı, problem kurma temelli etkinliklerin gerçekleştirildiği ve problem çözme ile problem kurma becerilerinin birlikte kullanıldığı ürün oluşturma odaklı etkinlikleri içeren süreçlerden oluşmaktadır. Her bir döngüde planlanan etkinlikler uygulanmış, uygulama sürecinde elde edilen veriler toplanmış ve bu veriler doğrultusunda elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda ise bir sonraki döngüde gerçekleştirilecek uygulamalara yönelik gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

3.1.1 Eylem Araştırması Türleri

Eylem araştırması literatürde farklı türlere ayrılmakta olup, Mills'e (2003) göre en yaygın biçimde uygulamalı (pratik) ve katılımcı (işbirlikli) eylem araştırması olmak üzere iki ana kategori altında incelenmektedir. Bu türler, amaç ve kapsam açısından farklılıklar gösterse de, öğretmenlerin kendi uygulamalarını geliştirmeyi hedeflemeleri ve doğrudan uygulamaya dönüklük gibi ortak yönler taşımaktadır. Uygulamalı eylem araştırması, genellikle bir sınıf veya okul bağlamında belirlenen spesifik bir probleme odaklanmakta; tek bir öğretmen ya da küçük bir ekip tarafından yürütülerek yerel düzeyde çözüm üretmeyi hedeflemektedir. Bu tür araştırmalarda öğretmen, karşılaştığı problemi tanımlayıp eyleme geçerek kendi öğretim sürecini iyileştirmeye çalışmaktadır. Katılımcı eylem araştırması ise daha geniş sosyal konulara ve toplumsal dönüşüme odaklanır; araştırmacılar ile katılımcılar arasında işbirliğine dayanan eşitlikçi bir yapı içerir ve sosyal adalet ya da özgürleşme gibi kavramlara vurgu yapar. Bu tür araştırmalarda öğretmenlerin yanı sıra öğrenciler ve diğer paydaşlar da sürece aktif olarak katılmaktadır.

Bu bağlamda, bu araştırma sınıf içi uygulamaları iyileştirmeyi hedeflediğinden temel olarak uygulamalı eylem araştırması kapsamında değerlendirilmekle birlikte, sürece öğrenciler ve diğer öğretmenlerin de katılımı sağlandığından, kısmen katılımcı eylem araştırmasının özelliklerini de taşımaktadır. Her iki yaklaşımda da ortak olan nokta, öğretmen araştırmacının kendi uygulamalarına eleştirel bir bakışla yaklaşması, süreci döngüsel biçimde yapılandırması ve ulaşılan sonuçları paylaşarak öğretime katkı sunmasıdır.

3.1.2. Eylem Araştırması Süreci

Eylem araştırması, sürekli gelişimi esas alan ve döngüsel bir ilerleyiş gösteren bir araştırma yaklaşımıdır. Bu süreç genel olarak planlama, uygulama, gözlem ve değerlendirme (yansıtma) aşamalarından oluşmaktadır (Kemmis & McTaggart, 2005). Eylem araştırmasının temelinde, öncelikle bir araştırma sorusunun belirlenmesi ya da problem durumunun tanımlanması yer almaktadır. Bunu, hangi verilerin ne zaman ve nasıl toplanacağına karar verilmesi izlemektedir. Sürecin devamında verilerin toplanması ve analiz edilmesi, elde edilen bulgular doğrultusunda eylem planlarının geliştirilmesi ve bu planların uygulamaya aktarılması aşamaları gerçekleştirilmektedir. Son aşamada ise uygulama sonuçları değerlendirilerek elde edilen bulgular paylaşılmaktadır (Johnson, 2015). Eylem araştırması doğrusal bir süreçten ziyade, birbirini izleyen ve iç içe geçen aşamalardan oluşan spiral bir yapı olarak tanımlanmaktadır (Patterson & Shannon, 1993). Literatürde bu süreci açıklamak

amacıyla farklı modeller geliştirilmiştir (Johnson, 2015; Mills, 2003; Norton, 2009). Bu modellerin ortak noktası, eylem araştırmasının planlama, uygulama, gözlem ve yansıtma aşamalarından oluşan döngüsel bir yapı izlediğini ortaya koymalarıdır. Norton'a (2009) göre eylem araştırması süreci gözlem, planlama, uygulama ve yansıtma olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Gözlem aşamasında araştırmacı, değişim gerçekleştirmeyi amaçladığı durumları analiz ederken; planlama aşamasında bu doğrultuda uygulanacak stratejileri belirlemektedir. Uygulama aşamasında planlanan adımlar sınıf ortamında hayata geçirilmekte, yansıtma aşamasında ise uygulama sürecinin sonuçları değerlendirilerek süreç hakkında çıkarımlar yapılmaktadır.

Literatürde eylem araştırması sürecinin farklı araştırmacılar tarafından çeşitli biçimlerde tanımlandığı görülmektedir. Johnson (2015), Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel (2014) ile Creswell (2019) eylem araştırması sürecini kendi yaklaşımları doğrultusunda farklı aşamalarla açıklamışlardır. Bu durum, eylem araştırmasının tek bir modele dayanmayan, araştırmanın amacı ve bağlamına göre değişebilen esnek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2017). Bu çalışmada ise eylem araştırması süreci Norton'un (2009) önerdiği model temel alınarak yapılandırılmıştır. Söz konusu modele göre süreç; problemin belirlenmesi, gerekli bilgilerin toplanması, eylem planlarının hazırlanarak uygulanması, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve bu sonuçların paylaşılması aşamalarından oluşmaktadır. Eğitim ortamlarında karşılaşılan problemlerin sistematik biçimde ele alınarak çözüm üretilmesini amaçlayan bu aşamalar, araştırmanın planlanması ve yürütülmesi sürecinde temel bir çerçeve olarak kullanılmıştır.

3.1.3. Bu Araştırmanın Döngüsü

Bu eylem araştırması, 2025-2026 eğitim-öğretim yılının güz-bahar döneminde bir bilim sanat merkezinin matematik sınıfında, araştırmacı öğretmen ve öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, pilot ve uygulama aşamaları ile bir eğitim öğretim yılı boyunca planlanmış ve üç eylem döngüsü halinde yürütülmüştür. Bu döngüler ve içerikleri aşağıda açıklanmaktadır:

• **Problemin Belirlenmesi:** Araştırmacı, eğitim-öğretim yılının başlamasıyla birlikte görev yaptığı kurumda derslere başlamış ve BİLSEM'de öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerinin beklenen seviyenin altında olduğunu gözlemlemiştir. Öğrencilerin matematik problemlerini çözerken çoğunlukla tek bir doğru cevaba odaklandıkları, rutin çözüm yollarını tercih ettikleri ve kendi problemlerini oluşturma

konusunda yeterli performans sergileyemedikleri belirlenmiştir. Oysa yaratıcı düşünmenin gelişebilmesi için öğrencilerin birden fazla fikir üretebilmeleri ve ürettikleri fikirler arasından en uygun olanları seçerek geliştirebilmeleri beklenmektedir. Yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin zaman zaman farklı fikirler ortaya koyabildikleri ancak bu fikirleri işlevsel bir çözüme dönüştürmekte zorlandıkları ve yaratıcı düşünme potansiyellerini öğrenme sürecinde yeterince kullanamadıkları anlaşılmıştır. Ayrıca matematik öğretim programları (MEB, 2018; MEB, 2024) incelendiğinde, öğrencilerin problem çözme ve özellikle problem kurma becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklerin sınırlı olduğu görülmüştür. Bu durum, matematik derslerinde öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya çıkarabilecek problem çözme ve problem kurma odaklı etkinliklerin yer aldığı öğrenme ortamlarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda sınıf ortamında gözlemlenen bu durumu iyileştirmek ve öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmek amacıyla bir eylem araştırması yürütülmesine karar verilmiştir.

• **Bilgi Toplama:** Problemin tanımlanmasının ardından, olası çözüm yollarını belirleyebilmek amacıyla pilot uygulama sürecine kadar ilgili alan yazın ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Literatürde problem çözme ve problem kurma etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmede önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır. Özellikle problem çözme ve problem kurma becerilerinin birbirini tamamlayan süreçler olduğu; etkili problem çözen bireylerin aynı zamanda nitelikli problem kurma becerisine de sahip olabileceği ifade edilmektedir (Silver, 1994). Alan yazında ayrıca öğrencilere özgün problem durumları sunmanın ya da onların kendi problemlerini oluşturmalarına fırsat tanımanın yaratıcılık ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini desteklediği belirtilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda araştırmada uygulanacak stratejiler planlanırken, problem çözme ve problem kurma etkinliklerinin öğretim sürecine nasıl entegre edilebileceğine ilişkin çalışmalar incelenmiş; yaratıcı düşünmeyi destekleyen etkinlik örnekleri ve ölçme yaklaşımları hakkında bilgiler toplanmıştır. Gerçekleştirilen literatür taraması, araştırmanın eylem planlarının oluşturulmasında kuramsal bir temel sağlamış ve benzer çalışmalardan elde edilen bulgular, bu araştırmada kullanılacak yöntem ve veri toplama araçlarının geliştirilmesine rehberlik etmiştir.

• **Eylem Planlarını Geliştirme :** Problemin belirlenmesi ve bilgi toplamanın ardından problemin çözümüne yönelik olarak, araştırmacı tarafından bir eğitim-öğretim yılı süresince ardışık biçimde uygulanmak üzere üç döngüden oluşan bir ana eylem planı geliştirmiştir. Bu ana eylem planı, matematiksel yaratıcılığın gelişimini aşamalı ve bütüncül biçimde desteklemek amacıyla birbirini izleyen üç uygulama döngüsü şeklinde yapılandırılmıştır. Her

bir uygulama döngüsünde, o döngüye özgü hedefler, uygulanacak etkinlikler, süre, kullanılacak materyaller ve beklenen çıktılar ayrıntılı biçimde planlanmıştır. Bu döngüsel yapı, matematiksel yaratıcılık sürecinin çok boyutlu doğasına uygun olarak tasarlanmıştır. Araştırmacı, matematiksel yaratıcılığın yalnızca problem çözme becerileriyle değil, aynı zamanda yeni problemler kurma ve bu iki süreci bir araya getirerek orijinal ürünler ortaya koyma becerileriyle yakından ilişkili olduğunu kabul etmektedir (Leikin, 2009; Silver, 1997). Bu ana eylem planı içindeki etkinlikler önce pilot uygulamada test edilmiştir.

Bu doğrultuda eylem planının birinci uygulama döngüsünde, öğrencilerin mevcut matematiksel bilgilerini kullanarak yüksek bilişsel talep gerektiren etkinlikler aracılığıyla yaratıcı düşünme sürecine yönlendirilmeleri amaçlanmıştır. Bu aşamada Polya'nın (1957) problemi anlama, plan oluşturma, planı uygulama ve çözümü değerlendirme basamaklarından oluşan dört aşamalı problem çözme modeli temel alınmıştır. Öğrencilerin farklı çözüm stratejileri geliştirmeleri, birden fazla yaklaşımı denemeleri ve esnek düşünme becerilerini kullanmaları teşvik edilmiştir.

İkinci eylem döngüsünde ise problem çözme deneyimi kazanan öğrencilerin problem kurma sürecine geçmeleri sağlanmıştır. Bu aşama, matematiksel yaratıcılığın önemli bileşenlerinden biri olan yeni problem oluşturma becerisinin geliştirilmesi amacıyla planlanmıştır (Silver, 1994; Stoyanova, 1998). Problem kurma etkinlikleri; yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma biçimlerinde düzenlenmiş ve öğrencilerin farklı bilişsel düzeylerde özgün problemler üretmeleri desteklenmiştir. Bu süreçte öğrencilerin yalnızca verilen bilgilerle sınırlı kalmamaları, kendi sorularını oluşturmaları ve yeni matematiksel bağlamlar geliştirmeleri teşvik edilmiştir.

Üçüncü ve son döngüde ise öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerini bütünleştirerek bu süreçlerden hareketle somut matematiksel ürünler ortaya koymaları hedeflenmiştir. Bu ürünler; desen, geometrik yapı veya farklı matematiksel tasarımlar şeklinde geliştirilmiş ve öğrencilerin matematiksel bilgiyi yaratıcı biçimde kullanmalarını gerektiren projeler olarak yapılandırılmıştır. Bu aşama yalnızca yaratıcı düşünmeyi değil, aynı zamanda tasarlama, uygulama ve değerlendirme becerilerinin gelişimini de destekleyecek şekilde planlanmıştır. Sürecin her aşamasında iraksak ve yakınsak düşünme becerilerinin birlikte kullanılmasına olanak sağlayan etkinliklere yer verilmiştir (Guilford, 1967; Leikin & Lev, 2007). Böylece her eylem döngüsü bir sonraki aşama için bilişsel ve yaratıcı bir zemin

hazırlayarak öğrencilerin giderek derinleşen bir öğrenme ve üretim süreci yaşamalarına katkı sağlamıştır.

Ana eylem planının her bir uygulama döngüsü planla–uygula–gözlemler–yansıtma aşamalarından oluşan döngüsel yapıya uygun olarak hazırlanmıştır. Öncelikle uygulanacak etkinlikler planlanmış, ardından sınıf ortamında gerçekleştirilmiş, uygulama sırasında gözlemler yapılmış ve veriler toplanmıştır. Döngü sonunda elde edilen bulgular değerlendirilerek gerekli düzenlemeler yapılmış ve bu düzenlemeler bir sonraki döngünün planına yansıtılmıştır. Böylece her döngü, önceki uygulamaların sonuçlarına göre gerektiğinde yeniden düzenlenerek ilerlemiştir. Eylem döngülerinde yer alan etkinliklerin içeriği, verilerin toplanması bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Geliştirilen ana eylem planı, ilgili alan yazın incelenerek ve danışman ile alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda gözden geçirilmiş, içerik geçerliliği açısından değerlendirilerek yapılandırılmıştır. Planın ardışık ve bütüncül yapısı, öğrencilerin matematiksel yaratıcılığını desteklemeyi amaçlayan kuramsal temellere dayalı sistematik bir öğretim tasarımı ortaya koymaktadır..

Araştırmada takip edilen eylem araştırması süreci Tablo 3.1 'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Eylem araştırması süreci
UYGULAMA ÖNCESİ

- Problem Çözme ve Problem Kurma Testi (Matematiksel yaratıcılık açısından değerlendirilmesi)

1. UYGULAMA DÖNGÜSÜ

- Problem Çözme Etkinlikleri
- Araştırmacı tarafından geliştirilen yüksek bilişsel istem düzeyinde etkinlik kağıtları
- Araştırmacı Notları

(1.Eylem Planı Değerlendirme)

2. UYGULAMA DÖNGÜSÜ

- Problem Kurma Etkinlikleri
- Araştırmacı tarafından geliştirilen yüksek bilişsel istem düzeyinde etkinlik kağıtları
- Araştırmacı Notları

(2.Eylem Planı Değerlendirme)

3. UYGULAMA DÖNGÜSÜ

- Problem Çözme ve Kurma Becerilerinin birleştiği ürün oluşturma etkinlikleri
- Öğrenci Ürünleri
- Araştırmacı Notları

(3.Eylem Planı Değerlendirme)

UYGULAMA SONRASI

- Problem Çözme ve Problem Kurma Testi (Matematiksel yaratıcılık açısından değerlendirilmesi)

Tablo 3.1. ile görüldüğü üzere Eylem araştırması süreci Uygulama Öncesi, Ana Eylem Planının Uygulanması ve Uygulama Sonrası olmak üzere üçe ayrılmıştır. Ana Eylem Planının döngülerine başlamadan önce ve Ana Eylem Planının uygulamasından sonra Problem çözme ve problem kurma testi uygulanmıştır.

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Nitel araştırmaların temel amacı, incelenen durumun ya da olgunun ayrıntılı biçimde ele alınması ve derinlemesine betimlenmesidir. Bu nedenle nitel çalışmalarda çalışma grubu, genelleme amacı güdülmeden, araştırmanın amacı ve kapsamı doğrultusunda belirlenmektedir (McMillan & Schumacher, 2010). Bu araştırmada da katılımcıların belirlenmesinde, incelenen olgu ve durumların daha iyi anlaşılmasına ve açıklanmasına olanak sağlayan amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Ayrıca katılımcıların seçimi için aşağıdaki ölçütler belirleyici olmuştur.

- **Sınıf düzeyi:** Araştırmaya, Bilim ve Sanat Merkezlerinin Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF) programına devam eden öğrenci grupları dahil edilmiştir. BİLSEM’lerde bu program düzeyindeki öğrencilerin temel matematik konularını büyük ölçüde öğrenmiş oldukları ve problem çözme ile problem kurma etkinliklerine katılabilecek bilişsel olgunluğa sahip oldukları kabul edilmektedir.
- **Gönüllü katılım:** Araştırmaya katılacak öğrenciler ve velileri, araştırma süreci hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllülük esasına dayalı onamları alınmıştır. Eylem araştırması sürecinde öğrencilerin etkin katılımı önemli olduğundan, çalışmanın istekli ve motive öğrencilerle yürütülmesi araştırmanın başarısı açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle araştırmacı, sınıftaki tüm öğrencileri araştırmaya katılmaya davet etmiş; ancak katılmak istemeyen ya da velisinden izin alınamayan öğrenciler resmi analizlere dahil edilmemiştir. Ayrıca araştırma sürecine düzenli olarak katılım sağlayamayan bir öğrenci ile etkinliklere yeterli düzeyde yanıt vermediği değerlendirilen bir öğrenci de analiz kapsamı dışında bırakılmıştır.

Araştırmaya toplam 6 öğrenci katılmış olup çalışma grubunda 3 kız ve 3 erkek öğrenci yer almaktadır. Öğrencilerin devam ettikleri okullardaki matematik dersi akademik düzeylerinin birbirine benzer olduğu görülmektedir. Katılımcıların üçü özel okulda, üçü ise devlet okulunda öğrenim görmektedir. Ancak okullar arasında akademik açıdan belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Devlet ve özel okul öğrencilerinin birlikte yer aldığı bu heterojen yapı, araştırma bulgularının yorumlanmasında dikkate alınan bir unsur olmuştur. Öğrencilerin araştırmaya dahil edilmesi sürecinde öncelikle gerekli izinler alınmıştır. Velilere araştırmanın amacı, uygulama süreci ve öğrencilerden beklenenler hakkında bilgi verilmiş ve katılım için yazılı onam formları imzalatılmıştır.

Öğrencilere de araştırmanın bir parçası olacakları, ders işleyişinin biraz farklılaşacağı ancak bunun onların öğrenimine katkı sağlayacağı anlatılmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu bu yenilikçi ders yaklaşımına ilgiyle yaklaşmış ve gönüllü olmuştur.

Eylem araştırmasının doğasına uygun olarak araştırmacı, üzerinde etki sahibi olduğu ve yakından tanıdığı bir grupla çalışarak, uygulamalarını doğrudan kendi öğretim pratiğine entegre etmiştir. Öğrencilerin gerçek isimleri kullanılmamış onun yerine Ayşe, Zeynep, Mehmet, Özge Yusuf ve Ali takma isimleri tercih edilmiştir. Grup içinde zaman zaman rekabetçi tutumlar gözlemlenmekle birlikte, öğrencilerin sınıf içi etkileşimleri genel olarak görev odaklı ve etkilişimli bir yapı sergilemiştir.

Tablo 3.2’de araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyet, devam ettikleri okul türü ve matematiksel öğrenme süreçlerine ilişkin betimleyici özellikleri sunulmuştur. Öğrenciler arasında akademik başarı düzeyi açısından belirgin bir farklılık bulunmamakta olup, tabloda yer alan ifadeler öğrencilerin problem çözme, problem kurma ve matematiksel düşünme süreçlerindeki nitel farklılıkları yansıtmaktadır. Bu betimlemeler, öğrencileri karşılaştırmak amacıyla değil; eylem araştırması sürecinde tasarlanan etkinliklerin farklı öğrenci profilleri üzerindeki etkisini daha açık biçimde ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır.

Tablo 3.2. Araştırmaya katılan öğrencilerin demografik ve eğitimsel özellikleri

Öğrenci	Cinsiyet	Devam Ettiği Okul Türü	Matematiksel Öğrenme Özelliklerine İlişkin Genel Gözlemler*
Ayşe	Kız	Devlet Okulu	Çoklu çözüm yolları üretme, strateji geliştirme ve görevleri planlı tamamlama
Yusuf	Erkek	Özel Okul	Hızlı kavrama, çözüm sürecini yapılandırma ve gerekçelendirme
Zeynep	Kız	Devlet Okulu	Rutin problemlerde başarı sağlama, yönlendirme ile strateji çeşitliliği
Mehmet	Erkek	Devlet Okulu	Tek stratejiye yönelme, yönlendirme ile sürece katılım artışı
Özge	Kız	Özel Okul	Çözüm sürecinde destekle gerekçelendirme ve açıklama yapabilme
Ali	Erkek	Özel Okul	Özgün fikir üretme, problem bağlamını farklı ele alma; yapılandırmada destek ihtiyacı

*Gözlemler araştırma öncesi süreçte sınıf içi uygulamalar ve araştırmacı gözlemlerine dayalıdır.

Tablo 3.2.’de görüldüğü üzere öğrenciler bireysel olarak farklılıklara sahiptir. Ayşe ve Yusuf, matematiksel kavramları hızlı kavrayabilmeleri, problem çözme süreçlerinde birden fazla strateji geliştirebilmeleri ve verilen görevleri planlı biçimde tamamlamaları bakımından grupta yüksek performans gösteren öğrenciler arasında yer almaktadır. Zeynep, matematiksel işlemleri doğru ve tutarlı biçimde gerçekleştirebilmekte, rutin problem çözme görevlerinde başarılı olmakla birlikte; çoklu çözüm üretme ve alternatif strateji geliştirme süreçlerinde zaman zaman yönlendirmeye ihtiyaç duymaktadır. Mehmet ve Özge, problem çözme sürecinde genellikle tek bir stratejiye bağlı kalmakta, çözüm yollarını gerekçelendirme ve farklı yaklaşımlar üretme konusunda sınırlı performans sergilemekte; ancak yönlendirme ve

destek sağlandığında sürece katılımları artmaktadır. Ali ise problem durumlarını yorumlarken özgün fikirler ortaya koyabilmekte ve problem bağlamlarını farklı biçimlerde ele alabilmekle birlikte, matematiksel gerekçelendirme ve çözüm sürecini yapılandırma konularında desteğe ihtiyaç duymaktadır.

3.3.Araştırmacı- Uygulayıcı Rolü

Bu araştırmada araştırmacı, aynı zamanda uygulamayı gerçekleştiren ders öğretmeni konumundadır. Eylem araştırmalarında öğretmenin bizzat kendi sınıfında uygulayıcı rolü üstlenmesi sık rastlanan bir durumdur; hatta bu yaklaşım eylem araştırmasının temel özelliklerinden biridir. Araştırmacı, bir matematik öğretmeni olarak hem araştırmayı planlamış hem de sınıfta tüm etkinlikleri kendisi yürütmüştür. Bu çifte rol, araştırmacıya kendi öğretim yöntemlerini sorgulama, deneme ve geliştirme fırsatı vermiştir.

Araştırmacı-öğretmen, eğitim alanında lisans ve yüksek lisans eğitimi almış ve 16 yıllık öğretmenlik deneyimine sahip bir matematik eğitimcisidir. 2016 yılından itibaren bilim sanat merkezlerinde çalışmaktadır. Daha önceki yıllarda problem çözme odaklı ders etkinlikleri konusunda çeşitli eğitimlere katılmış; öğrencilerde yaratıcı düşünmeyi teşvik etme konusunda kişisel ilgi geliştirmiştir. Bu birikim, araştırmanın planlanmasında ve uygulanmasında araştırmacıya kılavuzluk etmiştir. Araştırmacı, uygulama sürecinde mümkün olduğunca nesnel ve dengeli bir tutum sergilemeye özen göstermiştir. Her ne kadar kendi sınıfında kendi öğrencileriyle çalışıyor olsa da, araştırma sırasında toplanan verilerin güvenilirliği için bir gözlemci gözüyle süreci takip etmiştir. Örneğin derslerde hem öğretmen hem araştırmacı bakış açısını korumak adına, önemli etkinlik anlarında dersin akışını bozmayacak şekilde not almalar yapmıştır. Kendi davranışlarını da zaman zaman değerlendirmiş; yeni yöntemlerin öğrenciler üzerindeki etkisini anlamaya çalışırken ön yargılı olmamaya dikkat etmiştir. Araştırmacının aynı zamanda ders öğretmeni olması, eylem araştırmasının doğası gereği avantaj sağlamakla birlikte, araştırmacı etkisi ve yanlılık riski açısından dikkatle ele alınması gereken bir durumdur. Bu riskin farkında olan araştırmacı, uygulama sürecinde öğrencileri yönlendirmemeye, çözüm yolları sunmamaya ve öğrencilerin düşünme süreçlerine doğrudan müdahale etmemeye özen göstermiştir. Ayrıca veri analizi sürecinde elde edilen bulgular, yalnızca gözleme dayalı yorumlarla değil, öğrenci ürünleri ve yazılı veriler üzerinden tarafsız puanlama ile sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Bu süreçte dersler video ile kayıt altına alınmıştır.

Eylem araştırmasının ilkelerinde belirtildiği üzere, öğretmen-araştırmacı uygulamalarını sistematik bir yaklaşımla planlayıp değerlendirmiştir. Bu kapsamda araştırmacı, her döngünün sonunda kendine şu soruları sormuştur: “Hedeflediğim değişim gerçekleşiyor mu? Daha farklı ne yapabilirim? Öğrencilerin ihtiyaçları doğrultusunda planımda ne tür değişiklikler yapmalıyım?” Bu yaklaşım, araştırmacının mesleki gelişimine de katkı sağlamıştır. Araştırmacı-öğretmen, bu süreçte kendi öğretim pratiğine dair derinlemesine düşünme ve onu geliştirme imkanı bulmuştur.

3.4. Araştırma Ortamı

Araştırma, Marmara Bölgesi’nde bulunan bir bilim sanat merkezinde BYF grubunun matematik derslerinde yürütülmüştür. Dersler, kurumda araştırmacının matematik atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Sınıf ortamı geleneksel sıraların dışında grup çalışmasına imkan verecek şekilde düzenlenmiştir. Sınıf ortamında ders için gerekli malzemeler bulunmaktadır.

Araştırmanın yürütüldüğü sınıfın fiziksel donanımı, uygulama sürecinin gereksinimlerini karşılayabilecek düzeydedir. Sınıfta beyaz tahta, akıllı tahta, projeksiyon cihazı, yazıcı ve bilgisayar gibi teknolojik araçlar bulunmaktadır. Araştırmacı, problem durumlarını öğrencilere sunarken projeksiyon cihazından yararlanmış ve gerektiğinde öğrencilerin ürünlerini sunmaları sırasında da bu teknolojik araçları kullanmıştır. Ayrıca etkinliklerin yürütülmesi için her gruba yeterli sayıda çalışma kâğıdı, kalem, cetvel, makas, yapıştırıcı ve renkli kâğıt gibi materyaller sağlanmıştır. Yaratıcı ürün geliştirme sürecini içeren bazı etkinliklerde ihtiyaç duyulan özel malzemeler ise araştırmacı tarafından temin edilerek sınıfa getirilmiştir.

Etkinliklerin süresi, okulun ders programına uygun olarak haftada üç ders saati (her biri 40 dakika) olacak şekilde planlanmış ve uygulamalar bu ders saatleri içerisinde gerçekleştirilmiştir. Gerektiğinde araştırmacı tenffüs veya öğle aralarında ek çalışma oturumları düzenlemiştir. Bununla birlikte araştırma faaliyetleri genel olarak normal ders saatleri içinde yürütülmüş ve süreç müfredatın doğal akışı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Okul ortamı, yönetim ve öğretmenler açısından da araştırmanın yürütülmesine uygun bir atmosfer sunmuştur. Okul yönetimi araştırmacıya gerekli kolaylıkları sağlamış ve derslerde yenilikçi uygulamaların denenmesine olumlu yaklaşmıştır. Matematik zümresi öğretmenleri de araştırmacıyla görüş alışverişinde bulunarak sürece destek vermiştir. Bu kapsamda araştırmacı diğer matematik öğretmenleriyle toplantılar yapmış, planlanan etkinlikler hakkında geri

bildirim almış ve bazı ders gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Oluşan bu işbirlikçi ortam araştırmanın sağlıklı bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamıştır.

Sonuç olarak araştırmanın gerçekleştirildiği sınıf ortamı, hem fiziksel olanaklar hem de destekleyici eğitim atmosferi bakımından eylem araştırmasının yürütülmesine uygun nitelikler taşımaktadır. Öğrencilerin kendilerini güvenli bir öğrenme ortamında hissetmeleri ve yenilikçi etkinliklere açık bir atmosferde çalışmalarını, araştırma sürecinin verimliliğini artıran önemli bir unsur olmuştur.

3.5. Veri Toplama Araçları

Nitel araştırmalarda farklı veri toplama araçlarının kullanılması, incelenen olgunun çok boyutlu biçimde anlaşılmasına ve bağlama özgü durumların daha ayrıntılı şekilde ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır (McMillan & Schumacher, 2010). Bu doğrultuda, bu araştırmada da birden fazla veri toplama aracından yararlanılmıştır. Veri çeşitliliğinin sağlanması, araştırma bulgularının geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak amacıyla tercih edilmiştir (Creswell, 2019).

Araştırma verileri uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrası olmak üzere üç farklı aşamada toplanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerin mevcut durumlarını belirlemek amacıyla problem çözme ve problem kurma ön testleri uygulanmıştır. Uygulama sürecinde etkinlik kâğıtları, öğrenci günlükleri ve araştırmacı gözlem notları aracılığıyla veriler toplanmıştır. Uygulama sonrasında ise öğrencilerde meydana gelen değişimi incelemek amacıyla problem çözme ve problem kurma son testleri uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Veri toplama araçları listesi

Uygulama Öncesi	Uygulama Süreci	Uygulama Sonrası
<ul style="list-style-type: none">• Problem Çözme ve Kurma Testi	<ul style="list-style-type: none">• Etkinlik kâğıtları• Araştırmacı Gözlem Notları• Öğrenci Günlüğü	<ul style="list-style-type: none">• Problem Çözme ve Kurma Testi

3.5.1. Uygulama Öncesi ve Sonrası Veri Toplama Araçları

Bu bölümde uygulama öncesi ve uygulama sonrasında kullanılan veri toplama araçlarına yer verilmiştir.

3.5.1.1 Problem Çözme Testi

Bu araştırmada, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve matematiksel yaratıcılık düzeylerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından 4 soruluk “Problem Çözme Testi” geliştirilmiştir. Test, uygulama öncesi ve sonrası olmak üzere iki farklı zamanda uygulanmış; böylece öğrencilerin süreç içerisindeki gelişim düzeyleri izlenmiştir. Problem çözme testi hazırlanırken temel dayanaklardan biri, Polya'nın (1945) problemi anlama, çözüm için bir plan oluşturma, planı uygulama ve çözümü değerlendirme aşamalarından oluşan modeli olmuştur. Bu model, yalnızca çözüm sürecini değil aynı zamanda bireyin düşünme biçimini de sistematikleştirdiği için problem çözme yeterliklerini analiz etmekte oldukça işlevseldir (Schoenfeld, 1985). Ayrıca Krutetskii (1976) ve Schoenfeld (1992) gibi araştırmacıların, matematiksel problem çözme süreçlerinde öğrencilerin hangi zihinsel stratejileri kullandıklarına dair yaptığı analizlerden de yararlanılmıştır.

Test maddelerinin hazırlanmasında, ortaokul matematik öğretim programı (MEB, 2024) ile bu düzeye yönelik onaylı ders kitapları incelenmiş ve 6. sınıf düzeyine uygun içerikler seçilmiştir. Bu bağlamda testte yer alan problemler, öğrencilerin hâlihazırda öğrenmiş oldukları temel matematiksel kavramlara dayalı olarak kurgulanmıştır. Problem çözme testinin yapılandırılmasında, özellikle öğrencilerin rutin olmayan ve farklı düşünme yollarını gerektiren durumlarla karşı karşıya kalmaları hedeflenmiştir. Testte yer alan sorular, sadece tek doğru cevabı olan klasik problemler yerine, birden fazla çözüm yolu barındıran ve yaratıcı düşünmeyi tetikleyen senaryolardan oluşmaktadır. Kısacası sadece doğru cevaba ulaşmayı değil, yaratıcı çözüm yolları geliştirme, çoklu strateji kullanımı ve esnek düşünmeyi teşvik eden açık uçlu problem senaryoları tercih edilmiştir. Böylelikle, testin matematiksel yaratıcılık göstergeleri olan akıcılık, esneklik ve orijinallik (Guilford, 1966) boyutlarında da değerlendirme yapılmasına olanak sağlanmıştır. Problem çözme testinde matematiksel yaratıcılığı gözlemlemek için her bir boyutu ayrı ayrı ölçen sorular sorulmuştur. Akıcılık ölçmek için Leikin (2009) ve Silver (1997) tarafından önerilen “How many ways?” şeklindeki soru kalıbına benzer olarak çoklu çözüm yolu içeren soru oluşturulmuştur. Esneklik ölçmek için Haylock (1997) ve Silver (1997) tarafından önerilen açık uçlu geometrik görevler içeren soru oluşturulmuştur. Orijinallik boyutunu ölçmek amacıyla Haylock (1997) tarafından önerilen örüntü ve kural bulmaya dayalı problem türleri temel alınmıştır. Bu kapsamda, öğrencilerin yalnızca dizinin devamını bulmaları değil; diziyi oluşturan matematiksel yapıyı (ör. artış miktarı, çarpan ilişkisi, fonksiyonel bağıntı veya ardışık terimler arasındaki ilişki) farklı yaklaşımlarla ifade etmeleri ve gerekçelendirmeleri beklenmiştir.

Derinlik ölçmek için Krutetskii'nin (1976) derinlik modeline ve Silver'ın (1997) gerekçelendirmeye dayalı problem çözme analizlerine uygun olarak soru oluşturulmuştur. Derinlik boyutunu ölçmeye yönelik sorularda, öğrencilerden yalnızca sonucu belirtmeleri değil; kullandıkları matematiksel kavramları (ör. alan-çevre ilişkisi, orantısal düşünme, geometrik parçalama), bu kavramlar arasındaki ilişkileri ve çözüm sürecine ilişkin neden-sonuç bağlarını açık ve tutarlı biçimde ifade etmeleri beklenmiştir.

Geliştirilen testin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur. Matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip ve aktif olarak akademik çalışmalar yürüten dört öğretim üyesine problem çözme testi sunulmuştur. Uzmanlardan, geliştirilen testte matematiksel yaratıcılığın boyutlarını yansıtma durumu, öğrenci seviyesine uygunluk, bilişsel istem düzeyi ve yönerge açıklığı açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda bazı maddelerin ifadelerinde düzenlemeler yapılmış, yönergeler netleştirilmiş ve bilişsel istem düzeyi açısından gerekli görülen revizyonlar gerçekleştirilmiştir. Uzman görüşleri ve bu görüşler doğrultusunda gerçekleştirilen düzenlemeler Tablo 3.4.'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4 Problem çözüme testine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler

Değerlendirilen Boyut	Uzman Görüşleri	Yapılan Düzenlemeler
Akıcılık	Soruların birden fazla çözüm üretmeye imkân tanıdığı, akıcılık boyutunu ölçmek için genel olarak uygun olduğu belirtilmiştir.	Akıcılık boyutunu ölçen sorular korunmuş; öğrencilerin birden fazla çözüm üretmelerini teşvik eden açık uçlu yapı güçlendirilmiştir. Ön ve son testte benzer yanıtların tekrar edilmesini önlemek amacıyla, matematiksel kazanımlar korunarak soru bağlamları değiştirilmiştir.
Esneklik	Problem çözüme sorularında kullanılan bazı görevlerin, farklı çözüm stratejileri üretme açısından sınırlı olabileceği; ön ve son testte yer alan bazı soruların esneklik düzeyi bakımından denk olmayabileceği ifade edilmiştir.	Esneklik boyutunu ölçen sorular yeniden düzenlenmiş; öğrencilerin farklı strateji, temsil ve çözüm yolları kullanmalarını gerektiren problem yapıları tercih edilmiştir. Ön ve son testler arasında bilişsel istem düzeyi dengelenmiştir.
Özgünlük	Dizinin kuralının tek olabileceği, bu nedenle özgünlüğün yalnızca sonuca değil kullanılan yaklaşıma dayalı olarak ele alınması gerektiği belirtilmiştir.	Problem çözüme sorularında özgünlük, tek bir sonuca ulaşmaktan ziyade öğrencilerin kullandıkları farklı matematiksel yaklaşımlar ve gerekçelendirme biçimleri üzerinden değerlendirilmiştir. Yönergelere, öğrencilerin alışılmadık çözüm yolları ve temsiller kullanmalarını teşvik eden ifadeler eklenmiştir.
Derinlik	Bazı soruların derinlikten çok akıcılık boyutunu ölçebileceği; derinliğin gerekçelendirme ve açıklama boyutuyla daha net vurgulanması gerektiği belirtilmiştir.	Derinlik boyutunu ölçen soruların yönergeleri yeniden düzenlenmiş; öğrencilerden kullandıkları matematiksel kavramları, çözüm sürecini ve neden-sonuç ilişkilerini açık ve ayrıntılı biçimde açıklamaları istenmiştir.
Dil ve Anlaşılabilirlik	Bazı yönergelerin öğrenciler için soyut ve teknik kalabileceği ifade edilmiştir.	Yönergeler sadeleştirilmiş; açıklamalar daha açık ve öğrenci düzeyine uygun hâle getirilmiştir. Gerekli görülen maddelere açıklayıcı yönlendirmeler eklenmiştir.
Görsel Temsil Kullanımı	Öğrencilerin şekil çizme ve görsel temsil kullanma konusunda tereddüt yaşayabileceği belirtilmiştir.	İlgili sorulara “şekil çizebilirsin” ve “çizim yapman yararlı olabilir” gibi yönlendirici ifadeler eklenerek görsel temsil kullanımı teşvik edilmiştir.
Testin Genel Yapısı	Ön ve son testler arasında paralellik ve bütünlük sağlanmasının ölçme geçerliği açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.	Ön ve son testlerde ölçülen boyutlar korunmuş; ancak öğrencilerin önceki yanıtları hatırlamalarını engellemek amacıyla bazı soruların bağlamları değiştirilmiştir. Böylece ölçme tutarlılığı ve geçerliği güçlendirilmiştir.

Uzman görüşleri doğrultusunda, birinci maddelerin akıcılık boyutunu ölçme açısından birden fazla çözüm ve problem üretimine olanak tanıdığı, bu yönüyle amaca uygun olduğu ifade edilmiştir. Esneklik boyutuna yönelik maddeler genel olarak uygun bulunmakla birlikte, bazı maddelerin sunduğu çözüm alanlarının farklı derecelerde sınırlandırılmış olmasının ön test-son test karşılaştırmalarında nesneliği etkileyebileceği yönünde görüşler dile getirilmiştir. Özgünlük boyutuna ilişkin maddeler, öğrencilerin alışılmışın dışında çözüm ve

problem üretmelerine imkân tanınması bakımından yeterli görülmüş; derinlik boyutunu ölçmeye yönelik maddelerin ise öğrencilerin gerekçelendirme, açıklama ve ilişkilendirme yapmalarını teşvik ettiği belirtilmiştir. Ayrıca uzmanlar, ön ve son testlerin paralel form niteliğini güçlendirmek amacıyla madde yapılarının daha tutarlı hâle getirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu doğrultuda test maddeleri yeniden gözden geçirilmiş, özellikle esneklik boyutunu ölçmeye yönelik maddelerde çözüm alanlarının karşılaştırılabilirliğini artıracak düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin, ön testte “farklı çözüm yolları üretiniz” biçiminde daha geniş bir çözüm alanı sunan bir madde, son testte de benzer düzeyde çoklu strateji gerektirecek şekilde yeniden yapılandırılmış; böylece her iki formda da öğrencilerin benzer bilişsel esneklik düzeylerini sergileyebileceği paralel görevler oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra problem çözme testi, uygulanmadan önce benzer özellikler taşıyan küçük bir öğrenci grubuyla pilot çalışmaya tabi tutulmuş ve bu süreçte testin anlaşılabilirliği, yönlendirme gücü ve yaratıcı düşünmeyi teşvik edici yapısı açısından çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Öğrencilerin bazı yönergeleri soyut ve fazla teknik buldukları belirlenmiştir; özellikle 4. soruda öncelikle “Alanı bulurken hangi matematiksel gerekçeleri kullandığınızı, kavramsal olarak açıklayınız.” şeklinde ifade edilen yönerge, bazı öğrenciler tarafından anlaşılmakta zorlanılmış ve bu nedenle “Alanı bulurken hangi matematiksel gerekçeleri kullandığınızı, neden-sonuç ilişkilerine dikkat ederek detaylı yazınız” biçiminde daha açık bir dille yeniden yazılmıştır. Ayrıca pilot uygulama sırasında bazı öğrencilerin şekil çizme konusunda tereddüt yaşadıkları görülmüş, bu nedenle 2. ve 4. sorulara “şekil çizebilirsin”, “çizim yapman senin yararına olabilir” gibi yönlendirici ifadeler eklenerek görsel temsili teşvik etmek amacıyla açıklayıcı notlar eklenmiştir. Testin ilk versiyonunda yer alan “ $36 + 18 \div 6 \times 2$ işlemiyle ilgili bir problem yaz ve çöz.” sorusu, öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından aynı biçimde yanıtlandığı, özgünlük üretimine katkı sağlamadığı ve yaratıcılığı ölçmede yetersiz kaldığı gerekçesiyle testten çıkarılmıştır. Ayrıca öğrencilerin açıklamalı yanıt vermesi beklenen sorularda cevap alanlarının yetersiz olduğu tespit edilmiş ve test formundaki boşluklar artırılarak daha yapılandırılmış alanlar oluşturulmuştur. Bunun yanında, sayı dizisiyle ilgili soruya verilen cevapların sıradan ve benzer olduğu görülmüş; bu nedenle yönergeye “sınıfta kimsenin düşünemeyeceği”, “alışılmadık”, “yaratıcı” gibi ifadeler eklenerek öğrencilerin özgün düşünce geliştirmesi hedeflenmiştir. Bu ifadelerle öğrencilerin, sınıf içinde sıkça kullanılan standart çözüm yollarının dışına çıkarak farklı matematiksel temsil ve gerekçeler kullanmaları hedeflenmiştir.

Yapılan bu düzenlemeler sonucunda test, hem anlaşılabilirlik hem de yaratıcı problem çözme potansiyelini ölçme açısından daha işlevsel bir hâle getirilmiştir. Akıcılık ve esneklik boyutlarını ölçen sorular, aynı matematiksel kazanımlara ve benzer bilişsel istem düzeylerine sahip olacak şekilde yeniden yapılandırılmış; böylece ölçülen yapının korunmasına ve ön–son test karşılaştırmalarının geçerli biçimde yapılmasına dikkat edilmiştir. Nihai şekli verilen test Ek-1 ile verilmiştir.

3.5.1.2. Problem Kurma Testi

Bu araştırmada, öğrencilerin problem kurma becerilerinin ve bu bağlamda matematiksel yaratıcılıklarının değerlendirilmesine yönelik olarak problem kurma testi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Testin kuramsal temeli, Stoyanova'nın (1997) önerdiği problem kurma türleri çerçevesinde yapılandırılmıştır. Bu modele göre problem kurma süreci yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumları olmak üzere üç temel düzeyde ele alınmaktadır. Bu sınıflandırma, öğrencilere farklı düzeylerde bilişsel ve yaratıcı düşünme fırsatları sunarak, matematiksel yaratıcılığın çok boyutlu bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Stoyanova & Ellerton, 1996).

Testin içerik oluşturma sürecinde, öncelikle ortaokul matematik dersi öğretim programı ve MEB onaylı altıncı sınıf ders kitapları detaylı şekilde incelenmiş; öğrencilerin seviyelerine uygun matematiksel kavramlar, ilişkiler ve problem bağlamları belirlenmiştir. Alan yazın taraması doğrultusunda yaratıcı problem kurmaya elverişli içeriklerin seçiminde özellikle sayı örüntüleri, cebirsel düşünme, oran-orantı ve geometri gibi temalar ön plana çıkarılmıştır (Bal-Turalı & Baki, 2019; Kış & Şahin, 2021).

Hazırlanan test taslağında, her bir problem kurma türüne ait problemlerin yer aldığı dört durum yer almıştır. Bu bağlamda Stoyanova'nın (1997) önerdiği şekilde yapılandırılmış problem kurma durumları, öğrencilere belirli bir matematiksel durum verilerek bu durumdan hareketle problem kurmalarını talep ederken, yarı yapılandırılmış problem kurma durumlarında öğrencilere açık uçlu bilgi parçaları sunularak özgün problem kurgulamaları istenmiştir. Serbest problem kurma durumları ise öğrencilere yalnızca genel bir tema verilerek tamamen özgün problem üretimi hedeflenmiştir.

Problem kurma ön testi, uygulamaya geçmeden önce pilot bir grup öğrenciyle denenmiş ve elde edilen geri bildirimler doğrultusunda çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Pilot uygulamada öğrencilerin bazı yönergeleri yada beklentileri tam olarak anlamakta zorlandığı gözlemlenmiştir. Örneğin 2. soruda “Bir dikdörtgenin alanı 60 birim karedir” ifadesi yeterince

bağlam içermediği için bazı öğrencilerin bu veriyle ne tür bir problem kurabilecekleri konusunda tereddüt yaşadığı belirlenmiştir. Bu nedenle yönergeye strateji açıklaması eklenerek öğrencinin farklı açılardan düşünmesi teşvik edilmiştir. Benzer şekilde 3. soruda verilen tabloya dayalı problem kurma görevi, bazı öğrenciler tarafından basit alışveriş problemi şeklinde yorumlanmış ve yönergede belirtilen “sıradışı, özgün, yaratıcı” gibi ifadelerin yeterince yönlendirmediği görülmüştür; bu sebeple açıklayıcı bir örnek veya yönergeye daha belirgin vurgu eklenmesi ihtiyacı doğmuştur. Ayrıca testin ilk versiyonunda yer alan ve çok temel işlem bilgisiyle yanıtlanabilen “Bir çarpma işlemiyle ilgili bir problem yaz ve çöz” şeklindeki bir soru, öğrencilerden gelen yanıtların birbirine çok benzer ve özgünlükten uzak olması nedeniyle testten çıkarılmıştır. Ek olarak, bazı öğrencilerin özellikle 4. soruda ne kadar detay vermeleri gerektiğini bilemedikleri gözlenmiş ve bu nedenle yönergeye “problemi detaylı olarak açıkla ve çözümünü yap” ifadesi eklenmiştir. Tüm bu değişiklikler, öğrencinin yalnızca işlem değil, yaratıcı düşünce, strateji seçimi ve açıklama becerilerini de yansıtmalarını sağlayacak şekilde testin ölçme niteliğini artırmak amacıyla yapılmıştır.

Yurdagül (2005) ve Büyüköztürk (2014) çalışmalarında testlerin geçerlik sürecinin alanyazında sıklıkla tercih edilen uzman görüşüne dayalı içerik geçerliği tekniğiyle yürütülmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Bu nedenle geliştirilen testin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur. Matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip ve aktif olarak akademik çalışmalar yürüten dört öğretim üyesine problem kurma testi sunulmuştur. Uzmanlardan her bir problem durumu için içerik uygunluğu, seviyeye uygunluk, açık anlaşılabilirlik ve Stoyanova'nın (1997) sınıflamasına uygunluk açısından değerlendirme yapmaları istenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda gerçekleştirilen düzenlemeler Tablo 3.5. ile gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Problem kurma testine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler

Değerlendirilen Boyut	Uzman Görüşleri	Yapılan Düzenlemeler
Akıcılık	Birden fazla problem üretimine imkân tanıdığı için akıcılık boyutunu ölçmede genel olarak uygun bulunmuştur	Akıcılığı hedefleyen maddelerde problem kurma bağlamları korunmuş, ancak yönergelerde “birden fazla problem üretme” ifadesi vurgulanmıştır.
Esneklik	Bazı maddelerin problem kurma bağlamının öğrencilerin farklı strateji ve yaklaşımlar geliştirmesini sınırlayabileceği; ön-son testte esneklik düzeylerinin benzer bilişsel talepleri yansıtmayabileceği belirtilmiştir.	Esnekliği ölçen problem kurma maddelerinde bağlamlar yeniden düzenlenmiş; problem türleri, farklı matematiksel stratejilere izin verecek biçimde çeşitlendirilmiştir.
Özgünlük	Problem kurma görevlerinin özgünlük boyutunu ölçmek için uygun olduğu, ancak bazı maddelerde daha özgün problemlerin ortaya çıkabileceği farklı bağlamların da verilebileceği ifade edilmiştir.	Özgünlük hedeflenen maddelerde bağlamlar zenginleştirilmiş; yönergelere “alışılmadık”, “farklı”, “özgün” problem üretimini teşvik eden ifadeler eklenmiştir.
Derinlik	Bazı maddelerin açıklama ve gerekçeleştirme beklentisinin yeterince açık olmadığı, öğrencilerin ne düzeyde detay vermeleri gerektiğini anlamakta zorlanabilecekleri belirtilmiştir.	İlgili maddelerin yönergelerine “problemini detaylı olarak açıkla”, “kurduğun problemdeki matematiksel ilişkileri gerekçelendir” gibi ifadeler eklenmiştir.
Dil ve Anlaşılabilirlik	Bazı yönergelerin öğrenciler için yeterince anlaşılır olamayabileceği ifade edilmiştir.	Yönergeler sadeleştirilmiş, bağlamlar netleştirilmiş ve öğrencilerin problem kurma sürecini yönlendirecek açıklamalar eklenmiştir.
Ön test- Son test yapısı	Ön ve son testler arasında paralellik ve bütünlük sağlanmasının ölçme geçerliği açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.	Ön ve son testlerde ölçülen boyutlar korunmuş; ancak öğrencilerin önceki yanıtları hatırlamalarını engellemek amacıyla bazı soruların bağlamları değiştirilmiştir. Böylece ölçme tutarlılığı ve geçerliği güçlendirilmiştir.

Tablo 3.5.’te görüldüğü üzere Uzman görüşleri doğrultusunda, bazı problem durumlarının açıklamaları sadeleştirilmiş, yönergelerdeki ifadeler netleştirilmiş ve bazı matematiksel içeriklerde düzeltmelere gidilmiştir. Özellikle serbest problem kurma türlerinde, öğrencilerin kavramsal yanılığa düşmemesi için örnek temalar daha açık hale getirilmiştir. Yapılan bu düzenlemeler, testin yapı geçerliği açısından titizlikle yapılandırılmıştır. Uygulama sonrası uygulanacak testin akıcılık ve esneklik ölçen soruları aynı cevapları önlemek adına aynı bağlamda olmak üzere değiştirilmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen problem kurma testi, hem içerik hem de kavramsal olarak Stoyanova’nın problem kurma kuramına dayalı biçimde yapılandırılmış, uzman görüşleriyle içerik geçerliği sağlanmış ve araştırmada kullanılmak üzere uygulanmaya hazır hale getirilmiştir. Bu test aracılığıyla

öğrencilerin yalnızca problem kurma becerileri değil, aynı zamanda matematiksel yaratıcılık bileşenleri olan akıcılık, esneklik ve özgünlük düzeylerinin (Silver, 1997; Leikin & Lev, 2013) de değerlendirilmesi hedeflenmiştir Nihai şekli verilen test Ek-2 ile verilmiştir. Ayrıca problem çözme ve kurma testlerinin değerlendirilmesinde yararlanılan uzman görüş formu Ek-3 ile verilmiştir.

3.5.2. Uygulama Süreci Veri Toplama Araçları

Bu bölümde uygulama sürecinde kullanılan problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma etkinliklerine yer verilecektir.

3.5.2.1. Uygulama Sürecinde Kullanılan Problem Çözme Etkinlikleri

Birinci eylem döngüsünün ilk haftasında genel problem çözme etkinliklerine yer verilmiştir. Böylece öğrencilere doğrudan yaratıcı ve disiplinler arası düşünmeyi gerektiren karmaşık etkinlikler sunmadan önce, onların mevcut problem çözme becerilerini gözlemlene ve temel yaklaşımlarını ortaya çıkarma olanağı sunulmuştur. Ayrıca bu yaklaşım, öğrencilerin sürece ısınmalarını ve daha sonra sunulacak yüksek bilişsel talep düzeyindeki etkinliklere hazırlanarak aşamalı bir gelişim göstermelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen bu uygulama, öğrencilerin temel düzeydeki stratejik yaklaşımlarını belirleyip sürece adaptasyonlarını desteklerken, aynı zamanda araştırmacının döngüsel yapısına uygun bir biçimde ilerleyen haftalardaki etkinliklerin gerekçelendirilmesine olanak tanımıştır. Bu araştırmada uygulama sürecinde, özel yetenekli öğrencilerin matematiksel düşüncelerini desteklemek, yaratıcı çözüm yolları üretmelerine olanak tanımak ve problem çözme sürecine aktif katılımlarını teşvik etmek amacıyla, Posamentier ve Krulik (2016) tarafından hazırlanan “Matematikte problem çözme” ve “ Etkili ve yaratıcı çözümler için problem çözme stratejileri” kitaplarından, Yazgan ve Arslan (2017) tarafından hazırlanan “Matematiksel sıradışı problem çözme stratejileri ve örnekleri” kitabından yararlanılmış ve bu kaynaklardaki sıradışı problemlerin çözümüne zaman ayrılmıştır. Bu tür etkinlikler, birden fazla çözüm yolu içerebilen ve öğrencilerin farklı düşünme biçimlerini yansıtabildikleri yapıları içermektedir (Silver, 1997; Cai et al., 2015). Problemlerin çözümleri Polya'nın (1945) dört aşamalı problem çözme modeli (problemi anlama, plan kurma, uygulama ve değerlendirme) temel alınarak yapılandırılmış ve Krulik ve Rudnick'in (1996) problem çözme stratejileri ile desteklenmiştir. Problem durumları, öğrencilerin hem işlem yapma hem de problem çözüm süreçlerini analiz etme becerilerini geliştirecek şekilde seçilmiştir.

Birinci eylem döngüsünün ikinci haftasında araştırmacı tarafından geliştirilen “Hayali Para Birimi Tasarımı” etkinliği, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını ortaya koyabilecekleri şekilde yapılandırılmış bir etkinliktir. Etkinlik, Stein ve Smith (1998) tarafından matematik görevlerinin sınıflandırılması için önerilen bilişsel istem düzeylerine göre sınıflandırılmıştır. Buna göre araştırmacı tarafından hazırlanan bu etkinlik yüksek bilişsel istem düzeyinde bir etkinliktir. Etkinlik, öğrencilerin farklı matematiksel temaları gerçek yaşam bağlamında anlamlandırmalarını amaçlamaktadır. Bu bağlamda gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş bir bağlam, birden fazla doğru cevaba açık yapı, öğrencilerin bireysel üretimlerine alan tanıyan sorular ve yüksek bilişsel düzeyde düşünmeyi teşvik eden yönlendirmeler bulunmaktadır. Öđrencilere, hayal ettikleri bir ülkeye ait para birimi sistemi kurmaları, bu sistem kapsamında fiyat ve vergi tabloları geliştirmeleri, ardından da belirlenen senaryolara uygun matematiksel problemleri çözmeleri beklenmiştir. Etkinlik öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik olarak akıcılık, esneklik, orjinallik ve derinleştirme boyutlarını ölçecek şekilde hazırlanmıştır. Etkinliđin incelenmesinde bazı bölümlerde matematiksel yaratıcılığın bir bölümü daha çok öne çıkmaktadır. Dolayısı ile ilgili puanlamalar ona göre yapılmıştır. Bu bağlamda etkinliğin ilk bölümünde öğrencilerden hayali para birimini ve ülkelerini tasarlamaları istenmiş ve bu bağlamda öğrencilerden gelen yanıtlar özgünlük boyutunda puanlanmıştır. Bu ülkenin para birimine göre bazı ürünlerin fiyatlarını belirlemeleri ve vergi sistemi oluşturmaları istenmiştir. Oluşturdukları vergi sisteminin çeşitliliğine göre esneklik boyutu incelenmiştir. Etkinliđin ikinci kısmında verilen problem senaryolarını çözmeleri istenmiş ve bu bağlamda bazı harcama planları verilmiş ve öğrencilerden farklı kiři profillerine göre farklı harcama profili oluşturmaları istenmiş ve cevaplar akıcılık bileşeni ačiusından incelenmiştir. Etkinliđin devamında beklenmedik bir durum senaryosu verilerek öğrencilerden çözümler önerisi üretmeleri ve bunu gerekçelendirmeleri istenmiştir. Bu cevaplar da derinleştirme boyutunda incelenmiştir. Matematiksel yaratıcılıkları ačiusından değerlendirilen bu boyutlar araştırmacı tarafından oluşturulan “Matematiksel yaratıcılık puanlama anahtarı” ile incelenmiştir. Söz konusu değerlendirme anahtarı verilerin analizi bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır. Etkinlik, Matematik Dersi Öđretim Programı’nda (MEB, 2024) yer alan 6. sınıf kazanımları ile uyumludur ve özellikle oran-orantı, yüzde hesaplamaları, çok adımlı problem çözüme ve verileri tablo/grafiklerle ifade etme gibi becerileri ölçmeye yönelik yapılandırılmıştır.

“Hayali Para Birimi Tasarımı” etkinliğinin geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla içerik geçerliği, uzman görüşleri ve yapılandırma sürecindeki akademik ilkeler

dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, etkinliğin içeriği ve yönergelerinin değerlendirilmesi için matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip ve aktif olarak çalışmaya devam eden dört öğretim üyesinin görüşlerine başvurulmuştur. Uzman görüşlerine dayanarak yapılan düzeltmeler Tablo 3.6.'da sunulmuştur.

Tablo 3.6. Hayali para birimi tasarımı etkinliğine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler

Değerlendirilen Boyut	Uzman Görüşleri	Yapılan Düzenlemeler
Bilişsel İstem Düzeyi	Etkinliğin tamamının yüksek bilişsel istem düzeyinde olduğu, bu durumun öğrencilerin bu tür görevlere aşinalığına bağlı olarak anlamlı olabileceği; ancak aşinalık yoksa kademeli geçişin daha uygun olacağı belirtilmiştir.	Etkinliklerin uygulanmasından önce, önceki haftalarda daha yapılandırılmış problem çözme ve kurma etkinliklerine yer verilmiş; öğrencilerin açık uçlu ve çoklu çözüm gerektiren görevlere bilişsel olarak hazırlanması sağlanmıştır.
Matematiksel Yaratıcılık- Genel Yaratıcılık Ayrımı	Etkinliğin bazı bölümlerinin matematiksel yaratıcılıktan çok genel yaratıcılığa hizmet edebileceği; matematiksel bilginin kullanımının daha görünür hâle getirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.	Etkinlik yönergeleri yeniden düzenlenerek öğrencilerden yaptıkları tasarımları matematiksel gerekçelerle açıklamaları istenmiştir.
Özgünlük	Ülke adı, para birimi ve sembol tasarımlarının tamamının birbirinden farklı olmasının özgünlük puanlamasında ayırt ediciliği azaltabileceği belirtilmiştir.	Özgünlük değerlendirmesi yalnızca isim ve sembol farklılığına değil; matematiksel sistemin kurgulanışı, tutarlılığı ve açıklama derinliği dikkate alınarak yapılmıştır.
Akıcılık- Esneklik	Etkinliğin çok sayıda fikir üretmeye olanak tanıdığı; ancak bu fikirlerin matematiksel bağlamda çeşitlenmesinin netleştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.	Farklı kişi profillerine göre birden fazla harcama planı oluşturma ve alternatif çözüm üretme koşulları açık biçimde vurgulanarak akıcılık ve esneklik boyutları güçlendirilmiştir.
Derinlik	Bazı yönergelerin öğrencileri yeterince açıklama yapmaya yönlendirmediği belirtilmiştir	“Neden”, “nasıl” ve “hangi matematiksel gerekçeyle” gibi yönlendirici ifadeler yönergelere eklenerek derinlik boyutunun gözlemlenmesi sağlanmıştır.
Problem Durumları	Bazı etkinliklerde problem kurma boyutunun yer almamasının bir eksiklik olabileceği; problem kurmanın daha fazla entegre edilmesi önerilmiştir.	Etkinliklerin ilgili bölümlerine öğrencilerin kendi problem senaryolarını üretmelerine olanak tanıyan ek sorular dahil edilmiştir.
Uygulanabilirlik ve Yönergeler	Bazı yönergelerin yeterince açık olmadığı belirtilmiştir.	Yönergeler sadeleştirilmiş, her bölümün amacı netleştirilmiş ve örnek açıklamalar eklenmiştir.

Tablo 3.6.'dan görüldüğü üzere etkinliğin hazırlanmasında uzmanlardan etkinliğin hedeflediği matematiksel kavram ve becerilerle uyumu, etkinlik yönergelerinin anlaşılabilirliği ve

uygulanabilirliği, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini ölçme kapasitesi, öğrencilerin bireysel üretimlerini ortaya koyabilecek açık uçlu yapılar içerip içermediği konularında görüş alınmış ve uzman görüşleri doğrultusunda etkinlik yönergelerinde dil sadeleştirmeleri yapılmış, açıklamalar eklenmiş, her bölümün amacı netleştirilmiştir. Örneğin etkinliğin pilot uygulamasında öğrencilerden sadece hayal ettikleri para biriminin adı yazmaları ve sembolünü çizmeleri istenirken, uzman görüş doğrultusunda asıl uygulamada öğrencilerin neden bu ismi seçtikleri ve sembolü neye göre tasarladıklarını açıklamalarını belirten sorular eklenmiştir. Böylece öğrencilerin verecekleri cevaplar detaylı analiz edilebilmiştir. Etkinliğin yapılan değerlendirmeler sonucu ulaşılan hali Ek-4 ile verilmiştir.

Birinci eylem döngüsünün üçüncü haftasında, veri toplama araçlarından biri olan “Matematik Şehri Planlaması” etkinliği, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmek amacıyla, araştırmacı tarafından kuramsal temellere dayalı olarak geliştirilmiştir. Etkinlik, Stein ve Smith (1998) tarafından matematik görevlerinin sınıflandırılması için önerilen bilişsel istem düzeylerinden yüksek bilişsel istem düzeyinde olarak yapılandırılmıştır. Bu bağlamda etkinlik günlük yaşamla ilişkilendirilebilecek karmaşık problem durumlarına yönelik yaratıcı, analitik ve çok yönlü çözümler üretmelerine olanak sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Gerçekçi bir şehir planı senaryosu üzerinden yapılandırılan bu etkinlik, katılımcılara problem çözme sürecinde farklı bakış açıları geliştirme, alternatif çözüm yolları deneme ve matematiksel düşüncelerini sistemli biçimde ifade etme fırsatı sunmuştur. Etkinliğin genel yapısı açık uçlu sorulardan oluşmakta olup, öğrencilerin kendi çözümlerini üretmeleri, çözüm yollarını gerekçelendirmeleri ve karar alma süreçlerini matematiksel temellerle desteklemeleri beklenmiştir. Etkinlik iki temel bölümden oluşmaktadır ve ilk bölümde öğrencilerden, verilen kareli kağıda tamamen kendilerine ait bir matematik şehri tasarımları ve verilen sorulara cevap vermeleri istenmiştir. İkinci bölümde öğrenciler, yapılar arasındaki bağlantıları belirleyip şehrin matematiksel olarak tamamlamaktadır. Etkinlik öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik olarak akıcılık, esneklik, orijinallik ve derinleştirme boyutlarını ölçecek şekilde hazırlanmıştır. Etkinliğin ilk bölümünün ilk sorusunda öğrencilerden şehirlerini oluşturup isim vermeleri ve bu şehri bölgelere ayırmaları istenmiştir ve bu bağlamda verdikleri cevaplar araştırmacı tarafından geliştirilen matematiksel yaratıcılık puanlama anahtarına dayanarak özgünlük boyutu ile değerlendirilmiştir. Oluşturdukları bölgelere çizcekleri farklı yapılar akıcılık boyutu ile incelenmiştir. Şehrin merkezine tasarlayacakları yapıyı tasarlayıp açıklama yapmaları derinlik boyutuyla ve etkinliğe göre şehirde birbirine bağlanan yolları çizmeleri

esneklik boyutu ile incelenmiştir. Etkinliğin içeriği, Milli Eğitim Bakanlığı (2024) Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı ile uyumludur.

“Matematik Şehri Tasarımı” etkinliğinin geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla içerik geçerliği, uzman görüşleri ve yapılandırma sürecindeki akademik ilkeler dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, etkinliğin içeriği ve yönergeleri matematik eğitiminde aktif görev yapan öğretim elemanları ile birlikte değerlendirilmiştir. Uzman görüşlerine göre yapılan düzenlemeler Tablo 3.7.’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Matematik şehri/mahallesi planlaması etkinliğine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler

Değerlendirilen Boyut	Uzman Görüşleri	Yapılan Düzenlemeler
Matematiksel Yaratıcılık- Genel Yaratıcılık Ayrımı	Etkinliğin matematiksel yaratıcılıktan çok genel yaratıcılığı ölçebileceği	Yönergelere “matematiksel gerekçe”, “özellik”, “neden-sonuç” eklenmiştir.
Akıcılık	Çok sayıda fikir üretimi içerikten bağımsız kalabilir	Yapı sayısı, bölge sayısı ve matematiksel koşullara bağlanmıştır.
Esneklik- Özgünlük	Bazı sorularda esneklik ölçme kriterinin karışabileceği, üretilen fikirlerin özgün olup olmayacağı	Yol-bölge-yapı ilişkileri farklı strateji üretimini gerektirecek şekilde düzenlenmiştir. Özgünlüğün “matematiksel özellik çeşitliliği” üzerinden puanlanması sağlanmıştır.
Akıcılık- Esneklik	Etkinliğin çok sayıda fikir üretmeye olanak tanıdığı; ancak bu fikirlerin matematiksel bağlamda çeşitlenmesinin netleştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.	Farklı kişi profillerine göre birden fazla harcama planı oluşturma ve alternatif çözüm üretme koşulları açık biçimde vurgulanarak akıcılık ve esneklik boyutları güçlendirilmiştir.
Derinlik	Bazı yönergelerin öğrencileri yeterince açıklama yapmaya yönlendirmediği belirtilmiştir	“Neden”, “nasıl” ve “hangi matematiksel gerekçeyle” gibi yönlendirici ifadeler yönergelere eklenerek derinlik boyutunun gözlemlenmesi sağlanmıştır.
Kapsam- Süre	Şehir tasarımı 1 ders saati için fazla geniş olabileceği düşüncesi	Şehir/mahalle ölçeğinin daraltılması ve görevlerin aşamalandırılması

Tablo 3.7. incelendiğinde, uzman görüşlerinde etkinliğin matematiksel yaratıcılıktan çok genel yaratıcılığı ölçme riski taşıyabileceği yönünde eleştiriler dile getirilmiştir. Bu eleştiriler doğrultusunda etkinlik, öğrencilerin yalnızca tasarımsal ürünler ortaya koymalarını değil; matematiksel gerekçelendirme, ilişkilendirme ve özellik temelli düşüncelerini zorunlu kılacak biçimde yeniden yapılandırılmıştır. Etkinliğin pilot uygulamasında yönlendirici soruların eksikliği görülmüş ve asıl uygulamaya yaptıkları şeylerin nedenini sorgulayan

yönlendirici sorular eklenmiştir. Ayrıca Pilot uygulama ve uzman görüşleri doğrultusunda, “şehir” kavramının öğrenciler için çok geniş bir bağlam oluşturabileceği ve bu durumun bilişsel yükü artırabileceği değerlendirilmiştir. Bu nedenle etkinlik, uygulama sürecinde “şehir/mahalle planlaması” şeklinde ele alınmış; böylece öğrencilerin daha sınırlı bir alanda, matematiksel ilişkileri derinlemesine ele almaları hedeflenmiştir. Etkinliğin düzenlemelerden sonra ulaşılan son hali Ek-5 ile verilmiştir.

3.5.2.2. Uygulama Sürecinde Kullanılan Problem Kurma Etkinlikleri

İkinci eylem döngüsünün birinci ve ikinci haftalarında öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmek amacıyla yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma durumlarından oluşan problem kurma etkinlikleri yapılmıştır. Söz konusu durumlar, Stoyanova'nın (1997) problem kurma yaklaşımına dayalı olarak tasarlanmış ve öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik olarak yapılandırılmıştır. Etkinlikler, problem kurma becerilerinin gelişim sürecine uygun olarak aşamalı bir yapı içerisinde sunulmuştur. İkinci döngünün ilk haftasında, öğrencilerle yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış problem kurma etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Yapılandırılmış problem kurma etkinliklerinde, öğrencilere belirli sayısal veriler, işlemler verilmiş ve bu verilerden hareketle anlamlı problemler üretmeleri beklenmiştir. Yarı yapılandırılmış problem kurma etkinliklerinde ise öğrencilere daha esnek yönlendirmeler içeren bağlamlar sunulmuş; öğrencilerden bu bağlamlarda kendi problemlerini oluşturmaları ve matematiksel düşüncelerini yapılandırmaları istenmiştir. Bu yapılandırma sayesinde öğrencilerin, basitten karmaşığa doğru ilerleyen bir problem kurma sürecine dâhil olmaları ve aşamalı şekilde gelişim göstermeleri amaçlanmıştır. İlk haftada uygulanan bu etkinliklerin temel amacı, öğrencilerin problem kurma sürecine alışmaları ve matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik öğrencilerin bilişsel olarak hazırlanmalarıdır. İkinci haftada ise, serbest problem kurma etkinliklerine yer verilmiştir. Bu etkinliklerde öğrencilere sadece temel bir matematiksel bağlam veya kavram sunulmuş ve bu kavram çerçevesinde tamamen özgün, gerçek yaşamla ilişkili matematik problemleri oluşturmaları istenmiştir. Öğrenciler bu süreçte, hem kendi problem senaryolarını hem de ilgili çözüm yaklaşımlarını geliştirmiştir. Bu yaklaşım, onların düşünme çeşitliliğini artırmayı ve özgün fikir üretimlerini desteklemeyi amaçlamıştır. Matematiksel yaratıcılığı geliştirme bağlamında yapılandırılmış problem kurma etkinlikleri, birden fazla problem üretimine olanak sağlayarak akıcılığı, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma etkinlikleri ise farklı çözüm yolları ve senaryo kurguları geliştirerek esneklik ve özgünlük boyutlarını ön plana çıkarmıştır. Bu problem kurma etkinlikleri, Milli

Eğitim Bakanlığı'nın (2024) Matematik Dersi Öğretim Programı'nda yer alan öğrenme kazanımları ve BİLSEM'de yürütölen BYF eğitim programları doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu bağlamda Matematikte problem çözme ve kurma (Kılıç, 2023) başlıklı kitaptan yararlanarak problem kurma durumları oluşturulmuştur.

İkinci eylem döngüsünün üçüncü haftasında uygulanan “Kendi Geometrik Şeklini Tasarla” etkinliği, araştırmacı tarafından geliştirilmiş olup, öğrencilerin problem kurma becerilerini ve matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmeyi hedeflemektedir. Etkinlik, Stoyanova ve Ellerton'un problem kurma sınıflamasında yer alan serbest problem kurma kategorisi içinde ve Stein ve Smith (1998) tarafından matematik görevlerinin sınıflandırılması için önerilen bilişsel istem düzeylerinden yüksek bilişsel istem düzeyinde yapılandırılmıştır. Öğrencilere doğrudan bir matematiksel yapı ya da ipucu sunulmadan, tamamen kendi zihinsel süreçlerine dayalı özgün bir geometrik şekil tasarımları ve bu şekil üzerinden matematiksel problemler oluşturmaları beklenmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları şeklin klasik şekillerin dışında olmasına dikkat ederek yaptıkları çizimler özgünlük boyutunda, şeklin özelliklerini detaylı olarak anlatmaları ve gerekçelendirmeleri derinlik boyutunda, şeklin kullanım alanlarını ifade etmeleri esneklik boyutunda ve bu şekille ilgili kurdukları problemler akıcılık boyutunda incelenmiştir. Etkinliğin geçerlik sürecinde, geliştirilen tasarımın içerik ve yapı geçerliği göz önünde bulundurularak alan eğitiminde uzman kişiler ile görüşölmüş; etkinliğin hedeflenen düzeyde yaratıcı düşünmeyi ve problem kurmayı teşvik edip etmediği değerlendirilmiştir. Uzmanlardan alınan dönütler doğrultusunda, yönergelerde sadeleştirmeler ve açıklayıcı örneklemler yapılmış; öğrenci düzeyine uygunluk açısından düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Örneğin etkinliğin pilot uygulamasında öğrencilere kendi geometrik şeklini tasarımları istendiğinde çok özgün cevaplar gelmediği görölmüş ve bunun üzerine asıl uygulamada etkinliğin ilgili sorusuna “klasik şekillerin dışında bir şekil tasarlayarak” ifadesi eklenmiş ve özgünlük kriteri daha sağlıklı değerlendirilmiştir.

Ayrıca alan uzmanlarından alınan görüşlerde, serbest problem kurma temelli olarak yapılandırılan bu etkinlikte her öğrencinin kendine özgü bir geometrik şekil tasarlamasının, özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarının öğrenciler arası doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirebileceği vurgulanmıştır. Uzman görüşlerine göre yapılan düzenlemeler Tablo 3.8. ile verilmiştir.

Tablo 3.8. Kendi geometrik şeklini tasarla etkinliğine ilişkin uzman görüşleri ve yapılan düzenlemeler

Değerlendirilen Boyut	Uzman Görüşleri	Yapılan Düzenlemeler
Akıcılık- Esneklik	Öğrencilerin farklı geometrik şekiller tasarlamasının akıcılık ve esneklik açısından karşılaştırmayı zorlaştırdığı	Etkinlik karşılaştırmalı ölçme amacıyla değil, süreç odaklı analiz amacıyla kullanılmış; değerlendirme öğrencilerin kendi ürünleri içindeki çeşitlilik ve açıklama düzeyine göre yapılmıştır.
Genel yaratıcılık- matematiksel yaratıcılık ayrımı	Üretilen fikirlerin matematiksel yaratıcılık mı yoksa genel yaratıcılık mı olacağının belirsiz olabileceği	Etkinliğe matematiksel açıklamalar ve kavramların kullanılmasını teşvik eden açıklamalar eklenmiştir.

Tablo 3.8. incelendiğinde uzman görüşleri doğrultusunda üretilen şekillerin özgünlüğünün her zaman matematiksel yaratıcılık kapsamında değerlendirilemeyebileceği; bu durumun genel yaratıcılık ile matematiksel yaratıcılık ayrımını daha belirgin hâle getirme gereğini doğurduğu ifade edilmiştir. Bu eleştiriler doğrultusunda etkinlik, nicel bir ölçme aracı olarak değil; öğrencilerin problem kurma sürecindeki düşünme yollarını, strateji çeşitliliğini ve açıklama derinliğini ortaya koymayı amaçlayan nitel ve süreç temelli bir veri toplama aracı olarak ele alınmıştır. Öğrencilerin kurdukları problemlerin sayısından ziyade, bu problemlerin matematiksel gerekçelendirme düzeyi, farklı problem türlerine yönelme çabaları ve aynı bağlam içerisinde alternatif düşünme yolları geliştirmeleri dikkate alınmıştır. Ayrıca uzman önerileri doğrultusunda, öğrencilerin benzer problem bağlamlarında kalmalarını önlemek ve esnek düşünme becerilerini desteklemek amacıyla, problem kurma süreci adım adım yapılandırılmış; öğrencilerden aynı geometrik şekil üzerinden birden fazla ve farklı türde problem kurlmaları istenmiştir. Bu düzenlemelerle birlikte, etkinliğin serbest problem kurma yapısı korunurken matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik boyutlarının daha sistematik biçimde gözlemlenmesi hedeflenmiştir. Etkinliğin yapılan düzenlemeler sonucu elde edilen son hali Ek- 6 ile sunulmuştur.

3.5.2.3. Uygulama Sürecinde Kullanılan Problem Çözme ve Problem Kurma Temelli Ürün Geliştirme Etkinliği

Araştırmanın üçüncü eylem döngüsünde, öğrencilerin hem problem çözme hem de problem kurma süreçlerinde geliştirdikleri becerileri birlikte kullanabilecekleri, “Matematiksel Desen Oluşturma” isimli ürün temelli bir etkinlik araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Bu çalışmada da ürün kavramı, öğrencinin bir problemi çözerek ulaştığı sonuçtan ayrışmaktadır. Problem çözümü her ne kadar öğrenci için anlamlı bir çıktı olsa da ürün temelli yaklaşımda amaçlanan çıktı, öğrencinin düşüncesini somut, görünür ve başkaları tarafından incelenebilir bir matematiksel yapıya dönüştürülmesidir. Bu bağlamda ürün,

öğrencinin kendi oluşturduğu matematiksel bir desen ya da özgün bir matematiksel tasarım gibi yalnızca zihinsel düzeyde kalmayan, elle tutulur bir yapı olarak ele alınmaktadır. Böyle bir ürün öğrencinin matematiksel bilgiyi yalnızca kullanmadığını; bu bilgiyi dönüştürdüğünü yapılandırıldığını ve yeni bir forma soktuğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu araştırmada ürün temelli yaklaşım öğrencilerin hazır problemleri çözmekle yetinmelerinin ötesine geçerek matematiksel düşüncelerini somut bir nesneye, tasarıma dönüştürmelerini hedeflemekte matematiksel yaratıcılığı görünür, kalıcı ve değerlendirilebilir bir yapı üzerinden ortaya koymayı amaçlamaktadır. Dolayısıyla bu araştırmada eylem araştırmasının son döngüsünde problem çözme ve kurmanın birleştiği, öğrencilerin kendi ürünlerini oluşturduğu etkinliklerin planlanması, matematiksel yaratıcılığı çok boyutlu olarak ele almanın etkili bir yolu olmuştur. Bu ürünler, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgiyi kullanma becerilerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi dönüştürme, yapılandırma ve yeniden üretme becerilerini de ortaya koymuştur. Ürün geliştirme etkinliğinin temel amacı, öğrencilerin problem çözme ve problem kurma deneyimlerinden elde ettikleri kazanımları, yaratıcı bir ürünle birleştirerek matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmelerini sağlamaktır. Bu bağlamda etkinliğin ilk aşamasında öğrencilere örüntü bulma, kural keşfetme gibi özellikleri kullanıp yaratıcılıklarına katkı sağlamak amacıyla problemler sorulmuş ve çözümü istenmiştir. Bu problemlere verilecek cevaplar aracılığı ile matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarından akıcılık ölçülmeye çalışılmıştır. İkinci aşamada öğrencilerden hemen akla gelmeyen orijinal bir matematiksel desen oluşturmaları istenmiş ve matematiksel yaratıcılığın özgünlük kriterine bakılmıştır. Oluşturdukları desenle ilgili detaylı anlatım yaparak açıklama yapmaları ile derinlik boyutuna bakılmış ve bu desenle ilgili farklı problemler kurmaları sağlanarak esneklik boyutu incelenmeye çalışılmıştır. Etkinliğin tasarım sürecinde araştırmacı tarafından; 6. sınıf düzeyine uygunluk, matematik dersi kazanımları ile uyumluluk, açık uçlu düşünmeye elverişlilik, farklı çözüm yollarına izin verme gibi unsurlar dikkate alınmıştır. Örneğin pilot uygulamada öğrencilere kendi matematiksel desenlerini oluşturmaları istenmiş ama asıl uygulamada bunun yaratıcılığı teşvik edecek şekilde düzenlenip “hemen akla gelmeyen, sıradışı” ifadelerinin eklenmesine karar verilmiştir. İçerik geçerliliğini sağlamak amacıyla etkinlik, alan uzmanları tarafından incelenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Uygulama sürecinde alınan öğrenci geri bildirimleri de dikkate alınarak, yönerge dili ve etkinlik adımları sadeleştirilmiş ve anlaşılır hale getirilmiştir.

Etkinlik matematik eğitimi alanında aktif görev yapan alanında uzman öğretim üyeleri ile incelenmiş ve görüşleri alınmıştır. Etkinliğe ilişkin uzman görüşleri incelendiğinde, bazı

yönergelerin matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarını ölçme açısından daha net hale getirilmesi gerektiği yönünde geri bildirimler alınmıştır. Özellikle “desenle ilgili farklı şekillerde problem kurma” ifadesinin yalnızca akıcılık ve esneklik değil, aynı zamanda özgünlük boyutunu da kapsayacak biçimde ele alınabileceği belirtilmiştir. Bu doğrultuda, problem kurma yönergeleri öğrencilerin alışılmış problem bağlamlarının dışına çıkmalarını teşvik edecek şekilde yeniden yapılandırılmıştır. Bunun yanında “desenin güçlü yönleri” ifadesinin öğrenciler tarafından farklı biçimlerde yorumlanabileceği ve kavramsal olarak belirsizlik oluşturabileceği ifade edilmiştir. Bu nedenle, söz konusu yönerge matematiksel gerekçelendirme, yapı, kural ve problem üretme açısından güçlü yönleri vurgulayacak biçimde netleştirilmiştir. Yapılan bu düzenlemelerle etkinliğin matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik boyutlarını daha dengeli ve açık biçimde ortaya koyması amaçlanmıştır. Etkinliğin son hali Ek-7 ile verilmiştir. Ayrıca etkinliklerin değerlendirilmesi için hazırlanan uzman görüş formu Ek-8 ile verilmiştir.

Bu araştırmada, her bir eylem döngüsünde gerçekleştirilen araştırmacı tarafından oluşturulan matematiksel etkinlikler, öğrencilerin bireysel süreçlerini izlemek ve anlamlandırmak amacıyla gerekli düzenlemelerden sonra yazılı hale getirilmiş ve uygulama için kullanılmıştır.

3.5.2.4. Araştırmacı Notları

Araştırmada uygulama sürecinin derinlemesine izlenmesi, anlamlandırılması ve yorumlanabilmesi amacıyla araştırmacı notları sistematik bir şekilde veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmacı notları, uygulamaların her aşamasında gözlenen davranışların, öğrencilerin tepkilerinin, uygulama sürecinde karşılaşılan zorlukların ve anlık gelişmelerin belgelendiği gözlem notları niteliğindedir. Araştırmacı notları; her bir eylem döngüsü süresince yürütülen problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma etkinlikleri sırasında öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal düzeydeki tepkilerini kayıt altına almak için kullanılmıştır. Notlar, öğretim sürecinin doğal akışı içinde, araştırmacı öğretmen tarafından doğrudan gözleme dayalı olarak tutulmuştur. Bu notlar aracılığıyla; öğrencilerin etkinliklere katılım düzeyleri, problemleri çözme ve kurma sırasında izledikleri düşünme stratejileri, karşılaştıkları zorluklar ve bu zorluklara verdikleri tepkiler, öğrenciler arasında gerçekleşen etkileşim ve iş birliği örnekleri, etkinliğin akışı sırasında ihtiyaç duyulan revizyonlar gibi pek çok bilgi ayrıntılı biçimde kayıt altına alınmıştır. Araştırmacı, notlarını yapılandırılmış gözlem formuna benzer şekilde haftalık olarak tutmuş ve her uygulama

oturumundan sonra belirli temalar etrafında analiz edilecek biçimde düzenlemiştir. Tutulan notlar, kodlama ve tema belirleme süreçlerinde önemli bir nitel veri kaynağı olmuş; öğrenci çalışma yaprakları, görüşmeler ve uygulama sırasında üretilen ürünlerle üçgenleme (veri çeşitlemesi) ilkesi doğrultusunda birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırmacı notları, uygulama sürecinde eylem döngülerinin değerlendirilmesi ve yeni döngülerin planlanmasında kullanılmıştır. Her döngü sonunda yapılan değerlendirmeler sonucunda, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre içerik ve etkinlik tasarımlarında düzenlemelere gidilmiştir. Bu yönüyle araştırmacı notları, sadece veri toplama amacıyla değil, aynı zamanda araştırma sürecinin yansıtıcı boyutunun bir parçası olarak işlev görmüştür.

3.5.2.5. Öğrenci Günlüğü

Uygulamaya katılan öğrencilerin gerçekleştirilen eylem planı süreci ile ilgili görüşlerini yansıtabileceği “Öğrenci Günlüğü”, araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Öğrencilerin eylem planları kapsamında gerçekleştirilen etkinliklere ilişkin görüşlerini farklı boyutlar açısından ortaya koyabilmek amacıyla beş maddeden oluşan bir değerlendirme formu hazırlanmıştır. Bu maddeler doğrultusunda öğrencilerden, etkinlik sürecinde karşılaştıkları olası zorlukları açıklamaları, süreç boyunca dikkat ettikleri noktaları ve bunların nedenlerini belirtmeleri, etkinliklerin kendi gelişimlerine katkı sağlayıp sağlamadığına yönelik düşüncelerini ifade etmeleri ve sürece ilişkin olumlu ya da olumsuz görüşlerini paylaşmaları istenmiştir. Ayrıca öğrencilerin bu değerlendirmeler doğrultusunda etkinliklerin geliştirilmesine yönelik önerilerde bulunabilecekleri bir öğrenci günlüğü oluşturulmuştur. Öğrencilerin eylem planlarında yer alan etkinliklere ilişkin değerlendirme soruları EK-9’da sunulmuştur.

3.6. Verilerin Toplanması

Veri toplama süreci pilot uygulama ve asıl uygulama süreci olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Her iki sürece yönelik detaylı bilgi aşağıdaki kısımlarda sunulmuştur.

3.6.1. Araştırmanın Pilot uygulaması

Bu araştırma kapsamında, ölçme araçlarının uygulanabilirliğini ve araştırma sürecinin işleyişini değerlendirmek amacıyla bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama, araştırma grubuna benzer özellikler gösteren özel yetenekli ortaokul öğrencileriyle 2024-2025 eğitim öğretim yılının bahar döneminde yürütülmüştür. Pilot uygulamaya katılan öğrenciler aynı BİLSEM’e devam etmekte olan BYF grubu öğrencileridir. Araştırmacının görev yaptığı

bilsemde BYF grupları dönemsel olarak değişmektedir. Dolayısı ile pilot uygulamanın olduğu gruplar aynı sınıf seviyesinde fakat farklı öğrencilerdir. Pilot uygulamaya 4 kız 1 erkek ğrenci katılmıştır. Pilot uygulama sürecinde gruplardaki ğrenci sayısının asıl uygulama grubuna göre daha az olması, uygulama süresinin planlandığı şekilde yürütülmesini sağlamış ve zaman açısından herhangi bir problem oluşmamıştır. Pilot uygulama ile amaçlanan, geliştirilen veri toplama araçlarının öğrenciler tarafından anlaşılabilirliğini, etkinliklerin süre ve içerik açısından uygunluğunu, etkinlik kâğıtlarının kullanılabilirliğini ve süreç içerisinde alınacak araştırmacı notlarının ne ölçüde işlevsel olduğunu gözlemlemektir. Bu kapsamda elde edilen veriler ve süreç içerisinde kaydedilen araştırmacı gözlemleri doğrultusunda lme araçlarında gerekli revizyonlar yapılmış, özellikle soru netlikleri, zaman yönetimi ve yönerge açıklıkları açısından iyileştirmeler sağlanmıştır.

Bu süreçte öncelikle, araştırmacı tarafından geliştirilen problem çözme testi, problem kurma testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ön test olarak uygulanmıştır. Ardından, eylem döngülerinde yer alacak etkinlikleri belirlemek için benzer içerikte etkinlikler uygulanmıştır. Uygulanan etkinliklerde gerekli geri dönüşler sağlanarak asıl uygulamaya elverişli hale getirilmiştir. Örneğin “Matematiksel desen oluşturma” etkinliğinde ilk aşamada benzer içerikler içerdiğinden dolayı problemlerden biri kaldırılmıştır. “Hayali para birimi tasarlama” etkinliğinde yaratıcılığın derinlik boyutunu verimli ölçecek soru bulunmadığından bu kısımda farklı bir problem senaryosu eklenmiştir. Bunun dışında etkinlerde yapılan değişikliklerden detaylı olarak veri toplama araçları bölümünde bahsedilmiştir.

Pilot çalışmada elde edilen veriler ışığında yapılan düzenlemelerden biri de, çalışma kâğıtlarının fiziki koşullarının iyileştirilmesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bazı ğrencilerin yazılarını sığdıramamalarından dolayı çözüm için bırakılan alanların yeterli gelmediği görülmüştür. Bu doğrultuda, çalışma yapraklarında ayrılan kısımlar genişletilmiştir. Pilot çalışmanın uygulama takvimi aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.9. Pilot uygulama takvimi

Tarih	Uygulama Başlığı	Etkinlik İçeriği
3 ders saati	Ön Testler	Problem çözme testi, problem kurma testi
3 ders saati	1. Eylem Döngüsü - Problem Çözme Etkinlikleri	Problem çözme etkinlikleri ile öğrencilerin ön bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi
3 ders saati	1. Eylem Döngüsü - Hayali Para Birimi Tasarımı	Matematiksel kavramların gerçek yaşamla ilişkilendirilmesi amacıyla özgün para birimi tasarımı
3 ders saati	1. Eylem Döngüsü - Matematik Şehri Planlaması	Gerçek yaşamdan verilerle özgün bir şehir planlaması yapılarak problem çözme süreçlerinin gözlenmesi
3 ders saati	2. Eylem Döngüsü - Yapılandırılmış ve Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma Etkinlikleri	Problem kurmaya yönelik yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış problem durumlarının uygulanması
3 ders saati	2. Eylem Döngüsü - Serbest Problem Kurma Etkinlikleri	Öğrencilerin serbest problem üretme becerilerinin gözlenmesi
3 ders saati	2. Eylem Döngüsü - Kendi Geometrik Şeklini Tasarla	Özgün geometrik şekillerin oluşturulması ve bu şekiller üzerinden problem kurma etkinlikleri
3 ders saati	3. Eylem Döngüsü - Matematiksel Desen Oluşturma	Desen oluşturma süreci aracılığıyla problem çözme ve kurma uygulamaları
3 ders saati	3. Eylem Döngüsü - Matematiksel Desen Oluşturma	Desenler üzerinden problem kurma, öğrencilerin çalışmaları üzerine değerlendirme
3 ders saati	Son Testler ve Kapanış Görüşmeleri	Problem çözme testi, problem kurma testi ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin uygulanması

3.6.2. Araştırmanın Asıl Uygulaması

Araştırmanın asıl uygulama süreci, 2025-2026 eğitim-öğretim yılının güz döneminde yapılmış ve toplamda on hafta boyunca sürdürülmüştür. Bu süreç 30 saatlik bir ders dönemini kapsamaktadır. Bu süreçte, eylem araştırmasının temel ilkelerine uygun olarak üç eylem döngüsü ardışık biçimde gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinin planlanmasında akademik takvim ve resmi tatiller dikkate alınmış; süreç boyunca öğrencilerin katılımının sağlıklı şekilde sürdürülmesine özen gösterilmiştir. Uygulamanın ilk haftasında katılımcı öğrencilere, araştırmanın ön testleri uygulanmıştır. Bu testler, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini ölçmeye yönelik olarak araştırmacı tarafından geliştirilen problem çözme testi ve problem kurma testleridir.

Asıl uygulama süreci, 1. Eylem Döngüsü ile başlamıştır. Bu döngü kapsamında ilk hafta, problem çözme etkinlikleri gerçekleştirilmiş; öğrencilerin temel problem çözme stratejileri, yaratıcı çözüm yolları geliştirme becerileri ve çoklu çözüm üretme kapasiteleri gözlemlenmiştir. İkinci haftada “Hayali Para Birimi Tasarımı” adlı etkinlik uygulanmıştır. Bu etkinlik, öğrencilerin matematiksel kavramları gerçek yaşam bağlamında kullanarak özgün ekonomik sistemler geliştirmelerine olanak tanımıştır. Üçüncü haftada ise “Matematik Şehri

Planlaması” adlı etkinlik gerçekleştirilmiş ve öğrencilerden, problem çözme yoluyla çeşitli matematiksel verileri içeren özgün bir şehir planı geliştirmeleri beklenmiştir.

2. Eylem Döngüsü, problem kurma becerilerinin gelişimine odaklanmış ve iki hafta boyunca yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve serbest problem kurma etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Üçüncü haftada, “Kendi Geometrik Şeklini Tasarla” adlı etkinlik uygulanmıştır. Bu etkinlik aracılığıyla öğrenciler özgün bir geometrik şekil tasarlamış, bu şeklin matematiksel özelliklerini tanımlamış ve şekil üzerinden çeşitli problemler üretmiştir. Etkinlik, özellikle özgünlük, esneklik ve akıcılık bileşenlerini hedef alan matematiksel yaratıcılığı geliştirmeyi amaçlamıştır.

Araştırmanın son aşamasını oluşturan 3. Eylem Döngüsü, problem çözme ve problem kurma becerilerinin bütünleştiği, matematiksel yaratıcılığın ürüne dönüştüğü bir öğrenme ortamı olarak planlanmıştır. Bu döngü boyunca iki hafta süren “Matematiksel Desen Oluşturma” etkinliği uygulanmıştır. Öğrenciler, matematiksel kavramlardan yararlanarak özgün matematiksel desenler üretmiş, oluşturdukları desenlerden problemler geliştirmiş ve bu problemleri çözüme ulaştırmıştır.

Asıl uygulama süreci boyunca, her etkinliğin ardından öğrencilerin etkinliği değerlendirme formlarında kendi düşüncelerini ifade etmeleri sağlanmış, ayrıca araştırmacı tarafından gözlem notları ve çalışma yapıları aracılığıyla nitel veriler toplanmıştır. Uygulama sonunda tüm öğrencilere tekrar problem çözme ve problem kurma testleri uygulanmış ve sonrasında yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Böylece süreç öncesi ve sonrası arasında karşılaştırma yapmaya olanak tanıyan kapsamlı bir veri seti elde edilmiştir. Uygulama sürecinin takvimi Tablo 3.10 ile verilmiştir.

Tablo 3.10. Uygulama takvimi

Süre	Uygulama Başlığı	Etkinlik İçeriği
3 ders saati	Ön Testler	Problem çözme testi, problem kurma testinin uygulanması
3 ders saati	1. Eylem Döngüsü - Problem Çözme Etkinlikleri	Açık uçlu problem çözme etkinlikleri ile öğrencilerin ön bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi
3 ders saati	1. Eylem Döngüsü - Hayali Para Birimi Tasarımı (Problem Çözme Temelli)	Matematiksel kavramların gerçek yaşamla ilişkilendirilmesi amacıyla özgün para birimi tasarımı
3 ders saati	1. Eylem Döngüsü - Matematik Şehri Planlaması (Problem Çözme Temelli)	Gerçek yaşamdan verilerle özgün bir şehir planlaması yapılarak problem çözme süreçlerinin gözlenmesi
3 ders saati	2. Eylem Döngüsü - Yapılandırılmış ve Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma Etkinlikleri	Problem kurmaya yönelik yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış problem durumlarının uygulanması
3 ders saati	2. Eylem Döngüsü - Serbest Problem Kurma Etkinlikleri	Öğrencilerin serbest problem üretme becerilerinin gözlenmesi
3 ders saati	2. Eylem Döngüsü - Kendi Geometrik Şeklini Tasarla (Problem Kurma Temelli)	Özgün geometrik şekillerin oluşturulması ve bu şekiller üzerinden problem kurma etkinlikleri
3 ders saati	3. Eylem Döngüsü - Matematiksel Desen Oluşturma (Problem çözme ve kurmaya dayanan ürün ortaya koyma temelli)	Desen oluşturma süreci aracılığıyla problem çözme ve kurma uygulamaları
3 ders saati	3. Eylem Döngüsü - Matematiksel Desen Oluşturma	Desenler üzerinden problem kurma, öğrencilerin çalışmalarını üzerine değerlendirme
3 ders saati	Son Testler ve Kapanış Görüşmeleri	Problem çözme testi, problem kurma testinin uygulanması

Araştırma kapsamında kullanılan etkinlikler, matematiksel yaratıcılığın gelişiminin aşamalı ve deneyim temelli bir süreç olduğu varsayımına dayalı olarak seçilmiş ve sıralanmıştır. Literatürde matematiksel yaratıcılığın; problem çözme, problem kurma ve ürün ortaya koyma süreçleri yoluyla geliştiği vurgulanmakta; bu süreçlerin birbirini besleyen ve zaman içerisinde derinleşen yapılar olduğu belirtilmektedir (Silver, 1997; Leikin, 2009; Cai vd., 2015). Bu doğrultuda araştırmanın uygulama süreci üç eylem döngüsü şeklinde yapılandırılmıştır. İlk eylem döngüsünde yer alan etkinlikler, öğrencilerin problem çözme temelli deneyimlerini artırmayı, farklı çözüm yolları üretmelerini ve matematiksel düşüncelerini ifade etmelerini amaçlamaktadır. “Hayali Para Birimi Tasarımı” ve “Matematik Şehri Planlaması” gibi etkinlikler, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamları üzerinden matematiksel ilişkiler kurmalarına olanak tanıyarak akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik boyutlarını görünür kılmayı hedeflemiştir. İkinci eylem döngüsünde kullanılan “Kendi Geometrik Şeklini Tasarla” etkinliği, öğrencilerin problem kurma becerilerine odaklanmak üzere tercih edilmiştir. Bu etkinlikte, öğrencilerin daha önce edindikleri problem çözme deneyimlerinden hareketle, kendi matematiksel yapılarını oluşturabilmeleri ve bu yapılar

üzerinden özgün problemler kurabilmeleri amaçlanmıştır. Böylece problem kurma süreci, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını daha bilinçli ve sistematik biçimde kullanabilecekleri bir boyuta taşınmıştır. Üçüncü eylem döngüsünde yer alan “Matematiksel Desen Oluşturma” etkinliği ise, problem çözme ve problem kurma süreçlerinde geliştirilen becerilerin ürün temelli bir yapıda bütünleştirilmesini amaçlamaktadır. Bu etkinlik aracılığıyla öğrencilerin yalnızca çözüm üretmeleri değil, aynı zamanda matematiksel düşüncelerini somut bir ürünle ifade etmeleri ve bu ürünü gerekçelendirmeleri hedeflenmiştir. Sonuç olarak, araştırmada kullanılan etkinlikler; matematiksel yaratıcılığın kuramsal boyutları (akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik), problem çözme–problem kurma–ürün oluşturma süreçleri ve öğrencilerin bilişsel hazırbulunuşluk düzeyleri dikkate alınarak bilinçli, aşamalı ve birbirini tamamlayan bir yapı içerisinde planlanmıştır. Bu yapı sayesinde öğrencilerin yüksek bilişsel istem düzeyine sahip etkinliklere doğrudan değil, süreç içerisinde giderek artan bir deneyimle ulaşmaları sağlanmıştır.

3.7.Verilerin Analizi

3.7.1. Problem Çözme ve Kurma Testlerinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırmada, öğrencilerin uygulama sürecindeki gelişimlerini izleyebilmek amacıyla problem çözme ve problem kurma olmak üzere iki ayrı ön test ve son test hazırlanmış ve aynı anda uygulanmıştır. Bu testler aracılığıyla öğrencilerin süreç öncesindeki mevcut düzeyleri ve süreç sonrasında gösterdikleri gelişim ortaya konmaya çalışılmıştır. Uygulanan testlerin değerlendirilmesinde, nitelikli ve çok boyutlu bir analiz imkânı sunması açısından, araştırmacı tarafından geliştirilen “Matematiksel Yaratıcılık Dereceli Puanlama Anahtarı” kullanılmıştır. Puanlama anahtarı, literatürde sıklıkla referans verilen Leikin (2009) ve Silver (1997) gibi araştırmacıların matematiksel yaratıcılığı akıcılık (fluency), esneklik (flexibility) ve özgünlük (originality) boyutları çerçevesinde tanımlamalarına dayalı olarak hazırlanmıştır. Bu boyutlar, öğrencilerin bir probleme birden fazla çözüm yolu üretebilme kapasitelerini (akıcılık), farklı çözüm yolları veya stratejiler geliştirme becerilerini (esneklik) ve daha az rastlanan, sıra dışı çözümler ortaya koyma eğilimlerini (özgünlük) kapsamaktadır. Buna ek olarak, öğrencilerin çözümlerinde gösterdikleri detaylandırma (elaboration) ve derinlik düzeyi de, özellikle çözüm sürecine yönelik açıklama yapma, temsiller kullanma ve gerekçelendirme davranışlarının incelenebilmesi açısından bir diğer değerlendirme boyutu olarak eklenmiştir. Ancak bu dört boyutun yalnızca sayısal olarak çok sayıda çözüm üreten öğrenciler lehine işlememesi için; tek bir çözümlerle de yüksek puan alınabilmesini mümkün

kılan bir yapı oluşturulmuştur. Özellikle yalnızca bir çözüm üretmiş olsa bile bu çözüm özgün, farklı bir strateji içeriyor ve gerekçelendirilmiş ise, öğrenci yine yüksek düzeyde matematiksel yaratıcılık gösterebilir. Bu yönüyle, puanlama sisteminin sadece “akıcılığı” (çözüm sayısını) değil, aynı zamanda “niteliksel özgünlüğü” de kapsamı amaçlanmıştır. Puanlama anahtarında her bir boyut dört düzeyde puanlanmıştır. Bu puanlama sistemi, hem Leikin’in (2009) çoklu çözüm yolları, stratejik çeşitlilik ve özgünlük temelli kuramı ile hem de Krutetskii’nin (1976) problem çözmedeki zihinsel yapıların analizi yaklaşımı ile tutarlıdır. Ayrıca öğrencilerin yalnızca ürünü değil, çözüm sürecini de değerlendirebilmek açısından derinlik boyutunun dâhil edilmesi önemli görülmektedir. Derinlik boyutu, öğrencilerin sundukları çözümlerin matematiksel gerekçelendirme, detaylı açıklama, görsel destekleme (şema, tablo, grafik) ve mantıksal bütünlük açısından değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu boyut, özellikle Guilford (1967) ve sonrasında Torrance (1990) tarafından geliştirilen yaratıcı düşünme modellerinde yer alan “elaboration” (ayrıntılılandırma) bileşeninden uyarlanmıştır. Böylelikle sadece yaratıcı fikir üretimi değil, bu fikirlerin matematiksel olarak ne derece temellendirildiği de değerlendirme kapsamına alınmıştır.

Bu puanlama anahtarının yapılandırılmasında yalnızca kuramsal çerçeve değil, araştırma öncesinde gerçekleştirilen pilot uygulamadan elde edilen veriler de belirleyici olmuştur. Pilot uygulama sürecinde öğrencilerin problem çözme ve problem kurma etkinliklerine verdikleri yanıtlar incelenmiş; özellikle çözüm sayısı ile çözüm niteliği arasındaki ayrımın değerlendirme sürecinde kritik bir rol oynadığı gözlenmiştir. Bu süreçte bazı öğrencilerin sınırlı sayıda çözüm üretmelerine karşın güçlü gerekçelendirmeler ve özgün yaklaşımlar sergiledikleri, buna karşılık çok sayıda ancak benzer nitelikte çözümler üreten öğrencilerin yaratıcı düşünme açısından daha sınırlı bir profil ortaya koydukları belirlenmiştir. Pilot verilerden elde edilen bu gözlemler, puanlama anahtarında yalnızca niceliksel akıcılığın değil, esneklik, özgünlük ve özellikle derinlik boyutlarının da ayrı ayrı ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda geliştirilen puanlama yapısı, hem literatür temelli hem de uygulama deneyimine dayalı olarak şekillendirilmiştir.

Bu bağlamda söz konusu puanlama anahtarı, her bir öğrenci ürününü yalnızca doğru/yanlış ekseninde değerlendirmek yerine; akıcılık, esneklik, özgünlük (orijinalite) ve derinlik (ayrıntılılandırma) olmak üzere dört ayrı boyutta ele almayı mümkün kılmaktadır. Puanlama anahtarının hazırlanmasında, yaratıcı düşünme alanında öne çıkan Leikin (2009), Silver (1997), Guilford (1967), Krutetskii (1976) ve Torrance (1990) gibi araştırmacıların

çalışmaları temel alınmıştır. Puanlama 0–3 puan aralığında yapılmış ve aşağıdaki ölçütlere göre gerçekleştirilmiştir:

- Akıcılık, öğrencinin bir problem durumu için ortaya koyduğu anlamlı ve geçerli çözüm sayısını göstermektedir. Aynı bağlamdaki benzer çözümler yalnızca bir kez puanlanmakta, yinelenen fikirler dikkate alınmamaktadır. Akıcılık boyutunda kullanılan puan aralıkları, görevlerin açık uçlu yapısı ve uygulama süresinin ders saati ile sınırlı olması dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu bağlamda üç ve üzeri fikir, öğrencinin akıcı düşünme yeterliğini göstermek için yeterli kabul edilmiştir.
- Esneklik, öğrencinin farklı stratejiler, temsiller veya çözüm yolları kullanarak matematiksel düşünme biçimlerini çeşitlendirme düzeyini ifade etmektedir.
- Özgünlük, öğrencinin çözüm yollarının sıradışılığı ve benzerlerinden ayrışma derecesi ile ilgilidir. Yaygın ve genel kabul görmüş çözümler düşük puanla değerlendirilirken, farklılık içeren yaratıcı üretimler daha yüksek puanlar almaktadır. Özgünlük boyutunun değerlendirilmesinde, mutlak anlamda ilk kez üretilmiş olma ölçütü değil; çalışma grubundaki diğer öğrencilerin çözümleriyle karşılaştırıldığında farklılaşma düzeyi esas alınmıştır. Bu bağlamda bir çözüm ya da problem, sınıf içinde yaygın olarak kullanılan strateji, temsil veya yapıdan belirgin biçimde ayrılıyor; alışılmış çözüm yollarının dışına çıkıyorsa özgün olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde, öğrencilerin ürünleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş; aynı ya da benzer yapıların tekrarlandığı durumlar “sıradan”, sınırlı farklılık içerenler “kısmen özgün”, belirgin biçimde ayrışanlar ise “özgün” olarak puanlanmıştır. Böylece özgünlük boyutunun değerlendirilmesinde öznel yargıların azaltılması ve puanlamanın daha tutarlı hâle getirilmesi amaçlanmıştır.
- Derinlik (ayrıntılılandırma) ise öğrencinin çözüm sürecinde yaptığı açıklamalar, gerekçelendirmeler, görsel temsiller (şema, tablo, grafik) ve kurduğu matematiksel ilişkiler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Matematiksel yaratıcılık dereceli puanlama anahtarı, matematik eğitimi uzmanlarından alınan görüşler doğrultusunda gözden geçirilmiş ve revize edilmiştir. Özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarında kullanılan puan aralıklarının gerekçelendirilmesi, orijinallik boyutunun küçük örneklem bağlamında değerlendirilmesi ve derinlik boyutunda yer alan puan düzeyleri

arasındaki ayrımların daha açık hâle getirilmesi yönünde düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemelerle birlikte puanlama anahtarının anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği artırılmıştır.

Problem çözme ve kurma testlerinden elde edilen verilerin puanlama süreci araştırmacı ve alan uzmanı olmak üzere iki puanlayıcı tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir. Bağımsız puanlamanın ardından her bir öğrenci yanıtına ait akıcılık, esneklik, orijinallik ve derinlik puanları karşılaştırılmış; aynı puan verilen durumlar görüş birliği, farklı puan verilen durumlar görüş ayrılığı olarak kabul edilmiştir. Puanlayıcılar arasındaki görüş birliği, Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği uyum yüzdesi formülü kullanılarak hesaplanmış ve %90'ın üzerinde bulunmuştur. Görüş ayrılığı bulunan durumlarda, ilgili öğrenci yanıtları matematiksel yaratıcılık dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler doğrultusunda yeniden incelenmiş, her iki puanlayıcı kendi puanına ilişkin gerekçelerini paylaşmıştır. Bu süreçte anlaşmazlıkların çoğunlukla sınır puanlar (± 1 puan) ve ölçüt yorumuna dayalı farklılıklardan kaynaklandığı görülmüştür. Yapılan karşılıklı değerlendirmeler sonucunda, puanlama anahtarındaki tanımlayıcı ölçütler esas alınarak uzlaşya dayalı nihai puanlar belirlenmiştir. Bu doğrultuda kullanılan matematiksel yaratıcılık dereceli puanlama anahtarı aşağıdaki Tablo 3.11. ile sunulmuştur.

Tablo 3.11. Araştırmacı tarafından geliştirilen matematiksel yaratıcılık dereceli puanlama anahtarı

Kod	Açıklama	Puanlama Kriterleri
Akıcılık	Öğrencinin birden fazla geçerli çözüm üretme kapasitesi Üretilen fikirler anlamlı düzeyde olmalı Aynı bağlamdaki fikirlerin biri puanlamaya alınır	0 puan: Matematiksel olarak geçerli fikir üretilmemiş 1 puan: Tek geçerli fikir üretilmiştir. 2 puan: İki geçerli fikir üretilmiştir. 3 puan: Üç veya daha fazla matematiksel olarak geçerli ve farklı fikir üretilmiştir.
Esneklik	Farklı strateji, temsil ya da çözüm yolu kullanma becerisi	0 puan: Strateji belirgin değil ya da matematiksel olarak hatalı 1 puan: Tek strateji sunulmuştur. 2 puan: Farklı stratejiler sunulmuş ama açıklamaları sınırlı 3 puan: Farklı stratejiler açıklayıcı şekilde sunulmuş ve uygulanmıştır.
Orijinallik	Öğrencinin ürettiği çözümün veya problemin aynı çalışma grubundaki diğer öğrenci ürünlerine kıyasla, alışılmış yaklaşımlardan belirgin biçimde ayrışması	0 puan: Fikir üretilmemiştir. 1 puan :Fikir üretilmiş ama özgün unsurlar içermemektedir. Sıradan ve yaygındır. 2 puan: Fikir kısmen özgündür. Yaratıcı unsurlar taşır ama yaygın çözüm yapısından tamamen ayrılmamaktadır. 3 Puan: Fikir sıradışı ve yaratıcıdır. Belirgin şekilde çalışma grubundan ayrılmaktadır.
Derinlik (Ayrıntılandırma)	Öğrencinin çözüm veya problem kurma sürecini açıklama, gerekçelendirme ve matematiksel ilişkiler kurma düzeyi	0 puan : Açıklama yapılmamıştır. 1 puan: Yüzeysel açıklamalar yapılmıştır. 2 puan : Açıklamalar yer yer eksiktir, genel yapı tutarlıdır. 3 puan: Süreç detaylı açıklanmış, matematiksel gerekçeler uygundur.

Bu araştırmada kullanılan matematiksel yaratıcılık dereceli puanlama anahtarında öğrencilerin bir etkinlikten alabilecekleri minimum toplam puan 0, maksimum toplam puan ise 12'dir. Toplam matematiksel yaratıcılık puanı, bu dört boyuttan elde edilen puanların toplamı alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen toplam puanlar, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini bütüncül olarak değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Bununla birlikte, araştırmada toplam puanlar tek başına bir başarı ölçütü olarak ele alınmamış; her bir boyut (akıcılık, esneklik, orijinallik, derinlik) ayrı ayrı analiz edilerek öğrencilerin matematiksel yaratıcılık profilleri ayrıntılı biçimde incelenmiştir.

Bu puanlama anahtarı, matematiksel yaratıcılığın çok boyutlu doğasını ölçmeye uygun olarak hem problem çözme hem de problem kurma etkinliklerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu nedenle ölçütler, öğrencilerin ürettikleri çözüm yolları kadar kurdukları

problemlerin yapısı, stratejik çeşitliliği ve açıklama düzeyini de kapsayacak biçimde yorumlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin matematiksel yaratıcılıkları bu puanlama anahtarı sayesinde sistematik olarak değerlendirilebilmiştir.

3.7.2. Etkinlik Kağıtlarından Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada, uygulama sürecinde öğrenciler tarafından tamamlanan etkinlik kağıtları, matematiksel yaratıcılık bileşenlerine (akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik) göre analiz edilmiştir. Öğrencilerin problem çözme, problem kurma ve ürün ortaya koyma temelli etkinliklerde verdikleri yazılı yanıtlar, araştırmacı tarafından geliştirilen “Matematiksel Yaratıcılık Dereceli Puanlama Anahtarı” doğrultusunda değerlendirilmiştir. Söz konusu anahtar, matematiksel yaratıcılık sürecini çok boyutlu bir yapıda ele almakta ve her bir boyut için tanımlayıcı ölçütler içermektedir. Akıcılık boyutu; öğrencinin çalışma yaprağında sunduğu anlamlı, doğru ve geçerli fikir sayısına göre; esneklik boyutu; farklı stratejiler kullanımı, düşünce geçişleri ve çeşitli yaklaşımların varlığına göre; özgünlük boyutu; verilen cevapların alışılmışın dışında, sıradışı ve bireysel izler taşıyacak şekilde yaratıcı olup olmadığına göre; derinlik boyutu ise; matematiksel gerekçelendirme, açıklama ve düşünceyi detaylandırma düzeyine göre puanlanmıştır. Çalışma yapraklarındaki her bir alt soru ve etkinlik basamağı ayrı ayrı ele alınarak, öğrencilerin verdikleri yanıtlar bu dört boyut üzerinden 0–3 puan aralığında derecelendirilmiştir. Analiz süreci boyunca, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerinin hangi yönlerde gelişim gösterdiği ya da hangi boyutlarda sınırlı kaldığı sistematik olarak incelenmiştir. Değerlendirme sürecinin güvenilirliğini artırmak amacıyla, çalışma yapraklarının analizinde yalnızca araştırmacının değil, aynı zamanda alan uzmanı bir matematik eğitimcisinin de görüşlerine de başvurulmuş ve puanlayıcılar arası tutarlılık sağlanmıştır. Kodlar ve puanlamalar karşılaştırılarak görüş birliği sağlanan puanlamalar esas alınmıştır. Bu analiz yoluyla öğrencilerin uygulama sürecindeki matematiksel yaratıcılık gelişimlerine dair nitel verilerden nicel çıkarımlar elde edilmiş; hem bireysel hem de genel düzeyde matematiksel yaratıcılıkları detaylı bir biçimde değerlendirilmiştir. Analiz sürecinin daha açık ve izlenebilir olması amacıyla, matematiksel yaratıcılığın her bir boyutuna ilişkin puanlama süreci örnek öğrenci yanıtları üzerinden somutlaştırılmıştır.

Akıcılık boyutunda, bir etkinlikte öğrencinin aynı bağlamda yalnızca tek geçerli çözüm ya da fikir üretmesi 1 puan; iki farklı ve anlamlı çözüm üretmesi 2 puan; üç veya daha fazla geçerli ve matematiksel açıdan tutarlı çözüm üretmesi ise 3 puan olarak

değerlendirilmiştir. Örneğin, “Hayali Para Birimi Tasarımı” etkinliğinde tek bir harcama planı oluşturan öğrenci 1 puan alırken, farklı kişi profillerine göre iki ayrı plan geliştiren öğrenci 2 puan, üç ve daha fazla plan geliştiren öğrenci ise 3 puan ile puanlanmıştır.

Esneklik boyutunda, öğrencinin çözümünde yalnızca tek bir strateji ya da yaklaşım kullanması 1 puan; farklı stratejilere yer vermesine rağmen bu stratejiler arasında sınırlı açıklama yapması 2 puan; farklı temsil biçimleri (tablo, şekil, sözel açıklama) veya çözüm yollarını bilinçli ve açıklayıcı biçimde kullanması ise 3 puan olarak değerlendirilmiştir. Örneğin, “Matematik Şehri Tasarımı” etkinliğinde yalnızca geometrik çizim yapan bir öğrenci 1 puan alırken, hem geometrik hem cebirsel ilişkiler kurarak çözüm üreten bir öğrenci 3 puan almıştır.

Özgünlük boyutunda, öğrencinin yanıtının grup içinde yaygın olarak görülen, benzer ve rutin çözümlerle örtüşmesi 1 puan; kısmen özgün fakat bilinen yaklaşımlara dayalı çözümler 2 puan; alışılmışın dışında, farklı bakış açısı içeren ve diğer öğrenci yanıtlarından belirgin biçimde ayrılan çözümler ise 3 puan olarak puanlanmıştır. Bu değerlendirme, öğrenci yanıtlarının birbirleriyle karşılaştırılması yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Derinlik boyutunda ise, yalnızca sonuç sunan ya da yüzeysel açıklama içeren yanıtlar 1 puan; gerekçelendirme içeren ancak yer yer eksik açıklamalar barındıran yanıtlar 2 puan; matematiksel ilişkileri ayrıntılı biçimde açıklayan, neden–sonuç bağlarını kuran ve çözüm sürecini sistematik olarak ifade eden yanıtlar 3 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu örnekler doğrultusunda yapılan puanlamalar, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının hangi boyutlarda güçlü ya da sınırlı olduğunu ortaya koyacak şekilde analiz edilmiştir.

3.7.3. Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Her eylem planının tamamlanmasının ardından öğrencilere uygulanan “Öğrenci Günlüğü” ile elde edilen veriler bulguların yorumlanmasını destekleyici bir veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu süreçte öğrencilerin yazılı ifadeleri bütüncül olarak ele alınmış; öğrencilerin etkinliklere ilişkin deneyimleri, zorlandıkları noktalar, farkındalıkları ve matematiksel düşüncelerine ilişkin yansımaları doğrudan ifadeler üzerinden yorumlanmıştır. Elde edilen analiz sonuçları, her bir eylem döngüsüne ait bulgular bölümünde destekleyici veri olarak sunulmuştur.

3.7.4. Araştırmacı Notlarından Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada araştırmacı notları, eylem araştırması yaklaşımının doğasına uygun olarak sũreç boyunca sınıf içi gũzlemler, ğrenci tepkileri, etkinliklere katılım biçimleri ve ortaya çıkan beklenmedik durumlara ilişkin kayıtlar şeklinde tutulmuştur. Araştırmacı notları, çalışmanın temel veri kaynağı olarak değil; problem çözme, problem kurma ve ũrün ortaya koyma sũrelerinde elde edilen bulguların yorumlanmasını destekleyici bir veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Araştırmacı notlarının analizinde bir kodlama sũreci yũrũtũlmemiř; bunun yerine notlar, ilgili eylem dngũsũne ait ğrenci ũrũnleri ve matematiksel yaratıcılık puanları ile birlikte bũtũncũl bir biçimde ele alınmıştır. Bu sũrete notlar, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık boyutlarında sergiledikleri gelişimleri açıklayıcı bir işlev grmũřtũr.

Örneğin, birinci eylem dngũsũnde problem kurma etkinliği sırasında bazı öğrencilerin benzer problem bağlamalarında ısrarcı olduğu, farklı problem tũrlerine geçiş yapmakta zorlandığı araştırmacı notlarına yansımıştır. Bu gũzlem, öğrencilerin esneklik boyutunda sınırlı puanlar almalarıyla birlikte değerlendirilmiş ve bulgular blũmũnde bu durumun açıklanmasında destekleyici bir unsur olarak kullanılmıştır. Benzer şekilde, ũrün oluşturma temelli etkinliklerde bazı öğrencilerin zũmlerini gerekçelendirme konusunda daha ayrıntılı açıklamalar yapmaya başladığına ilişkin notlar, derinlik boyutunda gũzlenen puan artışlarının yorumlanmasına katkı sağlamıştır.

3.8. Etik İlkeler ve Uygulama İzinleri

Bu araştırma kapsamında yũrũtũlen tũm sũrelerde etik ilkelere uygun hareket edilmiştir. Araştırmanın uygulanabilmesi için gerekli olan etik kurul onayı Necmettin Erbakan ũniversitesi Sosyal Ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu 05.09.2025 tarih 2025/760 sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır. Etik kurul izni kapsamında; araştırmanın amacı, yöntemi, veri toplama araçları ve katılımcı hakları değerlendirilmiş; öğrencilerin gnũllũlũk esasına dayalı katılımı, gizlilik ve veri gũvenlięi ilkeleri gözetilmiştir. Ayrıca araştırmanın yũrũtũldũęũ kurumdan gerekli uygulama izni alınarak araştırma sũreci resmĩ olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya ait etik kurul onay belgesi ve uygulama izin belgeleri ekler blũmũnde Ek-10 ve Ek-11 ile sunulmuştur.

BÖLÜM 4

4. BULGULAR

Bu kısımda araştırmada elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Bulgular uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrası durumları olarak ayrı bölümlerde incelenmiştir.

4.1. Uygulama Öncesine Ait Bulgular

Bu bölümde uygulama öncesinde öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının nasıl geliştiği ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

4.1.1. Uygulama öncesi öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarına ilişkin bulgular

Bu bölümde, öğrencilerin uygulama öncesinde matematiksel yaratıcılık düzeylerini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen ön testlerden elde edilen verilerin analizi sunulmaktadır. Uygulama öncesi öğrencilere uygulanan problem çözme ve problem kurma testlerinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları toplanarak genel bir matematiksel yaratıcılık puanı bulunmuştur.

Problem çözme testinde her bir soru, matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, orijinallik ve derinlik boyutlarından birini ölçmek üzere yapılandırılmıştır. Öğrencilerin problem çözme ön testinden elde ettikleri puanlar Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Öğrencilerin problem çözme ön testinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları

Öğrenciler	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Derinlik	Toplam Puan
Ayşe	3	2	2	2	9
Zeynep	3	2	2	1	8
Mehmet	2	1	1	1	5
Özge	2	1	1	2	6
Yusuf	3	2	1	2	8
Ali	3	1	1	1	6

Tablo 4.1. incelendiğinde, problem çözme ön testinde öğrencilerin en yüksek puanlarını yaratıcılığın akıcılık boyutunda aldıkları görülmektedir. Altı öğrenciden dördü Ayşe, Zeynep, Yusuf ve Ali bu boyuttan 3 puan alırken, yalnızca iki öğrenci Mehmet ve Özge bu boyutta 2 puan almıştır. Özellikle Mehmet ve Özge’nin daha az sayıda ve benzer fikirler üretmiş olmaları nedeniyle puanları daha düşük tutulmuştur. Esneklik boyutunda ise puanların daha heterojen bir dağılım gösterdiği dikkat çekmektedir. Yalnızca üç öğrenci Ayşe, Zeynep ve Yusuf bu boyuttan 2 puan alırken, diğer üç öğrenci Mehmet, Özge ve Ali 1

puan ile değerlendirilmiştir. Orijinallik (özgünlük) boyutu öğrencilerin en düşük puan aldığı boyutlardan biridir. Bu boyutta sadece iki öğrenci Ayşe ve Zeynep 2 puan alırken, diğer öğrencilerin tamamı 1 puan almıştır. Derinlik boyutunda da benzer bir durum söz konusudur. Ayşe, Özge ve Yusuf 2 puan alırken, Zeynep, Mehmet ve Ali yalnızca 1 puan alabilmiştir.

Genel toplam puanlara bakıldığında, en yüksek puanı Ayşe, en düşük puanı Mehmet almıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu 6–8 puan aralığında yer almakta ve bu da uygulama öncesi problem çözme açısından matematiksel yaratıcılık puanlarının orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde problem kurma testinde de akıcılık, esneklik, orijinallik ve derinlik olmak üzere dört boyut esas alınmış ve öğrencilerin her bir boyuttaki performansları belirlenen puanlama anahtarı çerçevesinde değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin problem kurma ön testinden öğrencilerin yaratıcılık puanlarının genellikle başlangıç düzeyinde olduğu görülmüştür. Tablo 4.2’de öğrencilerin yaratıcılığın her bir boyutuna ilişkin puanları sunulmuştur.

Tablo 4.2. Öğrencilerin problem kurma ön testinden edilen matematiksel yaratıcılık puanları

Öğrenciler	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Derinlik	Toplam Puan
Ayşe	2	1	1	1	5
Zeynep	2	2	1	1	6
Mehmet	1	1	0	0	2
Özge	2	2	1	1	6
Yusuf	3	2	1	1	7
Ali	2	1	1	1	5

Tablo 4.2.’ye göre, öğrencilerin yaratıcılığın akıcılık boyutunda 1 ile 3 arasında değişen puanlar aldığı görülmektedir. Yusuf bu boyutta 3 puan alırken, Mehmet 1 puan almıştır.

Esneklik boyutunda puanların 1 ve 2 aralığında yoğunlaştığı; orijinallik boyutunda ise öğrencilerin büyük bölümünün 1 puan aldığı dikkat çekmektedir. Mehmet’in orijinallik ve derinlik boyutlarından 0 puan aldığı görülmektedir. Derinlik boyutunda öğrencilerin büyük çoğunluğu 1 puan almış, yalnızca sınırlı sayıda öğrenci bu boyutta 1 puanın üzerine çıkabilmiştir.

Toplam puanlar incelendiğinde, problem kurma ön testinde yaratıcılığın her bir boyutundaki toplam puanlarının 2 ile 7 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek toplam puan Yusuf'a, en düşük toplam puan ise Mehmet'e aittir.

Her iki testin toplamı üzerinden, öğrencilerin uygulama öncesi matematiksel yaratıcılık ön test puanları belirlenmiştir. Bu puanlar tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Uygulama öncesi matematiksel yaratıcılık puanları

Öğrenciler	Problem Çözme Testi Matematiksel Yaratıcılık Puanları	Problem Kurma Testi Matematiksel Yaratıcılık Puanları	Matematiksel Yaratıcılık Toplam Puan
Ayşe	9	5	14
Zeynep	8	6	14
Mehmet	5	2	7
Özge	6	6	12
Yusuf	8	7	15
Ali	6	5	11

Tablo 4.3. incelendiğinde, öğrencilerin toplam matematiksel yaratıcılık puanlarının 7 ile 15 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek toplam puan 15 ile Yusuf'a ait olup, Ayşe ve Zeynep ise 14'er puanla yaratıcılık puanlarının yüksek olan diğer iki öğrenci olarak dikkat çekmektedir. Bu öğrenciler, özellikle problem çözme testi matematiksel yaratıcılık puanları yüksek düzeyde iken, problem kurma testindeki yaratıcılık puanlarının orta düzeyde oldukları görülmektedir. Genel olarak uygulama öncesi matematiksel yaratıcılıklarının orta düzeyde olduğu görülmektedir. En düşük toplam yaratıcılık puanına sahip olan Mehmet'in hem problem çözme hem de problem kurma testlerinde yaratıcılık puanlarının düşük düzeyde olduğu görülmektedir.

Bu bulgular genel olarak ele alındığında, öğrencilerin uygulama öncesinde matematiksel yaratıcılık puanlarının boyutlara göre farklılaştığı görülmektedir. Nicel verilerde, öğrencilerin akıcılık boyutunda diğer boyutlara kıyasla daha yüksek puanlar aldığı; özgünlük ve derinlik boyutlarında ise puanların görece düşük kaldığı dikkat çekmektedir. Öğrencilerin günlüklerinde yer alan ifadelerde, çoğunlukla birden fazla çözüm yolu akıllarına geldiğini ancak bu yollar arasındaki farkları açıklamakta zorlandıkları görülmektedir. Örneğin öğrencilerin "*Soruyu çözerken aklıma birkaç yol geldi ama hangisini yazmam gerektiğini çok düşünmedim, ilk bulduğumu yazdım*" , "*Sonucu bulunca doğru olduğunu düşündüm ama neden öyle olduğunu uzun uzun yazmak zor geldi*" şeklindeki ifadeleri çözüm sürecini ayrıntılandırma ve matematiksel gerekçelendirme konusunda yaşadığı güçlüğü dile

getirmiştir. Bu ifadeler, özellikle özgünlük ve derinlik boyutlarında elde edilen puanların görece düşük olmasını destekleyici niteliktedir.

4.2. Uygulama Sürecine Ait Bulgular

Uygulama sürecine ait bulgular eylem planının üç uygulama döngüsünü de ayrı inceleyecek şekilde verilmiştir.

4.2.1. Birinci uygulama döngüsündeki etkinliklerin analizine ait bulgular

Eylem planının birinci uygulama döngüsünde öğrencilerle yapılan problem çözme etkinlikleri kapsamında ilk olarak araştırmacı tarafından hazırlanan yüksek bilişsel talep düzeyinde “Hayali Para Birimi Tasarımı” etkinliği uygulanmıştır.

Etkinliğin ilk aşamasında öğrencilerden, özgün bir ülke ve para birimi tasarımları, bu para birimi için anlamlı bir isim ve sembol oluşturmaları ve bu birimle satın alınabilecek ürünler hakkında fikir üretmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar, matematiksel yaratıcılık puanlama anahtarındaki **özgünlük** boyutuna göre analiz edilmiştir.

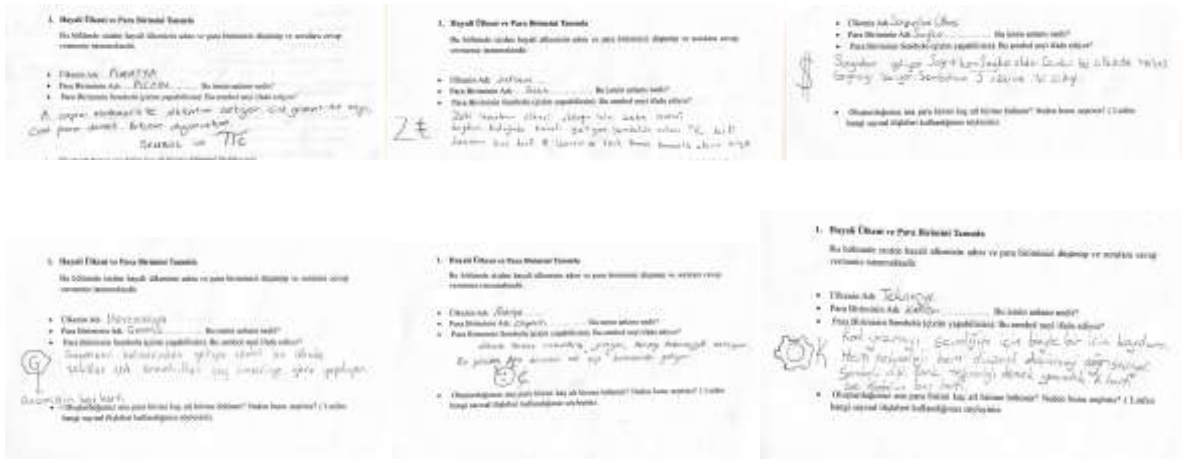
Öğrencilerin “Hayali Para Birimi Tasarımı” etkinliğinin özgünlük kriteri ile ilgili verdikleri cevaplar ve puanlanma gerekçeleri Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Hayali para birimi tasarımı etkinliği özgünlük kriteri puanlama tablosu

Öğrenci	Ülke ve para birimi	Öğrenci Açıklaması	Özgünlük Puanı	Puan verilme gerekçesi
Ayşe	Pimatya – Picoin	Pi sayısı matematikte çok gizemli bir sayı , dikkatimi çekiyor. Coin para demek . Bitcoin kavramını duymuştum. Pi sayısının yanına C harfi yazarak ikisini birleştirdim.	2	Fikir yaratıcı unsurlar taşır fakat kısmen özgündür..
Zeynep	Zekistan- Zeta	Zeki insanların ülkesi olduğu için “Zeta” ismini koydum, kulağa da havalı geliyor. Sembolün anlamı Z harfi Zeta’nın baş harfi, ₺ işareti de Türk lirasına benzerlik olsun diye	2	Fikir yaratıcı unsurlar taşır fakat kısmen özgündür.
Mehmet	Sayıcılar ülkesi- Sayko	Sayıdan geliyor. Sayı + ko = Sayko oldu. Çünkü bu ülkede herkes saymayı seviyor.Sembolüm S üzerine iki çizgi .	2	Fikir yaratıcı unsurlar taşır fakat kısmen özgündür.
Özge	Matemanya- Geomik	Geometri kelimesinden geliyor çünkü bu ülkede şekiller çok önemli. Her şey simetriye göre yapılıyor.	2	Fikir yaratıcı unsurlar taşır fakat kısmen özgündür.
Yusuf	Teknorya- Kodon	Kod yazmayı sevdiğim için böyle bir isim koydum. Hem teknoloji hem düzenli düşünmeyi çağırıyor. Sembolüm dişli çark teknoloji demek yanındaki K harfi ise kodon un baş harfi	3	Fikir hemen akla gelmez yaratıcıdır.
Ali	Robotya- Chipcoin	Ülkemde herkes robotlarla yaşıyor, her şey teknolojiyle çalışıyor. Bu yüzden para biriminin adı “çip” kelimesinden geliyor.	2	Fikir yaratıcı unsurlar taşır fakat kısmen özgündür.

Tablo 4.4.’te gözüldüğü üzere Ayşe kodlu öğrenci “Picoin” adını verdiği para birimiyle π sembolünü C harfi ile birleştirdiği bir sembol üretmiştir. Bu yaklaşım doğrultusunda özgünlük boyutuna 2 puan verilmiştir. Zeynep kodlu öğrencinin “Zeta” adını verdiği birimi için “*Zeki insanların ülkesi olduğu için “Zeta” ismini koydum, kulağa da havalı geliyor.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Sembol olarak Z harfi ve Türk lirası sembolünü birleştirmiştir ancak kullanılan öğeler daha çok mevcut sembollere dayanmakta ve yenilik düzeyi sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle özgünlük puanı 2 ile sınırlandırılmıştır. Mehmet kurguladığı Sayko isimli para birimi için “*Sayıdan geliyor. Sayı + ko = Sayko oldu. Çünkü bu ülkede herkes saymayı seviyor.*” diyerek çok özgün olmayan bir isim seçmiştir. “Sayko” adını seçmesi, sayılarla bağlantılı olsa da kullanılan ifade ve sembol nispeten sıradan kalmakta; orijinallik bakımından sınırlı yenilik taşımaktadır. Bu nedenle özgünlük puanı 2 olarak değerlendirilmektedir. Özge tasarladığı birim için “*Geometri kelimesinden geliyor çünkü bu ülkede şekiller çok önemli. Her şey simetriye göre yapılıyor.*” ifadesini kullanmıştır. Özge’nin “Geomik” adını seçmesi ve altıgen şekil ile sembol oluşturması geometri ile ilişkili yaratıcı

bir bağlantı sunmaktadır. Alt birimi “MiniGeo” olarak adlandırması da özgün bir isimlendirme örneğidir. Bu bağlamda öğrencinin özgünlük puanının orta düzeyde olduğu söylenebilir. Bu bağlamda puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Yusuf’un tasarımı çok ilgi çekmektedir. Birimine Kodon adını veren Yusuf “*Kod yazmayı sevdiğim için böyle bir isim koydum. Hem teknoloji hem düzenli düşünmeyi çağırıştırıyor.*” şeklindeki ifadesi ile farklı bakış açısı göstermiştir. “Kodon” adını kullanması ve para birimini 64 alt birime bölerek 2’nin kuvvetlerini temel alması, matematiksel ve teknolojik kavramları farklı bir biçimde göstermesi yönünden önemlidir. Ayrıca sembol olarak dişli çark kullanması, sistemli düşünmeye işaret etmektedir. Puanı 3 olarak belirlenmiştir. Ali, “Chipcoin” adını kullanmış, sembol olarak robot kafası ve ç işaretini birleştirmiştir. Bunun sebebini “*Ülkemde herkes robotlarla yaşıyor, her şey teknolojiyle çalışıyor. Bu yüzden para biriminin adı “çip” kelimesinden geliyor*” diyerek belirtmiştir. İsmi teknolojiyle ilişkili olması olumlu olmakla birlikte, kavramsal olarak yenilik düzeyi sınırlı kalmıştır. Robot temasını kullanması farklı olmakla birlikte matematiksel olarak çok ilgili olmadığı için özgünlük puanı orta düzeydedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerden bazıları para birimlerini isimlendirme ve sembol oluşturma aşamalarında yaratıcı fikirler üretmiş ve anlamlı bağlantılar kurmuştur. Özellikle Yusuf’un cevaplarında matematiksel kavramlarla bağ kurulmasından dolayı özgünlük puanı yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Diğer öğrenciler ise daha çok tanıdık kavramlar üzerinden ilerlemiş, bu nedenle özgünlük puanları açısından orta ya da düşük düzeydedir. Öğrencilerin bu kısımda tasarladıkları para birimlerine ait sembollerin çizimlerine ait resimler Şekil 4.1. ile verilmiştir.

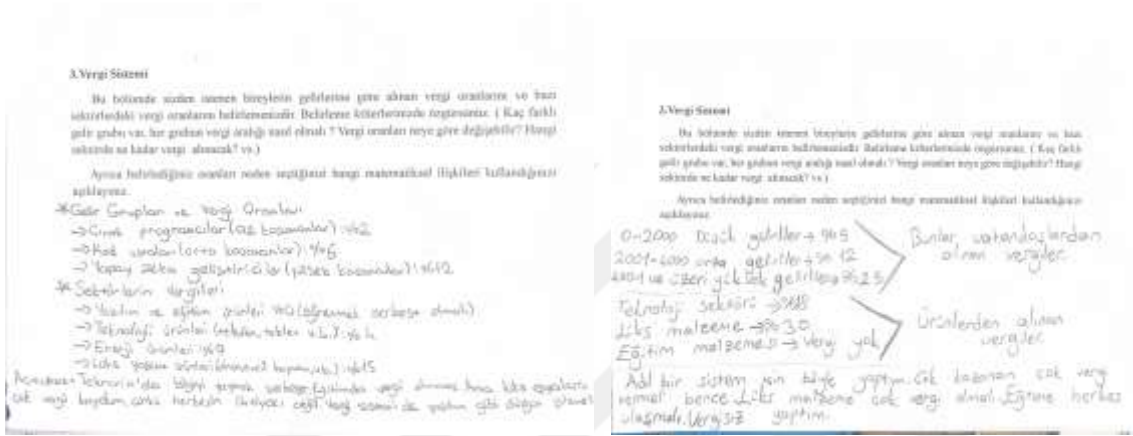


Şekil 4.1. Öğrencilerin para birimlerine ait görseller

Öğrenci günlüklerinde de öğrencilerin tasarım sürecine ilişkin “*Para birimi etkinliğinde kendi ülkemi ve para sistemimi tasarlamak çok eğlenceliydi. Her şey bana aitti.*”,

“Kendi ülkemi çizmek ve para birimini uydurmak çok eğlenceliydi.”, “Kendi sistemimi kurarken düşündüğümü fark ettim.” şeklindeki ifadeleri kullandıkları görülmüştür.

Etkinliğin ikinci aşamasında yer alan bölümlerden olan “Vergi Sistemi” bölümü matematiksel yaratıcılığın **esneklik** boyutuna göre analiz edilmiştir. Değerlendirmede, her öğrencinin gelir gruplarına göre vergi dilimleri oluşturma, farklı gruplarda vergilendirme yapısı ve bu yapıların gerekçelendirme biçimi dikkate alınmıştır. Aşağıda Ayşe ve Yusuf isimli öğrencilerin cevaplarına yönelik görsellere ait resimler Şekil 4.2. ile verilmiştir.



Şekil 4.2. Ayşe ve Yusuf isimli öğrencilerin cevapları

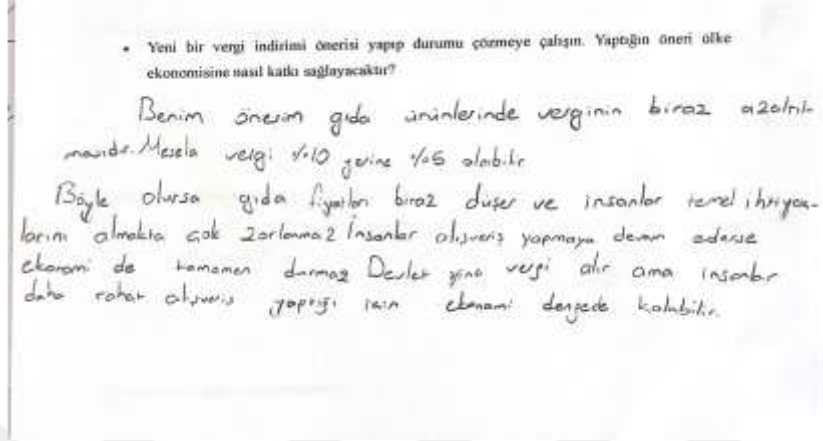
Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere Ayşe ve Yusuf kod isimli öğrencilerin cevapları, farklı gelir grupları ile çeşitli sektörleri kapsayan ve bu ayrımları gerekçelendiren detaylı açıklamalar içermektedir. Örneğin, Ayşe gelir düzeylerine göre artan oranlı vergilendirme sunmuş, ayrıca sektörler bazında eğitimi sıfır vergiyle desteklemiş ve lüks tüketime yüksek oranlar belirlemiştir. Bu yapılar hem farklı stratejilerin hem de sistematik düşüncenin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Açıklamalarının açıklık ve tutarlılığı sayesinde bu iki öğrenci esneklik açısından 3 puan ile değerlendirilmiştir. Zeynep ve Özge vergi sistemini gelir grubu ve sektör düzeyinde çeşitlendirerek esnek bir yapı sunmuş, ancak açıklamalar yer yer yüzeysel kalmıştır. Zeynep'in “zekaya göre kazan, zekaya göre öde” gibi genel ifadelerle neden-sonuç ilişkisini kurması dikkat çekmiş, Özge ise dengeli yapı teması üzerinden gerekçelendirme yapmıştır. Bu nedenle bu iki öğrenci esneklik açısından 2 puan almıştır. Ali numaralı öğrenci ise vergi oranlarında sınırlı farklılıklar sunsa da, robot teması ile bağlantı kurarak yenilikçi ama açıklaması sınırlı bir sistem tasarlamıştır. Farklı stratejiler sunulmakla birlikte açıklamalar derinlemesine gerekçelendirilmemiştir. Bu nedenle Ali de 2 puan ile değerlendirilmiştir. Mehmet, genel anlamda üçlü gelir grubu ve üç sektör belirtmiş olsa da, bu

yapılar birbirine oldukça benzer olup stratejik çeşitlilik sınırlı kalmıştır. Açıklamalar ise basit ve yüzeyseldir. Bu nedenle Mehmet, esneklik açısından 1 puan almıştır. Bu bulgular doğrultusunda, öğrencilerin çoğunluğunun farklı gelir düzeyleri ve sektörleri kapsayan yapılar kurarak belirli düzeyde esneklik gösterdikleri; ancak bazı öğrencilerin sınırlı kaldıkları gözlemlenmiştir. Esnekliği yüksek olan öğrenciler, vergi oranlarının nedenlerini detaylandırarak matematiksel ve mantıksal ilişkilendirmelere daha çok yer vermiştir. Vergi ve ekonomik yapı kurgulama sürecine ilişkin öğrencilerin “*Vergi oranlarını ayarlamakta zorlandım.*”, “*Hayali ekonomide vergi ve enflasyon gibi kavramları sistemli hale getirmek zordu.*”, “*Fiyat hesaplamalarında zorlandım.*” gibi ifadeleri öğrencilerin aldıkları düşük puanların sebebinin günlüklerine nasıl yansıdığını gözler önüne sermektedir.

Etkinliğin problem senaryolarını çözme başlıklı ilerleyen bölümlerinde öğrencilerden farklı profilleri oluşturarak bu kişilere uygun alternatif harcama planları geliştirmeleri istenmiştir. Bu bölüm, matematiksel yaratıcılığın özellikle **akıcılık** boyutunu değerlendirme açısından önemli bir veri kaynağı sunmuştur. Akıcılık, öğrencilerin birden fazla geçerli fikir üretebilme becerilerini yansıttığından, farklı senaryo kurguları ve harcama öncelikleri üretmeleri bu boyutu analiz etmek için uygun bir zemin oluşturmuştur. Öğrenciler tarafından geliştirilen alternatif planlar incelendiğinde, çoğu öğrencinin yalnızca temel ihtiyaçlar değil, bireyin yaşam tarzı, gelir düzeyi ve mesleki özelliklerini de dikkate alarak çeşitlendirilmiş ve gerekçelendirilmiş harcama önerileri sundukları görülmüştür. Bazı öğrenciler ulaşım, gıda ve barınma gibi temel alanlarda sadeleştirme yaparken; bazıları eğlence, sağlık veya eğitim gibi alanlarda farklı seçenekler sunmuş, bu da çözüm sayısını ve niteliğini artırmıştır. Özellikle birden fazla senaryo üreten ve bu senaryoları tutarlı bir gerekçeyle destekleyen öğrencilerin akıcılık açısından puanlarının daha yüksek düzeyde olduğu söylenebilir. Akıcılık bağlamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin matematiksel yaratıcılığın bu boyutunda puanlarının orta ve üst düzeydedir.

Etkinliğin problem senaryoları verilen ikinci bölümünde öğrencilerden, ülkelerinde yaşanan beklenmedik enflasyon durumuna karşılık vergi indirimi önerisinde bulunmaları ve bu önerilerinin ülke ekonomisine katkılarını açıklamaları istenmiştir. Bu açık uçlu görev, öğrencilerin gerekçelendirme düzeylerini ve kurdukları ilişkilerin **derinliğini** değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Yapılan analizler sonucunda, öğrencilerin derinlik boyutunda aldıkları puanlar arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Bazı öğrenciler, sundukları vergi indirimi önerilerini ayrıntılandırarak gerekçelendirmiş, ekonomik dengelere dair neden-sonuç ilişkileri kurmuş ve ülke bağlamıyla bağlantılar geliştirmiştir. Bu tür öğrencilerin

derinlik puanları yüksek düzeyde değerlendirilmiştir. Örneğin, Ayşe adlı öğrenci, Pimatya ülkesindeki vergi sistemini temel alarak, enflasyonun etkilediği temel ihtiyaçlarda (gıda, ulaşım ve sağlık) vergi oranlarını düşürmeyi önermiştir. Yusuf kodlu öğrencinin verdiği cevaba ait görsel Şekil 4.3. ile verilmiştir.



Şekil 4.3. Yusuf isimli öğrencinin cevabı

Şekil 4.3.'te görüldüğü üzere Yusuf kodlu öğrenci, Teknorla ülkesindeki vergi sistemini bir yazılım algoritmasına benzeterek vergi indirimini açıklamış; hem kısa vadeli etkiler hem de bütçe dengesine olan katkılar üzerinden gerekçeler sunmuştur. Bu öğrenci, açıklamalarında yalnızca çözüm önermekle kalmamış, önerisinin işleyiş biçimini ve hedeflenen sonuçlarını da dile getirmiştir. Özgü adlı öğrenci ise, eğitim ve temel ihtiyaçlarda vergiyi düşürmeyi önerirken, yapacağı adımların “ekonomik dengeyi koruyacağı” yönündeki açıklaması dikkat çekmiştir. Öte yandan, bazı öğrencilerin yanıtlarında açıklama düzeyinin sınırlı olduğu görülmüştür. Örneğin, Mehmet yalnızca “gıda pahalı oldu, vergi %1 olursa insanlar rahat eder” gibi yüzeysel ifadelerle yer vermiş, önerisinin ekonomik sürece nasıl katkı sağlayacağına dair herhangi bir gerekçelendirme sunmamıştır. Bu duruma ilişkin “Gerçekçi ama yaratıcı olmak gerekiyordu.”, “Hesaplarken karıştırdığım yerler oldu.”, “Düşünmek zorundaydım, hemen cevap çıkmadı.” gibi öğrenci günlüklerinde yer alan ifadelerin de gerekçelendirme ve sistem kurma sürecine ilişkin zorlanma durumlarını desteklediği görülmektedir.

Eylem planının birinci uygulama döngüsünde öğrencilerle yapılan problem çözme etkinlikleri kapsamında ikinci olarak araştırmacı tarafından hazırlanan yüksek bilişsel talep düzeyinde olan “Matematik Şehri/Mahallesi Planlaması Etkinliği” uygulanmıştır. Etkinlikte öğrencilerden tamamen kendilerine ait bir matematik şehri tasarımları ve sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Etkinliğin ilk bölümü şehri inşa etmeye ayrılmış ve ilk soruda

şehirlerine bir isim bulmaları ve şehri bölgelere ayırmaları istenmiştir. Bu kısımda gelen cevaplar matematiksel yaratıcılık puanlama anahtarındaki **özgünlük** boyutuna göre analiz edilmiştir.

Öğrencilerin “Matematik Şehri/Mahallesi Planlaması” etkinliğinin özgünlük kriteri ile ilgili verdikleri cevaplar ve puanlanma gerekçeleri aşağıdaki Tablo 4.5. ile verilmiştir.



Tablo 4.5. Matematik şehri/mahallesi planlaması etkinliği özgünlük boyutu puanlama tablosu

Öğrenci	Ülke	Öğrenci Açıklaması	Özgünlük Puanı	Puan verilme gerekçesi
Ayşe	Matemora	“Şehrimin adı Matemora. Burada her şeyin bir anlamı var. 6 bölgeye ayırdım . Kare yokuşu, Sonsuzluk Tüneli, Zaman çemberi, kesirli orman, aç köprüsü ve denklem durağı. Ortada Pi meydanı var ve tüm yollar oraya çıkıyor, çünkü pi sayısı her şeyin kalbi..”	3	Anlamli, sıradan olmayan ve yaratıcı çağrışımlar içermesi
Zeynep	Geometrika	Ben şehrimde geometrika adını verdim, çünkü her yerinde farklı şekiller var. Mahalleler üçgen, kare, daire gibi şekillerle yapıldı .Toplam 5 bölge var. Üçgenler vadisi, kareler mahallesi, daireler bulvarı, altıgenler köyü ve dikdörtgenler tepesi. Her mahallede yollar o şeklin kenarlarına göre uzanıyor.	2	Daha öngörülebilir durum
Mehmet	Sayıkent	Şehrimin adı Sayıkent, çünkü burada her şey sayılarla ilgili. 4 mahalle çizdim. Tek Sayılar Caddesi, Çiftler Sokağı, Asallar Tepesi ve Ondalık Alan. Önceden sadece kare çizerdim ama bu sefer farklı şekiller yaptım. Asallar Tepesi biraz zikzak çünkü asal sayılar düzensiz. Şehrin ortasında 0 Noktası var, orası her şeyin başladığı yer.”	2	Yaratıcı unsurlar içeriyor, fakat aynı temalarda şekilleniyor
Özge	Sayılar diyarı	Benim şehrimin adı Sayılar diyarı, çünkü her bölge sayılar grubuna ait. 4 bölgem var. Doğal sayılar alanı , tam sayılar alanı , rasyonel sayılar alanı, ondalık sayılar alanı. Haritamda her bölge farklı bir renkte.	1	Fikir var ama sıradan
Yusuf	Matikonya	“Şehrimin adı Matikonya. Bu şehirde matematik bir yaşam biçimi. 6 bölge var. Asal sayı sokağı: Sadece asallardan oluşan binalar var. Asal sayılar gururlu ve yalnızdır, o yüzden onların sokağı تنها. Sonsuzluk parkı: Parkın içi bitmiyor. Yürüdükçe kendini tekrar eden desenler var. Üçgenler Vadisi: Tüm çatılar üçgen, yollar dağ gibi zikzaklı. Sıfır noktası: Herşeyin ortası. Herkes orada başlıyor. Buradan çıkan yollar + ve – yönlerine gidiyor. Kareler cumhuriyeti: Her bina kare şeklinde. Her yol 90 derece döner . Zaman Caddesi: Burada saatler ters işler	3	Farklı durumları birleştiren yüksek düzeyde yaratıcılık
Ali	Çemberya	Çemberya 5 bölgeye ayrılır. Pi meydanı, Tam tur mahallesi, yarıçap caddesi, sonsuzluk sokağı, alan bahçesi	2	Geometrik düşünme hemen akla gelemeyen yapı dolayısı ile yaratıcı ama aynı temalarda birleşmiş

Tablo 4.5’te de incelendiği üzere, Ayşe’nin “Matemora” adlı şehri, hem kavramsal hem de sembolik düzeyde yaratıcı bir yapı sunmaktadır. “Pi Meydanı”nı merkeze yerleştirmesi ve tüm yolların oraya çıkmasını “Pi sayısı her şeyin kalbi” biçiminde gerekçelendirmesi, soyut bir matematiksel kavramı somutlaştırması açısından özgün bir yaklaşımdır. Ayşe’nin “Şehrimin adı Matemora. Burada her şeyin bir anlamı var. 6 bölgeye

ayırdım . *Kare yokuşu, Sonsuzluk Tüneli, Zaman çemberi, kesirli orman, aç köprüsü ve denklem durağı. Ortada Pi meydanı var ve tüm yollar oraya çıkıyor, çünkü pi sayısı her şeyin kalbi.*” ifadesi bunun göstergesidir. Dolayısı ile Ayşe kodlu öğrencinin özgünlük puanı 3 olarak belirlenmiştir. Zeynep’in “Geometrika” adlı şehrinde her semtin bir geometrik şekle ayrılması işlevsel bir düşünce örneği sunarken, temanın tahmin edilebilir oluşu özgünlük puanının düzeyini sınırlamaktadır. Zeynep şu şekilde bir ifade vermiştir. “*Ben şehrim geometrika adını verdim, çünkü her yerinde farklı şekiller var. Mahalleler üçgen, kare, daire gibi şekillerle yapıldı. Toplam 5 bölge var. Üçgenler vadisi, kareler mahallesi, daireler bulvarı, altıgenler köyü ve dikdörtgenler tepesi. Her mahallede yollar o şeklin kenarlarına göre uzanıyor.*” Bu ifadeye bakılırsa öğrenci kısmen özgün bir yaklaşım sergilemiştir. Bu tahmin edilebilir tema özgünlük açısından 2 puan olarak değerlendirilmiştir. Mehmet’in “Sayıkent” adını verdiği şehirde asal sayılara “zikzaklı yol” özelliği atfetmesi gibi anlamlandırma çabaları dikkat çekmektedir; bu öğrenci daha önce yalnızca kare şekillerle sınırlı tasarımlar yaptığını belirtmiş ve bu çalışmada sayıların olduğu farklı yollar denemiştir. “*Şehrimin adı Sayıkent, çünkü burada her şey sayılarla ilgili. 4 mahalle çizdim. Tek Sayılar Caddesi, Çiftler Sokağı, Asallar Tepesi ve Ondalık Alan. Önceden sadece kare çizdim ama bu sefer farklı şekiller yaptım. Asallar Tepesi biraz zikzak çünkü asal sayılar düzensiz. Şehrin ortasında 0 Noktası var, orası her şeyin başladığı yer.*” şeklindeki ifadesi bunu göstermektedir. Bu durum, öğrencinin özgünlük açısından incelendiğinde olumlu bir gelişim yaşadığını göstermektedir. Mehmet özgünlük puanı gelişim gösteren bir yapıdadır, fakat öngörülebilir temalar içermektedir. Özgünlük puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Özge’nin “Sayılar Diyarı” tasarımı ise sayı kümelerini temsilen bölgeler oluşturması bakımından anlamlı olmakla birlikte, daha öngörülebilir ve sıradan bir tema olduğundan özgünlük puanı 1 ile sınırlandırılmıştır. Özge ifadesinde “*Benim şehrimin adı Sayılar diyarı, çünkü her bölge sayılar grubuna ait. 4 bölgem var. Doğal sayılar alanı , tam sayılar alanı , rasyonel sayılar alanı, ondalık sayılar alanı. Haritamda her bölge farklı bir renkte.*” Şeklinde yorum yapmıştır. Yusuf’un “Matikonya” adlı şehrinde asal sayıların yalnızlığı, sıfırın kapsayıcılığı ve “Zaman Caddesi”nde saatlerin ters işlemesi gibi çağrışımlar; öğrencinin matematiksel kavramları somutlaştırarak metaforlarla düşündüğünü göstermektedir. Yusuf’un “*Şehrimin adı Matikonya. Bu şehirde matematik bir yaşam biçimi. 6 bölge var. Asal sayı sokağı: Sadece asallardan oluşan binalar var. Asal sayılar gururlu ve yalnızdır, o yüzden onların sokağı تنها. Sonsuzluk parkı: Parkın içi bitmiyor. Yürüdükçe kendini tekrar eden desenler var. Üçgenler Vadisi: Tüm çatılar üçgen, yollar dağ gibi zikzaklı. Sıfır noktası: Herşeyin ortası. Herkes orada başlıyor. Buradan çıkan yollar + ve – yönlerine gidiyor. Kareler cumhuriyeti:*

Her bina kare şeklinde. Her yol 90 derece döner . Zaman Caddesi: Burada saatler ters işler.” Şeklindeki ifadesi bunun kanıtıdır. Bu öğrencilerin verdiği yanıtlar; yüksek özgünlük düzeyine işaret etmektedir. Dolayısı ile Yusuf’un özgünlük puanı 3 olarak belirlenmiştir. Ali “Çemberya” adlı şehrini tasarlarlarken “*herkes kendi eksenini etrafında döner ama bir araya geldiklerinde büyük bir çember oluştururlar*” ifadesini kullanmıştır. Ayrıca “ *Çemberya 5 bölgeye ayrılır. Pi meydanı, Tam tur mahallesi, yarıçap caddesi, sonsuzluk sokağı, alan bahçesi.*” şeklinde açıklama yaparak yaratıcı düşünce ile matematiksel içeriği anlamlı şekilde birleştirmiştir ancak bölgelerde tekrar eden isimler kullanmıştır. Öğrenci kavramları özgün şekilde kullanmış, geometrik düşünme gücüne sahiptir fakat kendi içinde tekrar eden isimler kullandığı için özgünlük puanı 2 olarak belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun matematiksel kavramları günlük yaşam öğeleriyle ilişkilendirme, anlamlı bağlamlar içinde yeniden inşa etme ve soyut kavramlara somut yorumlar kazandırma yönünde önemli çabalar göstermişlerdir. Özellikle Ayşe ve Yusuf gibi öğrenciler, özgün fikirlerle yaratıcı fikirler ortaya koymayı başarmışlardır.

Şehir tasarlama sürecine ilişkin bulgular, öğrenci günlüklerinde yer alan “*Matematiğin sadece işlemlerden ibaret olmadığını fark ettim.*”, “*Şekiller ve ilişkiler kurmak hoşuma gitti.*”, “*Kendi kurduğum yapılarla matematiği daha iyi düşündüm.*” ifadeleri tasarım ve üretim odaklı yaklaşımda yaşanan sürece paralellik göstermektedir.

Araştırma kapsamında uygulanan Matematik Şehri/Mahallesi Planlaması Etkinliği’nin ikinci sorusu, öğrencilerin oluşturdukları şehirde yer alan yapı türlerini geometrik şekil, alan–çevre özellikleri, simetri gibi bileşenler açısından tanımlamalarını içermektedir. Bu soruya verilen cevaplar, öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının **akıcılık** boyutuna göre değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin etkinliğin akıcılık kriterine göre değerlendirilen bu kısmında verdikleri cevaplar ve puanlama gerekçeleri Tablo 4.6. ile verilmiştir.

Tablo 4.6. Matematik şehri/ mahallesi planlaması etkinliği akıcılık boyutu puanlama tablosu

Öğrenci	Yapılar	Öğrenci Açıklaması	Akıcılık Puanı	Puan verilme gerekçesi
Ayşe	Zaman çemberi Binası, Açı köprüsü, kesirli orman eğitim merkezi	Zaman Çemberi Binası : Daire şeklinde, Alan πr^2 , Çevre $2 \pi r$, <i>sonsuz simetrisi var</i>	3	Üç veya daha fazla anlamlı fikir üretimiştir
Zeynep	Üçgenler vadisi evleri, Daireler bulvarı dükkanları , altıgenler köyü okulu	Evler eşkenar üçgen, dükkanlar daire, okul altıgen şekilde	3	Üç veya daha fazla anlamlı fikir üretimiştir
Mehmet	Tek sayılar müzesi Asallar tepesi evleri 0 noktası alanı	Tek sayılar müzesi kare şeklinde Asallar tepesi evleri dikdörtgen şeklinde 0 noktası alanı daire	3	Üç veya daha fazla anlamlı fikir üretimiştir
Özge	Doğal sayılar parkı Tam sayılar köprüsü Rasyonel sayı evleri	Park kare şeklinde, köprü ince bir yay şeklinde, evler dikdörtgen şeklinde	3	Üç veya daha fazla anlamlı fikir üretimiştir
Yusuf	Sonsuzluk parkı, asallar sokağı evleri, sıfır noktası	Sonsuzluk parkı sonsuz işareti şeklinde, asal sayı sokağı evleri altıgen şeklinde, sıfır noktası daire şeklinde	3	Üç veya daha fazla anlamlı fikir üretimiştir
Ali	Yarıçap caddesi okulu Alanlar bahçesi Tam tur mahallesi	Yarıçap caddesi okulu daire şeklinde Alanlar bahçesi elips gibi Tam tur mahallesi silindir şeklinde	3	Üç veya daha fazla anlamlı fikir üretimiştir

Tablo 4.6. incelendiğinde, çalışmaya katılan altı öğrencinin tamamı en az üç farklı ve geçerli yapı tanımlayarak akıcılık boyutunda en yüksek puan olan 3 puanı aldığı görülmüştür. Özellikle Ayşe ve Yusuf gibi yaratıcılık puanlarının yüksek olduğu öğrencilerin yanıtlarında yapıların hem biçimsel çeşitliliği hem de kavramsal derinliği dikkat çekmektedir. Örneğin, Yusuf'un Sonsuzluk Parkı için kullandığı “yatay sekiz şekli” şekli ve bununla ilişkilendirdiği “*Bu parkın alanı ölçülemiyor çünkü yürüdükçe tekrar ediyor*” şeklindeki ifadesi hem matematiksel hem de yaratıcı açıdan güçlü bir fikir üretimi örneği sunmaktadır. Benzer biçimde, Özge ve Ali gibi orta düzeydeki öğrenciler de, geometrik çeşitliliği koruyarak özgün ve anlamlı yapılar tasarlamışlardır. Çemberya şehrini anlatan Ali, çember teması etrafında çeşitlilik üretmiş; okul, bahçe, ev gibi farklı yapıları özgün biçimlerde sunabilmiştir. Daha düşük yaratıcılık puanına sahip öğrencilerden Mehmet ve Özge ise yapı çeşitliliği açısından

sınırlı olmasına rağmen, her bir yapıyı farklı geometrik şekiller ve işlevlerle tanımlayarak geçerli ve anlamlı fikirler üretmişlerdir.

Matematik Şehri Etkinliği'nin üçüncü sorusunda öğrencilerden, şehirlerinin ortasına matematiksel olarak en fazla özelliğe sahip bir yapı planlamaları ve bu yapının neden merkezi olduğunu açıklamaları istenmiştir. Bu soruya verilen cevaplar, öğrencilerin matematiksel yaratıcılığın **derinlik** boyutuna göre puanlanmıştır. Derinlik, öğrencilerin fikirlerini ne ölçüde gerekçelendirdikleri, matematiksel açıklama yapma düzeyleri, kullandıkları kavramlar ile bağlam arasında anlamlı ilişki kurup kurmadıkları temel alınarak değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin etkinliğin derinlik kriterine göre değerlendirilen bu kısımda verdikleri cevaplar ve puanlama gerekçeleri Tablo 4.7. ile verilmiştir.

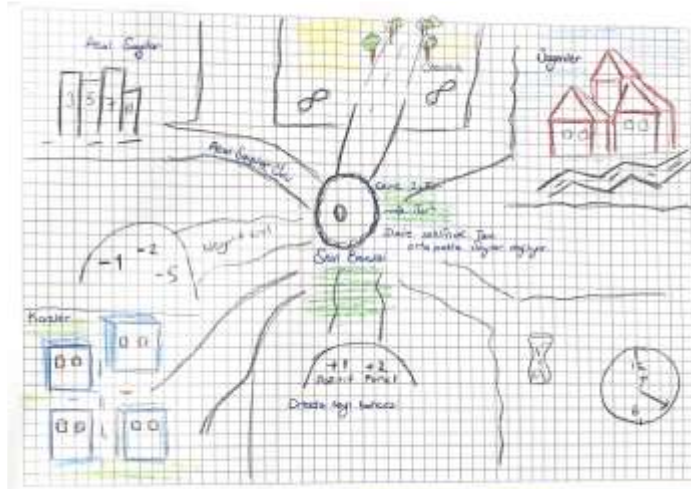
Tablo 4.7. Matematik şehri/mahallesi planlaması etkinliği derinlik boyutu puanlama tablosu

Öğrenci	Belirledikleri merkezi yapılar	Öğrenci Açıklaması	Derinlik Puanı	Puan verilme gerekçesi
Ayşe	Pi kulesi	Ben şehrin ortasına Pi Kulesi adını verdiğim yüksek bir kule yaptım. Kule silindirik şeklinde ve her katında farklı bir matematik konusu var. En altta doğal sayılar, sonra kesirler, sonra da zaman ölçme ile ilgili bir kat var. Her katın duvarları o konuyla ilgili şekillerle süslü. Kule daire şeklinde olduğu için alanını πr^2 ile, çevresini $2\pi r$ ile hesapladım. Bu kule şehrin tam ortasında çünkü Matemora'da tüm yollar bu kuleye çıkıyor. Pi sayısı da dairelerin ve zamanın içinde olduğu için her şeyin ortasında yer almalı.	3	Süreç detaylı açıklanmış, matematiksel gerekçeler uygundur.
Zeynep	Altıgen Salon	Ben merkeze büyük bir Altıgen Salon yaptım. Çünkü altıgen şekli simetrik, düzgün ve çok güzel görünüyor. Salonun içi tam bir düzenli altıgen, kenar uzunlukları eşit. Her kenarda farklı bir geometrik şekil sergisi var: bir kenarda üçgenler, bir kenarda kareler, bir kenarda daireler gibi.	2	Açıklamalar yeterli, gerekçelendirmeler detaylı olabilir. Her kenara koyduğu yapıları detaylı anlatabilir
Mehmet	Sayı piramidi	Ben şehrin ortasına bir Sayı Piramidi koydum. Bu piramitin her basamağı farklı bir sayı grubunu anlatıyor. Alt basamakta çift sayılar, onun üstünde tek sayılar, daha sonra asal sayılar, en üstte ise sadece '1' var çünkü o her şeyin başlangıcı gibi. Piramit üçgen prizma gibi ve çevresini üç kenarın toplamından buldum. Alanı da taban alanı x yükseklik bölü 2 gibi hesapladım. Bu yapı şehrin merkezi çünkü 0 Noktası da buraya çok yakın."	2	Açıklamalar yeterli fakat yer yer eksik. En üstte 1 olması ve neden her şeyin başlangıcı kabul edildiği belirsiz
Özge	Sayma çarkı	Merkezde bir Sayma Çarkı yaptım. Bu yapı büyük bir çember şeklinde ve içinde sayılar	2	Açıklamalar yeterli

		gruplar halinde sıralanıyor. Doğal sayılar bir bölmede, tam sayılar diğerinde, rasyoneller ayrı bir renkte. Alanı πr^2 , çevresi $2\pi r$ ile hesaplanıyor. Ortasında bir eksen var ve bu çark dönüyor. Hangi bölme gelirse onunla ilgili bir etkinlik çıkıyor. Bu yapı merkezi çünkü bütün sayılar bu çarkta birleşiyor.		ama yer yer tutarsız
Yusuf	Sayı Bahçesi	Şehrin ortasına bir Sayı Bahçesi koydum. Bahçe daire şeklinde ve içinde yollar var. Her yol bir sayı grubuna çıkıyor. Mesela asal sayılar yolu, çift sayılar yolu, negatif sayılar yolu. Tam ortada 0 taşı var. Sayılar burdan dağılıyor, sanki matematik burda doğmuş gibi .	3	Matematiksel anlamda gerekçelendirmeleri yerinde
Ali	Gökyüzü çemberi	Çemberya'nın merkezine büyük bir Gökyüzü Çemberi koydum. Bu yapı bir daire şeklinde ama zemini camdan. Üzerine yıldızlar gibi matematik sembolleri işlenmiş. En ortasında bir π ışığı var ve gece yandığında gökyüzüne yansıyor. Alanı πr^2 , çevresi $2\pi r$. Yapı tam simetrik ve içine giren herkes sesini merkezden duyar. Bu yapıyı merkeze koydum.. Bence matematik de çok etkili bir merkez gibi.	3	İlişkiler anlamlı, matematiksel açıdan uygun gerekçelendirmeler var.

Tablo 4.7.'den görüldüğü üzere, öğrencilerin cevapları çeşitli düzeylerde derinlik göstermiştir. Ayşe, şehir merkezine yerleştirdiği “Pi Kulesi” adlı yapıyı silindir biçiminde kurgulamış ve her katını farklı matematiksel konularla ilişkilendirmiştir. Yapının alan ve çevresini formül ile ifade eden öğrenci, Pi sayısının çok yönlü matematiksel kullanımına gönderme yapmıştır. Ayrıca yapının tüm yollarla bağlantılı olması, onu yalnızca şekilsel değil simgesel anlamda da merkezileştirmiştir. Ayşe'nin “*Ben şehrin ortasına Pi Kulesi adını verdiğim yüksek bir kule yaptım. Kule silindir şeklinde ve her katında farklı bir matematik konusu var. En altta doğal sayılar, sonra kesirler, sonra da zaman ölçme ile ilgili bir kat var. Her katın duvarları o konuyla ilgili şekillerle süslü. Kule daire şeklinde olduğu için alanını πr^2 ile, çevresini $2\pi r$ ile hesapladım. Bu kule şehrin tam ortasında çünkü Matemora'da tüm yollar bu kuleye çıkıyor. Pi sayısı da dairelerin ve zamanın içinde olduğu için her şeyin ortasında yer almalı.*” şeklindeki açıklaması ifadelerini gerekçelendirmedeki başarısını göstermektedir. Açıklamaları güçlü bir gerekçelendirme düzeyi sergilediği için Ayşe'nin derinlik puanı 3 olarak değerlendirilmiştir. Zeynep ise Geometrika şehrinin merkezine bir “Altıgen Salon” tasarlamıştır. Altıgenin geometrik simetri özelliklerine değinmiş; her kenarın başka bir şekil sergisine açıldığını belirtmiştir. “*Ben merkeze büyük bir Altıgen Salon yaptım. Çünkü altıgen şekli simetrik, düzgün ve çok güzel görünüyor. Salonun içi tam bir düzenli altıgen, kenar uzunlukları eşit. Her kenarda farklı bir geometrik şekil sergisi var: bir kenarda*

üçgenler, bir kenarda kareler, bir kenarda daireler gibi. “şeklindeki kavramsal açıklamaları belirgin ve yerinde olup, ilişkiyi yeterli düzeyde kurmuştur. Bu nedenle Zeynep’in derinlik puanı 2 olarak puanlanmıştır. Mehmet, Sayı Kent’in merkezine yerleştirdiği “Sayı Piramidi” ile çift sayılar, tek sayılar, asal sayılar gibi farklı sayı gruplarını piramidin katmanlarıyla ilişkilendirmiştir. Düşüncelerini “Ben şehrin ortasına bir Sayı Piramidi koydum. Bu piramidin her basamağı farklı bir sayı grubunu anlatıyor. Alt basamakta çift sayılar, onun üstünde tek sayılar, daha sonra asal sayılar, en üstte ise sadece ‘1’ var çünkü o her şeyin başlangıcı gibi. Piramit üçgen prizma gibi ve çevresini üç kenarın toplamından buldum. Alanı da taban alanı x yükseklik bölü 2 gibi hesapladım. Bu yapı şehrin merkezi çünkü 0 Noktası da buraya çok yakın.” şeklinde ifade etmiştir. Geometrik şekil olarak üçgen prizma belirlemiş ve alan–çevre hesaplamalarını temel düzeyde sunmuştur. “0 Noktası” ile olan konumsal ilişkisini açıklamış, yapının şehirdeki merkezi rolünü vurgulamıştır. Her ne kadar açıklamalarında eksikler olup detaylı olmasa da fikirlerin gerekçelendirilmiş olması nedeniyle Mehmet’e derinlik boyutunda 2 puan verilmiştir. Benzer biçimde, Özge de Sayılar Diyarı’nda merkezi bir “Sayma Çarkı” yapısı tasarlamış; bu yapının daire formunda olduğunu belirtmiş, alan ve çevre hesaplamalarına yer vermiştir. Sayı kümelerini renkli bölmelere ayırmış ve “Tüm sayı kümeleri bu çarkta birleşiyor” şeklindeki açıklaması ile oluşturduğu yapının ilişkisini açık biçimde ortaya koymuştur. Açıklamalar yeterli gerekçelendirme içerdiği için Özge’nin derinlik puanı 2 olarak belirlenmiştir. Yusuf kodlu öğrencinin şehrine ait görsel resim Şekil 4.5. ile verilmiştir.



Şekil 4.5. Yusuf kodlu öğrencinin şehir planı görseli

Şekil 4.5’te görüldüğü üzere Yusuf, Matikonya’nın merkezine yerleştirdiği “Sayı Döngüsü Bahçesi” yapısını çember şeklinde tanımlamış, asal sayılar yolu, çift sayılar yolu,

negatif sayılar tüneli gibi farklı sayı yollarını merkeze bağlamıştır. 0 taşını merkeze koyarak tüm sayıların oradan doğduğunu ifade etmiş, yapıların + ve – yönlerine dağıldığını belirtmiştir. Alan ve çevre hesaplamalarına yer vermiştir. Sayılarla şehir yapısını ilişkilendirme biçimi, gerekçelendirme düzeyinden dolayı Yusuf’un derinlik puanı 3 olarak değerlendirilmiştir. Ali ise Çemberya’nın ortasına “Gökyüzü Çemberi” adını verdiği dairesel cam bir yapı planlamıştır. Bu yapının üstünde matematik sembollerinin işlendiğini, ortasında π ışığı olduğunu ve bu yapının gece gökyüzüne yansıdığını belirtmiştir. Alan ve çevre formüllerine yer vermiştir. Sesin merkezden duyulması ve herkesin bu yapı etrafında dönmesi gibi simgesel açıklamalarla yapının merkeziliğini gerekçelendirmiştir. Bu tür açıklamalar, soyut düşünmeyi somut sembollerle ifade edebilme becerisini göstermektedir. Açıklamaları özgün ve anlamlı ilişkiler içerdiğinden Ali’nin derinlik puanı 3 olarak verilmiştir.

Sonuç olarak, öğrencilerin 3. soruya verdikleri yanıtlar derinlik açısından çeşitlilik göstermiştir. Ayşe, Yusuf ve Ali en yüksek düzeyde gerekçelendirme içeren cevaplar sunarken; Zeynep, Mehmet ve Özge orta düzeyde açıklamalar yaparak yanıtlarını desteklemişlerdir. Bu bulgu, öğrencilerin yaş düzeyine uygun matematiksel kavramlarla soyut yapıları açıklayabildiklerini ve gerekçelendirme düzeylerinin yaratıcılık profilleriyle uyumlu biçimde farklılaştığını göstermektedir.

Matematik Şehri/ Mahallesi Planlaması Etkinliği’nin dördüncü sorusunda öğrencilerden, şehirlerinde yer alan mahalleleri birbirine bağlayan yolları çizmeleri ve bu yolların nasıl bağlandığını açıklamaları istenmiştir. Bu soru, öğrencilerin matematiksel esnekliklerini, yani bir problem durumuna ilişkin farklı çözüm yolları veya stratejiler geliştirme becerilerini gözlemlemeye yönelik olarak yapılandırılmıştır. Öğrenci cevapları, yol tasarımlarında sundukları çeşitlilik, farklı yönelimler, bağlantı şekilleri ve aynı hedefe ulaşmak için kullandıkları alternatif yaklaşımlar temelinde **esneklik** boyutunda değerlendirilmiştir. Öğrencilerin etkinliğin esneklik kriterine göre değerlendirilen bu kısmında verdikleri cevaplar ve puanlama gerekçeleri Tablo 4.8 ile verilmiştir.

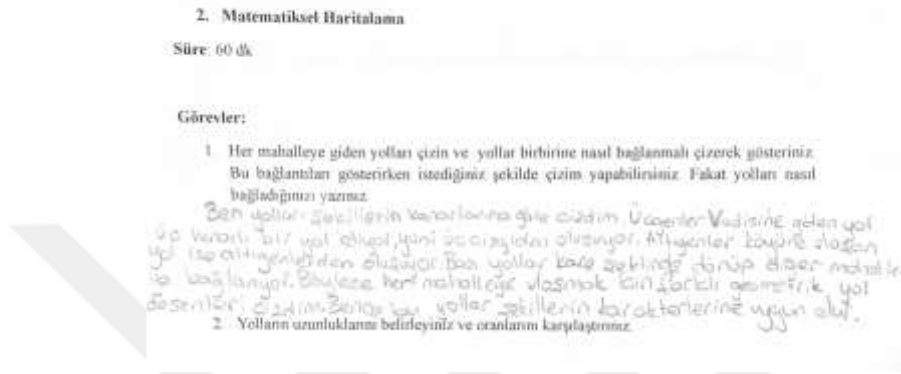
Tablo 4.8. Matematik şehri/mahallesi tasarımı etkinliği esneklik boyutu puanlama tablosu

Öğrenci	Öğrenci Açıklaması	Esneklik Puanı	Puan verilme gerekçesi
Ayşe	Ben yolları Pi Meydanı’ndan çıkan bir spiral şeklinde tasarladım. Ayrıca her bölgeye birden fazla yol bağladım. Bu yollar da farklı farklı .Kare yokuşuna düz çizgiyle de gidilebilir, başka şekilde de.Ya da Zaman Çemberi’ne hem Sonsuzluk Tüneli’nden hem de Açı Köprüsü’nden geçerek ulaşılabilir. Çünkü her konu başka bir konuyla bağlantılı. Bu yolları böyle yapmamın sebebi,	3	Farklı yollar sunulması , açıklamalar yapılması, çözümde esneklik olması

	matematikte aynı sonuca farklı yollardan gidilebileceğini göstermek.		
Zeynep	Ben yolları şekillerin kenarlarına göre çizdim. Üçgenler Vadisi'ne giden yol üç kenarlı bir yol izliyor, yani üç çizgiden oluşuyor. Altıgenler Köyü'ne ulaşan yol ise altıgenlerde oluşuyor. Bazı yollar kare şeklinde dönüp diğer mahalleye bağlanıyor. Böylece her mahalleye ulaşmak için farklı geometrik yol desenleri çizdim. Bence bu yollar şekillerin karakterine uygun oldu.	2	Farklı yollar sunulmuş ama çeşitlilik sınırlı, hep aynı temadan ilerlemiş
Mehmet	Ben her mahalleye giden yolları dört yönlü bir artı işareti gibi çizdim. Ortada 0 Noktası var, oradan dört yol çıkıyor. Ama bazı yollar birbirine bağlanıyor. Mesela Tek Sayılar Caddesi'nden Asallar Tepesi'ne bir kısa kestirme yol çizdim çünkü asal sayılar zaten tek sayıların içinde var.	1	Yollar tek bir strateji içinde sunulmuş.
Özge	Ortada Sayma Çarkı var, onun etrafında yollar döner. Doğal Sayılar Mahallesi'ne giden yol en kısa, çünkü sayma buradan başlıyor. Rasyonel Sayılar Alanı'na giden yol biraz daha dolanıyor. Bazı yollar ise birbirine köprülerle bağlanıyor. Örneğin Tam Sayılar Caddesi'nden Reel Sayılar Tepesi'ne bir köprü yol var çünkü bu sayılar birbiriyle bağlantılı. Böylece farklı uzunlukta ve farklı bağlantıda yollar yaptım. Her mahalleye giden yolun şekli sayı grubuna göre değişiyor."	2	Farklı stratejiler sunulmuş, fakat sayma temasından ilerlenmiş
Yusuf	Yolları merkezdeki 0 Taşı'ndan çıkacak şekilde bir ağaç gibi dallandırdım. Asal Sayı Sokağı'na ulaşmak için tek sayılar yolundan geçiliyor. Ama başka bir yol da var: Zaman Caddesi'nden geçip Sonsuzluk Parkı'ndan dolanarak ulaşmak. Bu ikinci yol daha uzun ama daha gizemli. Böylece aynı yere farklı yollardan ulaşılabilir. Bence matematikte çözüm yolları da böyle bazıları kısa, bazıları uzun, bazıları çok yönlü."	2	Farklı stratejiler sunulmuş ama matematiksel açıdan sınırlı seviyede kalmıştır.
Ali	Ben yolları çember şeklinde dönen bir sistemle çizdim. Ortada Pi Meydanı var, oradan çıkan yollar çemberin çevresi boyunca dönüyor. Tam Tur Mahallesi'ne ulaşmak için saat yönünde gitmek gerekiyor, Alanlar Bahçesi'ne ise saat yönünün tersine. Ayrıca bir mahalleden diğerine geçmek isteyenler için kavisli geçit yolları var. Mesela Yarıçap Caddesi'nden Sonsuzluk Sokağı'na bir eğri yol bağladım.	2	Farklı stratejiler sunulmuş ama matematiksel açıdan sınırlı seviyede kalmıştır.

Tablo 4.8'de görüldüğü üzere, Ayşe'nin "Ben yolları Pi Meydanı'ndan çıkan bir spiral şeklinde tasarladım. Ayrıca her bölgeye birden fazla yol bağladım. Bu yollar da farklı fark. Kare yokuşuna düz çizgiyle de gidilebilir, başka şekilde de. Ya da Zaman Çemberi'ne

hem Sonsuzluk Tüneli'nden hem de Açı Köprüsü'nden geçerek ulaşılabilir. Çünkü her konu başka bir konuyla bağlantılı. Bu yolları böyle yapmanın sebebi, matematikte aynı sonuca farklı yollardan gidilebileceğini göstermek.” şeklindeki ifadesi aynı noktaya farklı güzergâhlar sunduğunu ve çözüm yollarında çeşitlilik sunduğunu göstermektedir. Bu nedenle Ayşe'nin esneklik puanı 3 olarak değerlendirilmiştir. Zeynep'in bu kısım ile ilgili açıklamaları Şekil 4.6.' da verilmiştir.



Şekil 4.6. Zeynep isimli öğrencinin açıklamaları

Şekil 4.6.'dan görüldüğü üzere Zeynep yolları şekillerin karakterine göre kurgulamış, örneğin altıgen mahalleye altı kenarlı döngüsel bir yol, üçgene üç kenarlı bir yol çizmiştir. Bazı yolların dönüşlü olmasını sağlayarak, aynı hedefe farklı yönlerden ulaşma fikrini dolaylı biçimde sunmuştur. Strateji çeşitliliği iyi kurulmuştur. Genel anlamda sınırlı açıklamalar vardır. Bu nedenle Zeynep'in esneklik puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Mehmet, merkezi 0 Noktası'ndan çıkan dört doğrusal yol çizmiş ve yalnızca bir alternatif bağlantı yolu sunmuştur. Bu yapı, temel bir stratejiye dayalı olmakla birlikte sınırlı çeşitlilik içermektedir. Çözüm yollarında çeşitlilik oldukça düşüktür. Bu nedenle Mehmet'e esneklik boyutunda 1 puan verilmiştir. Özge, yolları halka ve köprü bağlantılı olarak kurgulamış, sayı grupları arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurarak örneğin Tam Sayılar Caddesi ile Reel Sayılar Tepesi'ni köprüyle bağlamıştır. Yol uzunluklarını da sayıların özelliklerine göre değiştirmiştir. Bu durum, çözüm yollarında çeşitlilik sergilediğini göstermektedir. Bu nedenle Özge'nin esneklik puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Yusuf, yol sistemini bir ağaç gibi dallandırarak her mahalleye birden fazla bağlantı yolu sağlamıştır. Bazı yollar tek yönlü, bazıları çift yönlü olacak şekilde tasarlanmış ve strateji kullanımında anlamlı çeşitlilik sunulmuştur. Bu nedenle Yusuf'un esneklik puanı 2 olarak verilmiştir. Ali, şehir yapısına uygun olarak dairesel yol sistemini kullanmış, farklı mahallelere saat yönü ya da tersine giden yollarla ulaşılabilirliğini belirtmiştir. Ayrıca mahalleler arasında eğimli geçit yolları

kurmuştur. Bu yapı çeşitlilik içerdiğinden esnek bir düşünce tarzını yansıtmaktadır. Bu nedenle Ali'nin esneklik puanı 2 olarak değerlendirilmiştir.

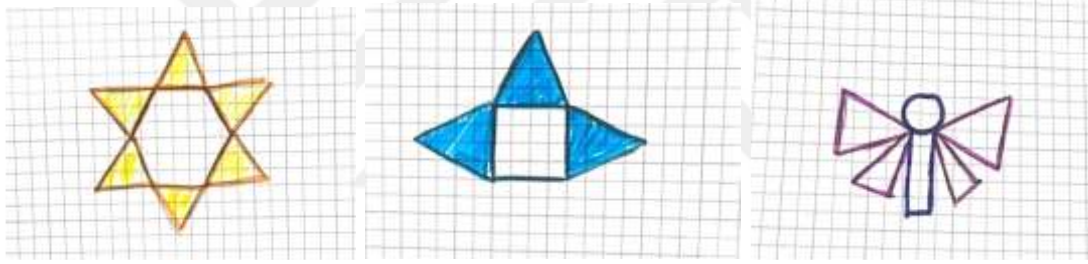
Yol planlama ve bağlantı kurma sürecine ilişkin, öğrenci günlüklerinde “*Yolları planlarken zorlandım.*”, “*Hem gerçekçi hem karışık olmayacak şekilde yapmak istedim.*” , “*Farklı yollar olmalıydı ama düzenli de olmalıydı.*” ifadeleri yer almaktadır.

4.2.2. İkinci Uygulama Döngüsündeki Etkinliklere ait bulgular

İkinci döngü problem kurma etkinliklerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Birinci ve ikinci hafta yapılan problem kurma etkinliklerinden sonra öğrenciler sürece adapte edilmiş ve üçüncü hafta araştırmacı tarafından hazırlanan “Kendi Geometrik Şeklini Oluştur” etkinliği yapılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerden klasik şekillerin dışında daha önce var olmayan bir geometrik şekil oluşturmaları ve isim vermeleri istenmiştir. Oluşturulan bu şekil **özgünlük** kriterine göre puanlanmıştır.

Bu bağlamda Ayşe “*Benim şeklimin adı üçkareli. Çünkü kare ve üçgenin birleşiminden oluşuyor. Ortada bir kare var, onun üç kenarına da eşkenar üçgenler ekledim. Yani üç tane çıkıntı gibi duruyor. Sanki bir kareden üç tane kol çıkmış gibi. Bu şekli seçtim çünkü düz ve köşeli olan kareyi biraz daha hareketli hale getirmek istedim. Matematikte bazen bir şekli başka şekillerle tamamlamak gerekiyor.*” şeklindeki açıklamasıyla oluşturduğu şekle özgün bir isim vermeye çalışmıştır. Fikri yaratıcı unsurlar taşısa da kısmen özgün kabul edilmiş ve özgünlük puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Zeynep “*Ben yıldızla daireyi birleştirdim. Daire ortada ama kenarlarında yıldızın uçları var. Bu şekli seçtim çünkü güneşten esinlendim. İlginç isim koyamadım ama Yıldız daire olabilir.*” şeklindeki açıklamasıyla özgün bir isim bulamasa da doğadan ilham alan bir tasarımla kısmen özgün unsurlar içerdiği için özgünlük puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Mehmet benzer şekilde doğadaki bir canlıdan esinlenerek kelemat isimli bir şekil yapmaya çalışmış ve “*Şeklime Kelemat adını verdim çünkü hem kelebek gibi hem de biraz matematiksel. Kanatlarını büyük üçgenlerle yaptım, gövdesi ince uzun bir dikdörtgen gibi. Ama tam ortasına da küçük bir daire koydum.*” diyerek şeklin isminde ve doğadan ilham almasıyla kısmen özgün unsurlar içerdiği ve özgünlük puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Özge “*Ben altıgenin altı köşesine birer küçük üçgen ekledim. Sanki altıgenin etrafında çiçek yaprakları gibi duruyor. Yeni bir şekil oldu. İsmi düşünmedim ama bu şekil çok simetrik oldu. Üçgenler dışa doğru bakıyor, içte altıgen var.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Bir fikir üretilmiş ama akla kolay gelebilecek bir şekil olduğundan özgün bir isim de bulunamadığından dolayı özgünlük puanı 1 olarak

değerlendirilmiştir. Yusuf “Benim şeklim ok gibi görünüyor. Ortası uzun bir dikdörtgen, ucunda sivri bir üçgen var. Ama ok kısmının iki yanına da küçük daireler koydum. Ok ileriye gösterdiği için bu şeklin yönü ve amacı var. Ona Okşekil dedim.” ifadesi ile özgün bir tasarım bulmaya çalışmış ve kolay akla gelmeyecek şekilde ok şeklini seçmiştir. Fikir kısmen özgün bulunmuş ve 2 puan ile değerlendirilmiştir. Ali “Ben dikdörtgenin üstüne bir üçgen yerleştirdim. Böylece hem üçgen hem de dikdörtgen oldu. Bu şekil biraz ev gibi duruyor ama üst kısmı daha sivri. İsmi Piramidörtgen koydum çünkü iki şekli birleştirdim. Tepeden bakınca biraz roket gibi duruyor.” ifadesi ile fikir üretildiğini ama fazla özgün unsur barındırmadığı için özgünlük puanı 1 olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca şeklinde ifadesindeki gibi üç boyutlu unsurlar bulunmamaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin özgünlük düzeyinin orta seviyede kaldığı söylenebilir. Öğrenci günlüklerinde de şekil tasarlama süreci doğrudan vurgulanmış, öğrenciler şekil inşa etmenin eğlenceli olduğunu vurgulamışlardır. Öğrencilerin bu bölümde çizmiş oldukları şekillere ilişkin örnek görseller Şekil 4.7. de verilmiştir.



Şekil 4.7. Öğrenci çizimleri

İkinci eylem planındaki etkinliğin bir diğer sorusu oluşturdukları şeklin kenar, açı, alan, çevre, simetri gibi temel özelliklerini yazmaları ve yazımlarının gerekçelendirmelerine göre ise **derinlik** kriteri analiz edilmiştir. Ayşe detaylı olarak oluşturduğu şeklin kenar sayısını, açılarını simetrik olup olmadığını belirtmiş ve alan çevre hesaplamalarını detaylı olarak açıklamıştır. Yaptığı çok yönlü açıklamalar ve matematiksel gerekçelendirmelere dayandırması derinlik puanının 3 olarak değerlendirilmesini sağlamıştır. Zeynep yıldız daire karışımı şeklinde kenar sayıları, köşe sayıları gibi faktörleri detaylı olarak açıklamış , simetri özelliklerinden bahsetmiş, alan ve çevre özelliklerinden kısmen bahsetmiştir. Genel olarak açıklamaları yerinde olsa da kısmen eksiklikler olduğu için derinlik puanı 2 olarak belirlenmiştir. Mehmet oluşturduğu şekilde açı, kenar , simetri özelliklerinden bahsetmiş fakat alan çevre hesaplamalarını kısıtlı vermiştir. Detaylı açıklamalar mevcuttur ama derinlik puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Özge altıgen ve üçgenlerden oluşan şeklinin temel özelliklerini

iyi vurgulamış, alan ve çevre hesaplamalarını detaylı vermiştir. Ayrıntılandırması güçlü, kavramsal açıklamaları yerinde ve hesaplama girişimleri de mevcut olduğundan derinlik puanı 3 olarak değerlendirilmiştir. Yusuf ok şekliyle kenar açı hesaplamaları yapmaya çalışmış, simetrik unsurları tam belirleyememiştir. Alan çevre hesaplamaları ile ilgili detaylı açıklamalar yapmış, ama bütüne bakıldığında kısmi açıklamalardan dolayı derinlik puanı 2 ile ölçülmüştür. Ali benzer şekilde dörtgen ve üçgen birleşimi şeklinin temel özelliklerini kısmen matematiksel gerekçelendirmelere dayandırmadan verdiği için derinlik puanı 2 olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak bakıldığında öğrenciler şekillerini detaylı açıklamaya çalışıp farklı açılardan bakmaya çalışmıştır. Öğrenci günlüklerinde de şeklin matematiksel özelliklerini belirleme sürecinde yaşanan zorlanmalar dile getirilmiştir. Bazı öğrenciler hesaplamalar yaparken zorlandıklarını ve şekil inşa etmede zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

İkinci eylem planındaki etkinliğin üçüncü sorusunda oluşturdukları şeklin farklı kullanım alanlarını ve neden uygun olduklarını ifade etmeleri istenmiş ve bu yolla **esneklik** puanları verilmeye çalışılmıştır. Ayşe şeklinin çatı, zıplama platformu ve logo gibi farklı kullanım alanları belirtmiş ve önerdiği işlevsel bağlarla 3 puan alırken, Zeynep şeklinin bayrak, saat tasarımı, kolye ucu gibi örnekler vermesine rağmen kullanım alanlarının estetik ve sembol alanları olamasıyla 2 puan almıştır. Mehmet oyuncak, çizgi film karakteri ve robot gibi farklı bağlamlarda anlamlar yüklemiş ve 3 puan almış; Özge şeklinin fayans, zemin kaplaması gibi yapılarda , minik robot parçası gibi teknolojik ürünlerde , aynı zamanda kar tanesi gibi görüldüğü için kış süslemelerinde kullanılacağını belirtip farklı bağlamlarda elde ettiği bu sonuçla 3 puan almıştır. Yusuf ok şekliyle yön bulma, dijital oyun ve harita işaretleme gibi farklı alanlarda bulduğu kullanım alanlarında dolayı 3 puan alırken, Ali ise şeklinin çadır yapımı, güneş paneli , binalarının camları olarak verdiği alanlarla 3 puan almıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplarda oluşturdukları şekilleri birden fazla kullanım alanı ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Günlük verilerinde de öğrenciler tasarım ve kullanım alanı üretme sürecini vurgulamıştır. Örneğin bir öğrenci “*Matematikte sadece işlem değil tasarım da yapılabileceğini gördüm.*” ifadesini kullanmıştır.

Etkinliğin son sorusunda kendi oluşturdukları şekille ilgili farklı problemler kurmaları ve bunların **akıcılık** boyutu ile incelenmesi ele alınmıştır. Mehmet hariç diğer öğrenciler en az üç geçerli ve anlamlı matematik problemi kurmuş ve kurdukları problemler farklı bağlamlarda olmuştur. Dolayısıyla akıcılık puanları 3 olarak değerlendirilmiştir. Mehmet de fikirler üretmiş fakat aynı bağlamda yer alan problemler kurmasından dolayı akıcılık puanı 2 olarak kabul edilmiştir. Bulgular incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun birden

fazla ve farklı bağlamlarda problem kurduğu görülmüştür. Öğrenci günlüklerinde de problem üretme sürecine ilişkin ifadeler yer almaktadır. Örneğin bazı öğrenciler “*Bir şekil üzerinden soru üretmeyi öğrendim*” ve “*Eskiden aklıma fikir gelmezdi ama şimdi geliyor*” şeklinde görüş belirtmiştir.

4.2.3. Üçüncü Uygulama Döngüsündeki Etkinliklere Ait Bulgular

Üçüncü eylem planı problem çözme ve kurma etkinliklerini bir araya getirip ürün oluşturma üzerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Etkinliğin ilk aşamasında öğrenciler örüntü kavramlarına dayalı problemler çözmüşler ve sürece hazırlanmışlar ve ikinci aşamasında ise öğrencilerden klasik şekillerin hemen akle gelmeyen bir matematiksel desen oluşturmaları istenmiştir. Oluşturulan bu şekil **özgünlük** kriterine göre puanlanmıştır.

Ayşe oluşturduğu desenle ilgili “*Bu desende dönme ve yansıma simetrilerini bir arada kullandım. Ortadaki şekiller üçgenimsi görünüyor onları döndürerek bir çiçek gibi görünmesini sağladım. Desen gittikçe büyüyen bir yapı gibi oldu. Açıları belirlerken pergel ve açıölçerden yararlandım.*” ifadesiyle ortaya özgün bir desen koymuş, birçok yapıyı birarada kullanmış ve kendine özgü oluşturduğu bu desenle özgünlük açısından 3 puan almıştır. Zeynep’in oluşturduğu desen göz yanılmasına sebep olan bir desendir. “*Ben çizgilerle oynayarak göz yanılmasını yaratmaya çalıştım. Sadece kareler ve onların simetri eksenlerini çizdim. Sonra şekilleri düz çizgilerle böldüm. Siyah beyaz olması biraz satranç tahtasına da benzetilebilir. Bu desende aslında matematikteki örüntülerle sanatı birleştirmek istedim.*” ifadesiyle farklı bir yaklaşım sunmuş ve özgünlük açısından 3 puan almıştır. Mehmet oluşturduğu deseni örümcek ağına benzetmiş “*Ben bu deseni oluştururken iplerle yapılmış gibi görünen eğriler çizdim. Aslında düz çizgilerle eğriler oluşturdum. Ortadaki birleşme yeri örümcek ağı gibi oldu. Bu tarz parabolik eğrileri daha önce matematikte görmüştük.*” Diyerek özgün bir desen oluşturma çabalarını göstermiş ama daha önce esinlendiği alanı vurgulayarak puanın 2 olarak değerlendirilmesine yol açmıştır. Öğrenci ürünlerine ait görseller Şekil 4.7.’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Öğrenci ürünlerine ait görseller

Şekil 4.7.'den görüldüğü üzere en sağda Özge ahşap küpler üzerine desen oluşturmayı tercih etmiş “Küp yüzeylerine farklı ama uyumlu desenler yaptım. Bu desenler biraz halı motiflerine benziyor ama ben onları daha çok simetri üzerinden düşündüm. Küplerin birleştiğinde nasıl bir desen olacağını merak ettim.” Diyerek hem farklı bir materyal seçmesi, hem de düzensizlikten örüntü oluşturmaya çalışmasından dolayı özgünlük puanı 3 olarak kabul edilmiştir. Yusuf iç içe geçmiş daireleri karenin içine çizmiş ve simetri eksenleri ile kesiştirmiş “...matematikte simetri konusunu düşündüm. Renkleri seçerken birbirini tamamlamasına dikkat ettim. Aslında bu deseni yaparken biraz doğayı biraz estetiği düşündüm.” diyerek farklı açılardan bakma becerisini göstermiş ve özgünlük puanı 3 olarak değerlendirilmiştir. Ali oluşturduğu desenle geometrik şekilleri kullanarak temel bir süsleme örneği yapmış “...Farklı matematiksel yapıları bir arada kullanmak istedim. Mozaik gibi görünmesini sağladım çünkü tekrar eden yapılar dikkatimi çekiyor.” İfadesiyle bunu desteklemiştir. Fakat bu süsleme örneği çok yaygın kullanılan hatta 6. Sınıf müfredatında da yer alan bir örnek olduğu için fikir olsa da özgünlük puanı 1 olarak değerlendirilmiştir. Bu süreçte bazı öğrenciler, desen fikrini belirleme ve özgün bir yapı kurma aşamasında zorlandıklarını öğrenci günlüklerinde de ifade etmişlerdir. “Başta ne çizeceğime karar vermek zor geldi. Hep bilindik şeyler geldi aklıma.” , “Desenimin kurallarını netleştirirken zorlandım. Çünkü hem estetik görünmesini hem de matematiksel olarak tutarlı olmasını istedim.” şeklindeki öğrenci görüşlerinin günlüklerde yer aldığı görülmektedir.

Etkinliğin diğer sorusunda öğrencilerden desenlerinin güçlü yönlerini açıklamaları, kuralını ifade etmeleri, gerçek dünyada nerelerde kullanabileceklerini göstermeleri, desenlerine yeni bir kural ekleyip ekleyemeyecekleri sorulmuş ve cevaplar **derinlik** boyutuna göre analiz edilmiştir. Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde tüm öğrenciler kendi desenleri için açık kurallar belirlemiş, kuralını ifade edebilmiş, kullanım alanlarına örnekler

sunmuş ve desenlerini geliştirme üzerine fikirler sunmuştur. Tüm öğrencilerin detaylı açıklamaları yerinde bulunmuş ve derinlik puanları 3 olarak değerlendirilmiştir.

Üçüncü eylem planı kapsamında gerçekleştirilen matematiksel desen oluşturma etkinliğine öğrencilerin oluşturdukları desenlere yönelik problem kurma performansları matematiksel yaratıcılığın **akıcılık ve esneklik** boyutları temelinde değerlendirilmiştir. Akıcılık boyutu açısından, tüm öğrencilerin men az üç geçerli ve anlamlı problem kurdukları görülmüş ve tamamına 3 tam puan verilmiştir. Kurulan problemler desenin alanı, çevresi, parça sayısı, renk örüntüsü, simetri ve geometri gibi özelliklere dayalıdır. Esneklik boyutunda, öğrencilerin çoğu farklı matematiksel kavramlar arasında geçiş yaparak problemler oluşturmuşlardır. Özellikle Ayşe, Zeynep, Yusuf ve Ali'nin hem geometrik hesaplama, hem örüntü, hem de oran gibi farklı alanlara yönelik sorular kurmaları dikkat çekicidir ve puanları 3 olarak belirlenmiştir. Mehmet ve Özge'nin soruları ise daha çok sınırlı temalarda yoğunlaşmıştır ve bu nedenle esneklik puanları 2 olarak değerlendirilmiştir.

4.3. Uygulama Sonrasına Ait Bulgular

Bu bölümde öğrencilerin uygulama sonrasında matematiksel yaratıcılıklarına ait bulgulara yer verilmiştir.

4.3.1. Uygulama Sonrası Öğrencilerin Matematiksel Yaratıcılıklarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde, uygulama sonrasında öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen son testlerden elde edilen verilerin analizine yer verilmektedir. Bu doğrultuda öğrencilere uygulanan problem çözme ve problem kurma testlerinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları bir araya getirilerek öğrencilerin genel matematiksel yaratıcılık puanları hesaplanmıştır. Problem çözme testinde yer alan her bir soru, matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, orijinallik ve derinlik boyutlarından birini ölçmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Her bir boyut için puanlama 0 ile 3 arasında yapılmış ve toplam puan 12 üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin problem çözme son testinden elde ettikleri puanlar Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Öğrencilerin problem çözme son testinden elde edilen matematiksel yaratıcılık puanları

Öğrenci Kodu	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Derinlik	Toplam
Ayşe	3	3	2	3	11
Zeynep	3	3	2	2	10
Mehmet	3	2	2	2	9
Özge	3	2	2	2	9
Yusuf	3	3	2	3	11
Ali	3	2	2	2	9

Tablo 4.9. incelendiğinde, tüm öğrencilerin akıcılık boyutunda maksimum puan olan 3 puana ulaştığı görülmektedir. Bu durum, uygulama sürecinde öğrencilerin problem çözme sürecinde daha fazla fikir üretme becerisi kazandığını göstermektedir. Özellikle düşük düzeyde başlangıç puanlarına sahip olan Mehmet, Özge ve Ali'nin son testte akıcılık puanlarını artırdığı ve en yüksek seviyeye ulaştığı dikkat çekmektedir. Esneklik boyutunda, Ayşe, Zeynep ve Yusuf en yüksek puan olan 3'e ulaşmış, diğer öğrenciler ise 2 puan almıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin problem çözme sürecinde farklı stratejiler kullanma ve çözüm yollarını çeşitlendirme becerilerinde genel bir gelişim yaşandığını göstermektedir. Orijinallik boyutu incelendiğinde, tüm öğrencilerin 2 puan aldığı görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin özgün çözüm önerileri geliştirme konusunda benzer düzeyde performans sergilediklerini göstermektedir. Ön test verileriyle karşılaştırıldığında, Mehmet ve Özge'nin bu boyutta gelişim gösterdiği; ancak genel olarak orijinallik düzeyinin orta seviyede kaldığı söylenebilir.

Derinlik boyutunda ise Ayşe ve Yusuf'un maksimum puan olan 3'e ulaştıkları, diğer öğrencilerin ise 2 puanda kaldıkları belirlenmiştir. Bu bulgu, uygulama süreci boyunca bazı öğrencilerin gerekçelendirme, açıklama yapma ve matematiksel ilişkiler kurma becerilerinde daha ileri bir düzeye ulaştıklarını göstermektedir. Özellikle Ayşe ve Yusuf'un çözüm açıklamalarında daha kapsamlı ve ilişkilendirici düşünme biçimlerinin öne çıktığı görülmektedir.

Benzer biçimde problem kurma son testinde de matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, orijinallik ve derinlik olmak üzere dört boyutu esas alınmış ve öğrencilerin her bir boyuttaki performansları belirlenen puanlama anahtarı doğrultusunda değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bu boyutlara ilişkin elde ettikleri puanlar Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10. Öğrencilerin problem kurma son testintenelde edilen matematiksel yaratıcılık puanları

Öğrenci Kodu	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Derinlik	Toplam
Ayşe	3	3	2	2	10
Zeynep	3	2	2	2	9
Mehmet	2	2	1	1	6
Özge	2	2	2	2	8
Yusuf	3	3	2	2	10
Ali	3	2	2	2	10

Tablo 4.10. incelendiğinde, uygulama öncesi puanlara göre öğrencilerin problem kurma son testinde yaratıcılık puan düzeylerinde genel bir gelişim olduğu görülmektedir. Özellikle akıcılık boyutunda öğrencilerin büyük bir kısmının maksimum puana ulaştığı görülmektedir. Bu bulgu, uygulama sürecinin sonunda öğrencilerin farklı ve geçerli problem fikirleri üretme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Esneklik boyutunda da belirgin bir ilerleme dikkat çekmektedir. Öğrencilerin çoğunun farklı problem yapıları oluşturma ve çeşitli çözüm yolları kurgulama becerilerinde gelişim gösterdiği söylenebilir.

Örneğin Ayşe, Yusuf ve Zeynep yüksek esneklik puanlarıyla dikkat çekerken, Mehmet ve Özge isimli başlangıçta daha düşük düzeyde olan öğrencilerin de esneklik puanlarında artış olduğu gözlenmiştir. Orijinallik ve derinlik boyutlarında ise gelişim biraz daha dengeli olmuştur. Öğrencilerin özgünlük içeren ve düşünsel olarak gerekçelendirilmiş problemler üretme eğilimleri artmış; özellikle Ayşe, Özge, Yusuf ve Ali'nin bu iki boyutta da ikişer puan alması, yaratıcılık puanlarının düzeylerinin yükseldiğini göstermektedir.

Her iki testin toplamı üzerinden, öğrencilerin uygulama sonrası matematiksel yaratıcılık son test puanları belirlenmiştir. Bu puanlar tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Uygulama sonrası matematiksel yaratıcılık puanları

Öğrenci Kodu	Problem Çözme Testi Matematiksel Yaratıcılık Puanları	Problem Kurma Testi Matematiksel Yaratıcılık Puanları	Toplam
Ayşe	11	10	21
Zeynep	10	9	19
Mehmet	9	6	15
Özge	9	8	17
Yusuf	11	10	21
Ali	9	10	19

Tablo 4.11 incelendiğinde öğrencilerin genel matematiksel yaratıcılık puanlarının 15 ile 21 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek toplam puan Ayşe ve Yusuf kodlu öğrencilere ait olup her iki öğrencinin de hem problem çözme hem de problem kurma alanlarında yüksek düzeyde yaratıcılık puanlarına sahip olduğu dikkat çekmektedir. Bu

durum, söz konusu öğrencilerin uygulama sürecinden daha bütüncül biçimde yararlandıklarını ve her iki beceri alanında da dengeli bir gelişim gösterdiklerini ortaya koymaktadır.

Zeynep ve Ali ise 19 puan ile üst düzeyde yer almakta ve problem çözme ile problem kurma alanlarında istikrarlı bir gelişim sergilediklerini göstermektedir. Özge'nin 17 puan ile yaratıcılık düzeyinin orta-yüksek seviyede olduğu görülürken, Mehmet'in 15 puan ile gruptaki en düşük toplam yaratıcılık puanına sahip öğrenci olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Mehmet'in uygulama öncesi döneme kıyasla gelişim gösterdiği ve özellikle problem çözme alanında daha yüksek bir yaratıcılık puanı elde ettiği dikkat çekmektedir.

4.4. Eylem Planı Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar ve Geliştirilen Çözüm Önerileri

Eylem araştırmasının döngüsel yapısı gereği, uygulama süreci boyunca yürütülen ana eylem planının her bir döngüsünde uygulamaya ilişkin çeşitli güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu güçlükler; zaman yönetimi, araç-gereç kullanımı, kavramsal yeterlikler, dikkat ve odaklanma, görevleri tamamlama süresi ve ürün geliştirme süreçleri gibi farklı boyutlarda ortaya çıkmıştır. Süreç içerisinde karşılaşılan durumlara yönelik anlık düzenlemeler yapılmış ve sonraki döngülerde uygulamaya yansıtılmak üzere çeşitli çözüm stratejileri geliştirilmiştir. Ana eylem planı kapsamında döngülere göre karşılaşılan sorunlar ve geliştirilen çözüm önerileri aşağıda sunulmuştur.

4.4.1. Birinci Döngüye İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Birinci uygulama döngüsünde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri Tablo 4.12. ile sunulmuştur.

Tablo 4.12. Birinci döngüye ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri

Karşılaşılan Sorun	Sorunlara Önerilen Çözüm Önerileri
Zaman yönetiminde sıkıntı yaşanması (Bazı kişilerin erken bitirip bazılarının geç bitirmesi)	Her görev için zaman dilimi belirlenmesi ve erken bitirenler için geliştirme görevleri önerilmesi
Bazı öğrencilerin cetvel, pergel gibi araç gereç kullanımında eksik kalması	Ölçüm aletleri ile ilgili öğrencilere bilgi verilip serbest çizim yapmalarını sağlamak
Etkinlikler uzun süren tasarımlar ve düşünme gerektirdiğinden dikkat dağınıklığı yaşanması	Etkinlik esnasında kısa molalar ve sohbetlerle öğrencilerin odaklarının toplanması
Etkinliklerin verimli cevap vermeyi engelleyecek şekilde sınıfın çok sesli, dağınık ve enerjik hale gelmesi	Kuralların hatırlatılması, uyarıların yapılması
Öğrencilerin yanlış yapmaktan çekinmesi, hata yapma kaygısı taşımaları	Hata yapmanın doğal olduğunun vurgulanması , sonuç değil sürecin önemli olduğunun vurgulanması

Tablo 4.12’de belirtilen düzenlemeler, uygulama süreci içinde doğrudan devreye alınmış ve sonraki döngülerin planlanmasında dikkate alınmıştır. Örneğin süreç içerisinde görevini erken bitiren öğrenciler için kendilerini geliştirme görevleri verilerek yaşanan zaman sıkıntısına müdahale edilmiştir. Yaşanılan dikkat dağınıklıklarını toparlamak için kısa molalar ve dikkat çekici sohbetlerle tekrar etkinliğe odaklanılması sağlanılarak verimin düşmesine engel olunmuştur.

4.4.2. İkinci Döngüye İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri

İkinci döngüde problem kurma temelli etkinlikler uygulanmış olup, özellikle geometrik özellikler, ölçme ve gerekçelendirme süreçlerinde çeşitli güçlükler gözlenmiştir. Bu döngüde belirlenen sorun alanları ve geliştirilen çözüm önerileri Tablo 4.13. ile sunulmuştur.

Tablo 4.13. İkinci döngüye ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri

Karşılaşılan Sorun	Sorunlara Önerilen Çözüm Önerileri
Kavramsal eksikliklerin fark edilmesi (açı, ölçümler, alan-çevre)	Etkinlik öncesinde kavramların tekrar edilmesi ve sınıf için kavramların yer aldığı mini posterler hazırlanıp asılması
Öğrencilerin şekil oluşturmakta zorlanmaları	Öğrencilere ilham verecek, doğadan nesnelerin gösterilmesi
Etkinlikler uzun süren tasarımlar ve düşünme gerektirdiğinden dikkat dağınıklığı yaşanması	Etkinlik esnasında kısa molalar ve sohbetlerle öğrencilerin odaklarının toplanması
Zaman yönetiminde sıkıntı yaşanması (Bazı kişilerin erken bitirip bazılarının geç bitirmesi)	Her görev için zaman dilimi belirlenmesi ve erken bitirenler için geliştirme görevleri önerilmesi

Tablo 4.13.'te görüldüğü gibi bu döngüde elde edilen gözlemler doğrultusunda, etkinlik öncesi kavramsal hatırlatmalar ve görsel destekleyicilerin kullanımı artırılmıştır. Öğrencilerin şekil oluşturmakta zorlanmaları üzerine günlük hayatta yer alan örnekler sunulmuştur. Zaman konusunda yaşanan dengesizlikleri önlemek için erken bitiren öğrencilere ek görevler verilmiştir.

4.4.3. Üçüncü Döngüye İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Üçüncü döngüde problem çözme ve problem kurma süreçlerinin bütünleştirildiği ürün oluşturma temelli etkinlikler uygulanmıştır. Bu süreçte özellikle geri bildirim ihtiyacı, süre kullanımı ve tasarım aşamasında karar verme güçlükleri ön plana çıkmıştır. Belirlenen durumlar ve geliştirilen çözüm önerileri Tablo 4.14. ile sunulmuştur.

Tablo 4.14. Üçüncü döngüye ilişkin sorunlar ve çözüm önerileri

Karşılaşılan Sorun	Sorunlara Önerilen Çözüm Önerileri
Geri bildirim olmaması (Bazı öğrencilerin etkinliklerin daha çok kişiye ulaşmasını istemesi)	Desen sergisi yapılması, akran değerlendirme yapılması
Görsellikte fazlaca oyalanma	Matematiksel içeriğin önemi yinelenmeli
Süreyi etkin kullanamama	Süre yönetiminde hedefler koyulması
Desen bulmada zorlanma	Serbest çizim süresi tanınması

Tablo 4.14.'te görüldüğü üzere bu döngüde elde edilen gözlemler doğrultusunda öğrenciler eserlerinin sergilenmesini çok istemiş, bu doğrultuda eserler sınıf dışı panolara

asılmış ve akranlarının görüşlerine sunulmuştur. Öğrenciler süre yönetiminde sıkıntılar yaşamış ve gerekli kısıtlamalar konulmuştur.

Ana eylem planı süreci boyunca karşılaşılan bu durumlar, eylem araştırmasının planla–uygula–gözlemle–yansıt döngüsü doğrultusunda değerlendirilmiş; her döngüden elde edilen deneyimler bir sonraki uygulama aşamasının yapılandırılmasında kullanılmıştır.



BÖLÜM 5

5.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın sonuçları ve literatürle bağlantısı tartışılmış ve sonrasında öneriler sunulmuştur.

5.1. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik problem çözme ve problem kurma sürecine dayalı bir öğrenme ortamında yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinliklerin özel yetenekli 6. sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıklarını nasıl değiştirdiği incelenmiştir.

Uygulama öncesi ve sonrası elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin uygulama öncesinde matematiksel yaratıcılık puanları orta düzeyde iken matematiksel yaratıcılık puanlarında ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarındaki puanlarda artış olduğu görülmüştür. Bu artışın özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarında daha belirgin, özgünlük ve derinlik boyutlarında ise daha sınırlı fakat olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Tüm bunlar, matematiksel yaratıcılığın gelişimi için öğrenme ortamının yapısı ve kullanılan öğretim yaklaşımının önemli olduğunu göstermektedir. Problem çözme ve kurma sürecine dayanan yüksek bilişsel istem düzeyinde matematiksel etkinliklerden oluşan öğrenme ortamının düşünmeye iten yapısı öğrencilerde matematiksel yaratıcılıklarının gelişimine katkı sağlamış olacağı düşünülmektedir. Nitekim matematik alanlarında kullanılan görev türlerinin yaratıcı performansı belirgin biçimde etkilediğini gösteren çalışmalar (Schindler vd., 2018) da bu bağlamda araştırma ile paralellik göstermektedir. Alabbasi vd. (2025) çalışmalarında öğrenciyi üretime zorlayan, çoklu temsil ve çoklu çözüm alanı açan öğrenme ortamlarının yaratıcı performansı artırabildiği ifade edilmektedir. Yine benzer şekilde tasarım temelli ve açık uçlu matematik görevlerinin yaratıcılığı desteklediğini gösteren çalışmalar (Avcı, 2024; Kaya, 2025) bu araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir. Ayrıca öğrenme ortamının yapısındaki öğretmenin yönlendirme biçimi, sınıf içi normları ve geri bildirim yapısı da matematiksel yaratıcılık gelişiminde olumlu etkiler sunmuş olabilir. Araştırmacının hata yapma kaygısını azaltmaya dönük vurguları, akran paylaşımı ve ürün sergisi gibi uygulamaları yalnızca sınıf yönetimi çözümü değil, aynı zamanda yaratıcı düşünmeye elverişli öğrenme iklimini güçlendiren davranışlar olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde araştırmalarda öğretmenlerin yaratıcı düşünmeyi destekleyen sınıf içi normları

kurmaları, yaratıcı ortamı nasıl yapılandırdıkları ve öğrencinin yaratıcı düşünmesine nasıl alan açtıkları, matematiksel yaratıcılık literatüründe bir değişken olarak ele alınmaktadır (Lev & Leikin, 2011; Levenson, 2019; Avgerinos vd., 2021; Pusparona vd., 2020).

Süreç boyunca toplanan öğrenci günlükleri, araştırmacı notları ve uygulama sırasında karşılaşılan zorluklara yönelik geliştirilen çözümler de bu gelişimi destekleyen nitel veriler sunmuştur. Çalışma kapsamında öğrencilere farklı bağlamlarda, birden fazla çözüm yolu ve düşünme alanı açan yüksek bilişsel istem düzeyine sahip etkinlikler ile tasarlanan öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Uygulama sonrasında elde edilen bulgular, bu tür görevlerin öğrencilerin özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarında daha fazla fikir üretmelerine ve farklı stratejiler geliştirmelerine imkân verdiğini göstermiştir. Benzer şekilde, Korkmaz (2012) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, özel yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçlerinde daha fazla strateji geliştirdikleri ve çözüm yollarında daha özgün yaklaşımlar sergiledikleri belirlenmiştir. Bu durum araştırmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Öğrencilerin uygulama sürecindeki ürünleri ve test sonuçları birlikte incelendiğinde, matematiksel yaratıcılığın sabit bir özellikten çok, görev yapısına ve öğrenme ortamına bağlı olarak değişebilen ve geliştirilebilen bir beceri olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin öğrenme ortamında öğrencilere gerek problem çözme, gerek problem kurma bağlamında yöneltilen etkinliklerin açık uçlu problemleri içeren yüksek bilişsel istem düzeyinde olmasından kaynaklı olduğu ifade edilebilir. Schindler vd., (2018), matematiksel yaratıcılığın görev türüne göre farklı biçimlerde ortaya çıkabileceğini vurgulamaktadır ki çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Çoklu çözüm üretimine imkân veren görevlerin yaratıcı performansı ortaya çıkarmada etkili olduğunu gösteren çalışmalar (Leikin & Lev, 2007; Leikin, 2009) da bu sonucu desteklemektedir. Nitekim Türkiye’de matematiksel yaratıcılığı ölçmeye yönelik geliştirilen ölçme araçlarında açık uçlu maddeler ve çoklu çözüm görevlerinin öne çıktığı görülmektedir (Akgül & Kahveci, 2016; Bal-Sezerel & Sak, 2022; Sezerel, 2019; Türkan, 2010). Genel çerçevede ortaya konan bu bulgular, matematiksel yaratıcılığın her bir boyutu için ayrı ayrı ele alındığında daha görünür hale gelmektedir.

Çalışmanın uygulama öncesi uygulanan testlerde öğrencilerin genel yaratıcılık puan düzeylerinin orta seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama sonrası gerçekleştirilen testlere ilişkin veriler, uygulama öncesine kıyasla öğrencilerin matematiksel yaratıcılık puan düzeylerinin arttığı, ayrıca matematiksel yaratıcılığın akıcılık boyutunda öğrencilerin daha fazla sayıda geçerli çözüm ve fikir üretebildiği, tek çözüme yönelen öğrencilerin alternatif

çözüm üretmeye başladığı sonucuna ulaşılmıştır. Akıcılıkta gözlenen bu değişim, matematiksel yaratıcılığın bir matematiksel duruma çok sayıda uygulanabilir yanıt üretebilme olarak ele alınmasıyla da tutarlıdır (Jensen, 1973; Mettler, 1976). Öğrenci cevapları incelendiğinde, uygulama öncesinde tek çözüm yolu ile ilerleyen bazı öğrencilerin uygulama sonrasında aynı problem için birden fazla alternatif yol önerebildiği görülmektedir. Öğrenci günlüklerinde yer alan “*Bir sorunun birden fazla çözümü olabileceğini yaşayarak gördüm*” ve “*İlk başta fikir bulamıyordum ama sonra farklı yollar denedim*” biçimindeki ifadeler de bu değişimi destekler niteliktedir. Araştırmacı notlarında da özellikle ilk döngüde tek çözüm yoluna yönelen bazı öğrencilerin, sonraki döngülerde aynı problem durumuna birden fazla yaklaşım getirmeye başladıkları kaydedilmiştir. Bu durumun sebebi, yüksek bilişsel talep içeren ve alternatif yolları geçerli kabul eden görev yapısının öğrencilerin fikir üretme kapasitesini geliştirmiş olabileceğinden kaynaklı olabilir. Yani yalnızca daha fazla deneme yapma değil, aynı zamanda problem durumuna farklı açılardan yaklaşmayı mümkün kılan görev yapısının öğrencinin düşünme becerisini dönüştürdüğü söylenebilir. Öğrencilerin süreç boyunca bilişsel istem düzeyi yüksek etkinliklerle çalışmalarını onların akıcılıklarında artışa sebep olmuş olabilir. Bu durum açık uçlu görevlerde öğrencilerin takılı kaldıkları bilişsel engelleri aşabildiklerinde daha fazla fikir üretebildiklerini gösteren çalışmalar (Imai, 2000a; 2000b) ile paralellik göstermektedir. Ayrıca akıcılığın çok sayıda geçerli fikir üretme kapasitesi olarak ele alındığı ve çoklu çözüm görevleriyle tetiklenebildiği literatürde de vurgulanmaktadır ki (Leikin & Lev, 2007; Leikin, 2009; Runco vd., 2016) çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Öte yandan bu çalışmada problem kurma etkinliklerinin de sürece dâhil edilmesi, akıcılık boyutundaki gelişimin yalnızca problem çözüme değil problem kurma yoluyla da desteklendiğini göstermektedir. Problem kurma temelli görevlerin de akıcılığı desteklediğini gösteren çalışmalar (Shriki, 2013; Ayvaz, 2019; Ayvaz & Durmuş, 2021) bu araştırmanın sonuçlarını desteklemekte olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrenci günlüklerinde geçen “*Eskiden soru üretmek zor gelirdi ama şimdi aklıma geliyor*” ve “*Bir şekilden bir sürü soru çıkarabildiğimi gördüm*” biçimindeki ifadeler de bu gelişimin bir göstergesidir.

Yaratıcılığın esneklik boyutu puanlarında uygulama öncesine göre artış olduğu gözlemlenmiştir. Yani öğrencilerin problem çözüme ve problem kurma süreçlerinde farklı stratejiler arasında geçiş yapabildikleri, farklı temsil biçimlerini kullanabildikleri ve aynı matematiksel durumu farklı yollarla ifade edebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bazı öğrencilerin aynı probleme hem görsel modelleme hem sayısal işlem hem de sözel açıklama

yoluyla yaklaştıkları dikkat çekmektedir. Bu durumun sebebi uygulanan etkinliklerin öğrencileri farklı yolları kullanmaya yönelik rehberlik etmesinden kaynaklı olabilir. Öğrenci günlüklerinde yer verilen farklı yolları kullanmayı denediklerini farkettilerine yönelik ifadeleri de elde edilen sonuçları desteklemektedir. Çözüm uzayında farklı stratejiler üretebilmeyi esneklik göstergesi olarak ele alan çalışmalar (Leikin & Lev, 2013; Siswono, 2011; Thohari, 2020) bu araştırmadaki sonuçları ile uyumludur. Krutetskii'nin (1976) matematiksel yetenekte strateji çeşitliliğinin önemine yaptığı vurgu da esneklik boyutundaki gelişimi açıklayıcı niteliktedir. Ayrıca süreç boyunca tutulan araştırma notlarında bazı öğrencilerin aynı matematiksel durumu farklı temsillerle ifade etmeye yöneldikleri ve akranlarının stratejilerinden etkilenecek kendi çözüm yollarını yeniden düzenledikleri gözlemlenmiştir. Bu durum esnekliğin yalnızca bireysel değil, öğrenme ortamından da etkilenen bir yapıda olmasından kaynaklı olabilir. Yani esneklik boyutundaki değişimler görev yapısı ve öğrenme ortamlarıyla beraber değerlendirildiği ifade edilebilir. Literatürde yer alan bazı çalışmalar da (Huang vd., 2012; Schoevers, Kroesbergen & Kattou, 2018) bunu desteklemektedir. Nitekim farklı matematik alanlarında kullanılan görev türlerinin yaratıcı performansı belirgin biçimde etkilediğini gösteren çalışmalar (Schindler vd., 2018) da araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir. Öte yandan bu araştırmada esneklik boyutundaki gelişimin görece hızlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun nedeni, çalışma grubunun özel yetenekli öğrencilerden oluşması ve bu öğrencilerin önceki derslerinde onların düşüncelerine aktif olmalarına imkan sağlayan ortamlara alışkın olmalarından kaynaklı olabilir. Süreç boyunca araştırmacı notlarında, bazı öğrencilerin farklı stratejileri hızlı biçimde deneyebildiği ve alternatif çözüm yollarına daha açık oldukları gözlemlenmiştir. Bilgi birikimi ve alan hâkimiyetinin yaratıcılığı yordamada etkili olduğunu belirten çalışmalar (Sak & Maker, 2006) bu durumu desteklemektedir. Ancak gruplar arası farklılıklar olabileceğini gösteren çalışmalar (Onay, 2023; Arabacı & Baki, 2023) dikkate alındığında, benzer uygulamaların farklı öğrenci gruplarında farklı düzeylerde etki gösterebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırmada matematiksel yaratıcılığın özgünlük boyutuna ilişkin bulgular incelendiğinde, öğrencilerin uygulama süreci sonunda özgün fikir üretme düzeylerinde artış olduğu, ancak bu artışın akıcılık ve esneklik boyutlarına kıyasla daha sınırlı kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Veriler incelendiğinde, bazı öğrencilerin matematiksel kavramları teknoloji, doğa, tasarım ve günlük yaşam temalarıyla birleştirerek özgün bağlamlar oluşturdukları; bazı öğrencilerin ise daha çok bilinen temalar üzerinden ilerledikleri görülmektedir. Öğrenci

günlüklerinde de öğrencilerin ilk başta fikir üretmekte zorlandıkları ve akıllarına farklı şeyler gelmesinde güçlük çektiklerini belirtmeleri özgün fikir üretmenin öğrenciler için daha zorlayıcı bir süreç olduğunu göstermekte ve elde edilen sonuçları desteklemektedir. Uygulama sürecine ilişkin araştırmacı notlarında da, öğrencilerin ilk denemelerinde daha güvenli ve tanıdık matematiksel yapılara yöneldikleri, yönlendirici sorular ve örnek tartışmalar sonrasında daha farklı fikirler üretmeye başladıkları kayıt altına alınmıştır. Uygulama sürecinin ilerleyen aşamalarında öğrencilerin daha fazla göreve maruz kaldıklarında özgünlük puanları gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun sebebinin, özgünlüğün kısa süreli uygulamalardan ziyade tekrar, geribildirim ve tartışma ortamı gerektiren bir boyut olduğundan kaynaklı olabilir. Türkiye’de yürütülen bazı araştırmalarda da öğrencilerin açık uçlu görevlerde çoğunlukla benzer örnekler ürettikleri ve özgünlük puanlarının görece düşük kaldığı görülmüştür (Aydağ, 2021) çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu nedenle öğrencilerin alışılmış çözüm şemalarının dışına çıkabilmeleri için daha uzun süreli ve çeşitlendirilmiş görev deneyimlerine ihtiyaç duydukları söylenebilir. Öğrencilerin problem kurma ve ürün oluşturma temelli etkinliklerde daha özgün matematiksel desenler ve kurallar geliştirmeye başladığı görülmüştür. Problem kurma ve açık uçlu görevlerin özgünlüğü desteklediğini ortaya koyan çalışmalar (Shriki, 2013; Sriraman, 2004) bu araştırmadaki sınırlı fakat olumlu özgünlük puanlarındaki değişimi ile paralellik göstermektedir. Ayrıca problem kurma temelli öğretim modellerinin öğrencilerin yaratıcılık puanlarını anlamlı düzeyde artırabildiğini gösteren uygulamalı çalışmalar (Ayvaz, 2019; Ayvaz & Durmuş, 2021) da bu durumu desteklemektedir. Benzer biçimde tasarım ve ürün oluşturma temelli matematik etkinliklerinin, öğrencilerin matematiksel yapıları görsel, yapısal ve bağlamsal olarak yeniden kurgulamalarına imkân vererek özgün üretimleri artırabildiği ifade edilmektedir (Kaya, 2025; Avcı, 2024). Bununla birlikte bu sınırlı artışın özgünlüğün değerlendirilmesinin daha görece olduğundan kaynaklı olduğu düşünülebilir. Bu durum küçük örneklemlerli çalışmalarda özgünlük puanlarının dağılımını doğrudan etkileyebilir. Dolayısı ile özgünlük boyutu puanlarında gözlenen sınırlı artış, yalnızca öğrenci performansının değil, kullanılan ölçütlerin ve değerlendirme yapısının da bir sonucu olabilir. Benzer şekilde bazı ölçme yaklaşımlarında özgünlük puanının yanıtların grup içinde görülme sıklığına dayalı olarak verildiği vurgulanmaktadır (Akgül & Kahveci, 2016; 2017). Bu açıdan değerlendirildiğinde öğrencilerin bilindik örneklerden daha farklı çözümlere ulaşmaya çalışmaları dahi bir ilerleme göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Derinlik boyutuna ilişkin bulgular incelendiğinde ise öğrencilerin uygulama öncesine göre çözüm ve tasarımlarını gerekçelendirme, matematiksel ilişkiler kurma ve açıklama yapma konularında gelişim gösterdiği görülmüştür. Özellikle bazı öğrencilerin çözümlerinde formül kullanımı, neden sonuç ilişkisi kurma ve temsil-kavram bağlantısı oluşturma düzeylerinin arttığı belirlenmiştir. Veriler incelendiğinde bazı öğrencilerin yalnızca sonuç üretmekle kalmayıp çözüm süreçlerini ayrıntılı biçimde açıkladıkları ve matematiksel kavramlarla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Öğrenci günlüklerinde gerekçe açıklamakta zorluk yaşasalar da daha iyi anlamalarına katkı sağladığının farkında olmaları öğrencilerin derinlik boyutundaki gelişimlerini desteklemektedir. Derinlik boyutundaki bu gelişim, matematiksel akıl yürütme ve gerekçelendirme süreçleri ile yaratıcılık arasındaki ilişkiye dikkat çeken çalışmalarla örtüşmektedir (Passolunghi & Siegel, 2001). Derinlik boyutundaki puan artışının sınırlı olması uygulamanın süresi, bilişsel görevlerin sayısı gibi etkenlere de bağlı olabilir. Nitekim derinlik boyutunun da özgünlük gibi daha üst düzey bilişsel süreçler gerektirdiği ve kısa süreli uygulamalarda sınırlı gelişim gösterebildiği çalışmalarda ifade edilmektedir (Silver, 1997; Ersoy & Soylu, 2021). Bir diğer noktada derinlik boyutundaki bu sınırlı artış öğrencilerin çoğu zaman çözümlerini gerekçelendirmeye alışkın olmadıklarından yaşadıkları zorluk olabilir. Ayrıca öğrenciler bilişsel düzeyi yüksek olan görevlerde açıklama ve gerekçelendirme becerilerinde yeterli seviyede olmayabilir. Benzer şekilde bilişsel karmaşıklık düzeyi yükseldikçe öğrencilerin açıklama, gerekçelendirme ve yapı kurma süreçlerinde daha fazla zorlanabildikleri; buna bağlı olarak yaratıcı performansın bazı boyutlarında düşüş gözlenebildiği belirtilmektedir (Tangal, 2022; Schindler vd., 2018). Öte yandan öğrencilerin özellikle üçüncü döngüde yer alan ürün oluşturma temelli etkinliklerde kendi oluşturdukları yapıları açıklamakta çaba göstermeleri dikkat çekmektedir. Bu sonuca paralel olarak, problem kurma ve ürün oluşturma temelli öğretim tasarımlarının, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini yapılandırarak ifade etmelerine ve gerekçelendirmelerine daha fazla alan açtığı araştırmalarda belirtilmektedir (Kaya, 2025; Ayvaz & Durmuş, 2021). Bu araştırmada derinlik boyutunun ayrı bir odak olarak ele alınması ve öğrencilerin ürünlerini kural, ilişki ve gerekçelerle açıklamalarının istenmesi; yaratıcı performansın daha üst düzey bilişsel yönlerini görünür kılma açısından önemli bir nokta olarak değerlendirilebilir. Matematiksel yaratıcılığın ölçülmesine yönelik birçok model ve araç, çoğunlukla fikir sayısı ve fikir çeşitliliği gibi niceliksel göstergeleri öne çıkarırken; öğrencinin düşüncesini gerekçelendirme, ilişkilendirme, yapılandırma ve genelleme kapasitesini sınırlı biçimde görünür kılabilmektedir (Joklitschke vd., 2022; Leikin, 2009). Derinlik boyutuna ilişkin bulgular, eylem planının ürün oluşturma temelli üçüncü döngüsünde daha belirgin hale

geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Matematiksel desen ve tasarım etkinliklerinde öğrencilerin özgün görsel, matematiksel yapılar kurdukları, bu yapıları kurallarla açıkladıkları ve bu yapılar üzerinden problemler ürettikleri görülmüştür. Bu döngüde özellikle derinlik boyutunda alınan puanların yükselmesinin sebebi, öğrencilerin kendi ürünlerini oluşturmaktan keyif almaları ve kendi oluşturdukları ürünleri açıklama ve yapılandırma fırsatı bulmalarıyla ilişkili olabilir. Öğrenci günlüklerinden öğrencilerin kendilerinin belli sınırlar olmadan özgürce özgün fikirler üretebildikleri ortamların motive edici olduğuna yönelik düşüncelerine yönelik ifadeleri de bu durumu desteklemektedir. Bu ifadelerin ürün temelli görevlerin hem bilişsel hem duyuşsal katılımı artırdığını söylemek mümkündür. Ancak aynı günlüklerde ve araştırmacı notlarında, desen bulma, simetri kurma ve kural netleştirme aşamalarında zorlanma yaşandığı da görülmektedir. Bu durum, açık uçlu ve ürün temelli görevlerin yaratıcı düşünmeyi desteklemekle birlikte bilişsel yükü de artırabildiğini gösterebilir.

Özgünlük ve derinlik boyutlarında gelişimin görece sınırlı kalmasının bir başka açıklaması, uygulanan görevlerin bilişsel karmaşıklık düzeyi olabilir. Bu araştırmada kullanılan etkinlikler, öğrencilerden hem üretim hem gerekçelendirme hem de yapı kurma bekleyen çok adımlı görevler içermektedir. Süreçte bazı öğrencilerin özellikle ölçme, alan-çevre hesaplama ve kural oluşturma aşamalarında zorlandıkları hem bulgular hem de öğrenci günlükleriyle görülmüştür. Eylem planının uygulama döngülerinde yaşanan zorlukların tablolarında da belirtildiği üzere, açı hesaplama, ölçüm araçlarını kullanma ve süre yönetimi konularında çeşitli güçlükler yaşanmış; bu durumlara yönelik mini kavram hatırlatmaları, posterler, örnek gösterimler ve ek süre uygulamaları geliştirilmiştir. Bu zorlukların sebebi öğrencilerin alışkın olmadıkları uygulamalar yapmaları ve görevlerin bilişsel olarak daha karmaşık ve aşamalı olması olabilir. Bilişsel karmaşıklığı arttıkça öğrencilerin bazen daha güvenli ve rutin stratejilere yöneldiğini gösteren çalışmalar (Schindler vd., 2018; Tangal, 2022) bu durumu destekleyici niteliktedir. Türkiye’de de açık uçlu problem çözüme görevlerinde öğrencilerin özellikle birden fazla çözüm yolu üretmede zorlandığını; akıcılık ve esnekliğin çoğu maddede düşük seyredebileceğini gösteren bulgular (Aydağ, 2021) da görev yapısının ve bilişsel talep düzeyinin belirleyiciliğini desteklemektedir. Zaman yönetimi, dikkat dağınıklığı, araç-gereç kullanımındaki eksiklikler ve hata yapma kaygısı gibi durumlar tüm döngülerde gözlemlenmiştir. Bu durumlara karşı geliştirilen zaman dilimlerine bölme, erken bitirenlere genişletme görevleri verme, kısa odak molaları, hata yapmanın doğal olduğunu vurgulama ve akran paylaşımı ortamı oluşturma gibi çözüm önerileri sonraki uygulamalarda sürecin daha dengeli ilerlemesini sağlamıştır. Bu bulgular, eylem

araştırmasının döngüsel yapısının öğretim tasarımını iyileştirme açısından işlevsel olduğunu göstermektedir. Sınıf içi etkileşim ve geribildirim yaratıcı düşünmeyi desteklediğini gösteren çalışmalar (Moon & Noh, 2021) bu süreci desteklemektedir.

Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde, problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma süreçlerini bir arada yapılandıran yüksek bilişsel talep düzeyindeki etkinliklerin, matematiksel yaratıcılığın akıcılık ve esneklik boyutlarını desteklediği görülmektedir. Ancak özgünlük ve derinlik boyutlarında daha güçlü gelişimler için daha uzun süreli uygulamalar, daha yoğun geribildirim süreçleri ve daha fazla tartışma ortamına ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Bu gereksinim, öğretim materyalleri ve sınıf içi görev türlerini geliştirmek açısından da anlamlı görünmektedir. Nitekim ders kitapları ve erken yaş materyallerine yönelik içerik analizleri, matematiksel yaratıcılığı destekleyen görevlerin sınırlı kaldığını; özellikle problem kurma ve derinleşmeye dönük yönergelerin yeterince yer bulamadığını göstermektedir (Yılmaz, 2024; Arısoy, 2024). Bu bağlamda, bu araştırma kapsamında geliştirilen problem çözme, problem kurma, ürün oluşturma odaklı etkinlikler ve döngüsel iyileştirme adımları, öğretmenlere uygulanabilir örnekler sunması bakımından önemli bir katkı olarak değerlendirilebilir. Ayrıca öğretim tasarımlarının yalnızca yaratıcılığı ölçen değil, aynı zamanda yaratıcılığı geliştiren bir çerçeveye ihtiyaç duyduğunu vurgulayan yaklaşım doğrultusunda, bu çalışma matematiksel yaratıcılığın daha yapılandırılmış ve derin biçimde ortaya çıkmasını sağlayan bir örnek sunmakta olduğu ifade edilmelidir.

Genel olarak bu araştırmada elde edilen sonuçlar problem çözme, problem kurma ve ürün oluşturma süreçlerini bir arada içeren yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinliklerin matematiksel yaratıcılığın özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarını belirgin biçimde desteklediğini; özgünlük ve derinlik boyutlarında ise olumlu artışlar yaratsa da daha uzun süreli uygulamalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

5.2. Öneriler

Süreç boyunca gözlemlenen tüm durumlar değerlendirildiğinde aşağıdaki öneriler geliştirilebilir.

- Yüksek bilişsel istem düzeyindeki etkinlikler öğrencilerin farklı çözüm yolları üretme, akıl yürütme ve özgün matematiksel fikirler ortaya koyma süreçlerini destekleyerek matematiksel yaratıcılığın gelişimine katkı sunduğundan öğretim ortamlarına dahil edilmesi önerilmektedir.

- Öğrencilerin çözüm süreçlerini açıklamaları, gerekçelendirmeleri, farklı çözüm yollarını paylaşmaları öğrencilerin esnek ve özgün düşünme becerisi kazanarak matematiksel yaratıcılığın gelişimine katkı sunacağından sınıf içinde yapılan paylaşımların özellikle teşvik edilmesi önerilmektedir.
- Öğretmenlerin, öğrencilerin yeni problemler oluşturmalarını ve özgün matematiksel fikirler geliştirmelerini destekleyen matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik etkinlikler tasarlamaları ve uygulamaları önerilmektedir.
- Öğretmenlerin matematiksel yaratıcılık konusunda kuramsal ve uygulamalı açıdan desteklenmesine yönelik hizmet içi eğitim ve uygulama örneklerinin artırılması önerilmektedir.
- Yaratıcılık bileşenlerinden özgünlük ve derinliğin daha yavaş gelişmesinden dolayı bu becerilerin gelişimi için 10 haftadan daha uzun süreli programların tasarlanması önerilmektedir.
- Matematiksel yaratıcılık araştırmalarında eylem araştırması dışında farklı yöntemler de kullanılarak karşılaştırmalı analizler yapılması önerilmektedir.
- Açık uçlu ve ürün temelli etkinliklerde zaman yönetimi, dikkat dağınıklığı gibi durumlarda öğrencilerle kısa süreli sohbetler, motivasyon artırıcı faaliyetlerle dikkatlerinin toplanarak odaklanmalarının sağlanması önerilmektedir.
- Öğrencilerin hata yapma kaygısı yaşamadan fikirlerini paylaşabildikleri, akranları tarafından olumsuz yargılanmadıkları ve farklı düşüncelerin değer gördüğü bir öğrenme ortamı yaratıcı düşünme süreçlerini destekleyebileceğinden, sınıf ortamlarında bu atmosferin yaratılması önerilmektedir.
- Farklı yaş grupları, farklı başarı düzeylerindeki öğrencilerle çalışmalar yürütülüp sonuçların genellenebilirliğinin artırılması önerilmektedir..
- Matematiksel yaratıcılığın farklı bileşenler ile ilişkilerinin incelenmesi önerilmektedir.
- Matematik öğretim programlarında, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini derinleştirecek ve matematiksel yaratıcılıklarını destekleyecek gerçek yaşam bağlamındaki yüksek bilişsel talep düzeyinde etkinliklerin süreklilik içerecek şekilde yer alması önerilmektedir.
- Özel yetenekli öğrencilere yönelik öğretim programlarının matematiksel yaratıcılığı teşvik edici şekilde etkinliklerle daha çok desteklenmesi önerilmektedir.
- Eğitim fakültelerinde ve öğretmen yetiştirme programlarında matematiksel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik uygulama temelli ders içeriklerine daha fazla yer verilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Westview Press.
- Akgül, S. (2014). Matematiksel yaratıcılığın belirlenmesine yönelik ölçme aracı geliştirme: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 5(1), 98–111.
- Altun, M. (2022). *İlköğretim ikinci kademe ve ortaöğretimde matematik öğretimi* (19. bs.). Alfa Akademi.
- Ayas, M. B. (2022). BİLSEM’lerde farklılaştırılmış matematik öğretimi: Öğretmen görüşlerinin analizi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 13–28.
- Ayas, M. B., & Sak, U. (2014). BİLSEM öğretmenlerinin yaratıcı öğretim yaklaşımlarına ilişkin görüşleri. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 1(1), 17–32.
- Bacanlı, H. (2002). *Gelişim ve öğrenme*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Bal, A. P., & Özdemir, E. (2020). Matematiksel problem kurma becerilerinin gelişimi üzerine bir eylem araştırması. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 27–49. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.692599>
- Bal-Turalı, G., & Baki, A. (2019). Üstün yetenekli öğrencilerin problem kurma süreçleri: Açık uçlu etkinlik örnekleri. *İlköğretim Online*, 18(2), 602–621. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2019.562119>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for “mini-c” creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 73–79.
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69.
- Boaler, J. (2002). *Experiencing school mathematics: Traditional and reform approaches to teaching and their impact on student learning*. Lawrence Erlbaum.
- Bonotto, C., & Dal Santo, L. (2015). Design and implementation of a long-term teaching experiment on problem posing in elementary school. *Educational Studies in Mathematics*, 89(2), 233–257. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9595-1>
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (23. bs.). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. bs.). Pegem Akademi.
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in U.S. and Chinese students’ mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematical Behavior*, 21(4), 401–421. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00142-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00142-6)

- Cai, J., Hwang, S., Jiang, C., & Silber, S. (2015). Problem posing as a tool for identifying mathematically creative students. *Journal of Education for the Gifted*, 38(3), 220–242. <https://doi.org/10.1177/0162353215592509>
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model for the assessment of mathematical creativity. *Roeper Review*, 27(1), 22–29.
- Chiu, M. M. (2009). Flowing toward correct contributions during groups' mathematics problem solving: A statistical discourse analysis. *Journal of the Learning Sciences*, 18(3), 415–463. <https://doi.org/10.1080/10508400903013436>
- Craft, A. (2001). *Creativity in education*. Continuum.
- Crespo, S. M., & Sinclair, N. (2008). What makes a problem mathematically interesting? Inviting prospective teachers to pose better problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(5), 395–415.
- Creswell, J. W. (2019). *Eğitim araştırmaları: Nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi* (S. B. Demir, Çev.). Eğiten Kitap.
- Demir, B., & Uğurel, I. (2016). Problem kurma çalışmalarının öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerine etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 739–761.
- Dökmen, Ü. (2002). *İletişim çatışmaları ve empati* (19. basım). Sistem Yayıncılık.
- Duatepe Paksu, A., & Ubuz, B. (2009). Problem özme süreci ve yaratıcı düşünme ilişkisi. *Eğitim ve Bilim*, 34(154), 45–56.
- English, L. D. (1997). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34(3), 183–217. <https://doi.org/10.1023/A:1002963618030>
- Ersoy, Y., & Güven, B. (2011). Matematikte problem çözme sürecine yönelik bir model önerisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 174–185.
- Es1, A. (2018). Matematiksel yaratıcılık ve öğretimi. In G. Güven & H. Demirtaş (Eds.), *Eğitimde ağdaş yaklaşımlar* (ss. 157–174). Pegem Akademi.
- Feist, G. J. (1998). A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity. *Personality and Social Psychology Review*, 2(4), 290–309.
- Fisher, R. (1990). *Teaching children to think*. Stanley Thornes.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Gentner, D. (1998). Analogy. In W. Bechtel & G. Graham (Eds.), *A companion to cognitive science* (pp. 107–113). Blackwell.
- Glăveanu, V. P. (2010). Principles for a cultural psychology of creativity. *Culture & Psychology*, 16(2), 147–163. <https://doi.org/10.1177/1354067X10361394>

- Goldenberg, E. P., Cuoco, A. A., & Mark, J. (1998). A role for geometry in general education. *The Mathematics Teacher*, 91(5), 378–383.
- Gordon, W. J. J. (1987). *The metaphorical way of learning and knowing*. Porpoise Books.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.
- Hall, G. (2009). Hadamard and the creative mind: Mathematics and mental processes. *Mathematics Education Research Journal*, 21(2), 103–117.
- Haylock, D. W. (1984). Aspects of mathematical creativity in children aged 11–12. *Educational Studies in Mathematics*, 15(4), 395–409.
- Haylock, D. W. (1997). Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM – Mathematics Education*, 29(3), 68–74. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-y>
- Johnson, A. P. (2015). *A short guide to action research* (5th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85.
- Karasar, N. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemi* (21. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde yaratıcı düşünmenin geliştirilmesine yönelik bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 135–142.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research: Communicative action and the public sphere. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559–603). Sage.
- Kış, A., & Şahin, Ç. (2021). Üstün yetenekli öğrencilerle yapılan problem kurma etkinliklerinin incelenmesi. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 8(1), 31–44. <https://doi.org/10.46893/jgedc.789046>
- Klein, J. (2012). Action research in the classroom: A tool for quality improvement. *Journal of Instructional Research*, 1, 3–8.
- Korkmaz, H. (2012). Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(165), 15–28.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1996). *The new sourcebook for teaching reasoning and problem solving in junior and senior high schools*. Allyn and Bacon.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren* (J. Teller, Trans.). University of Chicago Press.
- Kuzu, A. (2009). Öğretmenlerin mesleki gelişiminde eylem araştırmaları. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 33–45.
- Laycock, J. (1970). *Creative mathematics*. Ward Lock Educational.

- Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In R. Leikin, A. Berman, & B. Koichu (Eds.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students* (pp. 129–145). Sense Publishers.
- Leikin, R., & Lev, M. (2007). Multiple solution tasks as a magnifying glass for mathematically gifted students' creativity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(3), 349–369.
- Leikin, R., & Lev, M. (2013). Mathematical creativity in generally gifted and mathematically excelling adolescents: What makes the difference?. *ZDM – Mathematics Education*, 45(2), 183–197. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0460-8>
- Leikin, R., & Levav-Waynberg, A. (2007). Exploring mathematics teacher knowledge through multiple solution tasks. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 7(2–3), 183–198.
- Levenson, E. (2011). Exploring collective mathematical creativity in elementary school. *Journal of Creative Behavior*, 45(3), 215–234.
- Lewin, K. (1948). *Resolving social conflicts: Selected papers on group dynamics*. Harper & Row.
- Liljedahl, P. (2004). The AHA! experience: Mathematical contexts, pedagogical implications. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 241–248.
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236–260. <https://doi.org/10.1177/016235320603000205>
- Matlin, M. W. (1994). *Cognition* (3rd ed.). Harcourt Brace College Publishers.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed.). W. H. Freeman and Company.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). Pearson Education.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_03/14161153_bilsem_yonerge.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2021). *Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi*. Millî Eğitim Bakanlığı, Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Mills, G. E. (2003). *Action research: A guide for the teacher researcher*. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. NCTM.

- Norton, L. S. (2009). *Action research in teaching and learning: A practical guide to conducting pedagogical research in universities*. London: Routledge.
- Özden, Y. (2014). *Öğrenme ve öğretme* (14. basım). Pegem Akademi.
- Patterson, L., & Shannon, P. (1993). Reflection, inquiry and action: A qualitative study of prospective teachers' learning. *The Journal of Educational Research*, 87(1), 5–11.
- Poincaré, H. (1952). *Science and method* (F. Maitland, Trans.). Dover Publications. (Original work published 1908)
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Polya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning: Vol. 1. Induction and analogy in mathematics*. Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96.
- Sak, U. (2005). *Üstün zekâlılar: Özellikleri, tanılanmaları, eğitimleri*. Maya Akademi.
- Sak, U. (2009). Üstün zekâlı çocuklar için farklılaştırılmış matematik etkinliklerinin etkililiği. *Eğitim ve Bilim*, 35(157), 36–49.
- Sak, U. (2010). *Üstün zekâlı çocuklar için farklılaştırılmış matematik etkinliklerinin etkililiği*. Ankara: Maya Akademi.
- Sak, U. (2011). *Üstün zekâlılar: Özellikleri, tanılanmaları, eğitimleri*. Ankara: Maya Akademi.
- Sawyer, R. K. (2012). *Explaining creativity: The science of human innovation* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Schönfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya* (25. basım). Pegem Akademi.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4–13.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM – Mathematics Education*, 29(3), 75–80. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-x>

- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2011). *Mathematical problem posing: From research to effective practice*. Springer.
- Somekh, B. (2006). *Action research: A methodology for change and development*. Open University Press.
- Sriraman, B. (2004). Gifted ninth graders' notions of proof: Investigating parallels in approaches of mathematically gifted students and professional mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 15(3), 90–103.
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 20–36. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-389>
- Sriraman, B. (2008). Creativity as a necessary ingredient for giftedness. In B. Sriraman & K. H. Lee (Eds.), *The elements of creativity and giftedness in mathematics* (pp. 219–233). Sense Publishers.
- Sriraman, B. (2009). The characteristics of mathematical creativity. *ZDM – Mathematics Education*, 41(1), 13–27. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0114-z>
- Stoyanova, E. (1997). *Extending students' understanding of mathematics via problem posing* (Doctoral dissertation). Curtin University of Technology.
- Stoyanova, E. (1998). *Extending students' mathematical problem solving via problem posing tasks* (Unpublished doctoral dissertation). Curtin University of Technology, Australia.
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. In P. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education* (pp. 518–525). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3–15). Cambridge University Press.
- Taylan, R. D. (2020). Yaratıcılık kavramı ve eğitimde önemi. In G. Güven & H. Demirtaş (Eds.), *21. yüzyılda eğitimde çağdaş yaklaşımlar* (pp. 193–208). Pegem Akademi.
- Tebbs, H., & Subhi-Yamin, T. (2006). Creativity and education: A European perspective. *International Centre for Innovation in Education*.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking*. Scholastic Testing Service.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Yang, K. L. (2007). Exploring the strategies students use to solve real-life arithmetic word problems. *Educational Studies in Mathematics*, 66(2), 133–157.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. baskı). Seçkin Yayıncılık.

- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yuan, Y., & Sriraman, B. (2011). Problem posing and creativity in the mathematics classroom. *Mathematics Teaching*, 219, 28–31.
- Yurdugül, H. (2005). Ölçme araçlarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *Eğitim Araştırmaları – Eurasian Journal of Educational Research*, 18, 171–180.



EKLER

EK-1: PROBLEM ÇÖZME ÖN-SON TESTİ

PROBLEM ÇÖZME ÖN TESTİ

Adı - Soyadı: Tarih:

Lütfen aşağıdaki her soruya dikkatlice okuyunuz. Her soruya açıklamalı ve anlamlı cevaplar vermeye çalışınız. Şekil çizmek, işlemler yapmak veya gerekece yazmak sizin yararınıza olacaktır.

1. Soru

Cebinizde bol miktarda 10 kuruş, 5 kuruş ve 1 kuruş vardır. Cebinizden 3 adet para olarak kaç farklı para toplam yapabilirsiniz?

2. Soru

Bir kenarının uzunluğu 12 cm olan kare şeklindeki bir bahçeyi farklı şekillerde alanlara bölebilir misiniz? Kullandığınız her bir yöntemi şekil, işlem veya sözel olarak açıkla-
mısınız?

e

3. Soru

Aşağıda bir geometrik desenin her adımındaki şekil sayısı verilmiştir.

1. Adım : 4 kare
2. Adım: 9 kare
3. Adım: 16 kare

Örüntüyü inceleyiniz.

- a) Şekil sayısı ile adım numarası arasında nasıl bir ilişki vardır?
- b) Bu şekilde benzer bir örüntüyü farklı bir kural ile yeniden tasarlayabilir misiniz? (Örneğin kare yerine üçgen ya da şekil sayısında farklı artışlar...) Oluşturduğunuz örüntünün kuralını açıklayınız.
- c) Yeni örüntünüzün 4. Ve 5. adımındaki şekil sayısını tahmin ediniz.

4. Soru

Bir kenarının uzunluğu $(a + b)$ olan bir karenin alanını nasıl hesaplayabiliriz? Bunu hem şekil çizerek hem de işlemlerle açıkla-
mısınız? Açıklamalarınıza neden-sonuç ilişkilerine dikkat ederek detaylı yazar mısınız?

PROBLEM ÇÖZME SON TESTİ

Adı - Soyadı: Tarih:

Lütfen aşağıdaki her soruyu dikkatlice okuyunuz. Her soruya açıklamalı ve anlamlı cevaplar vermeye çalışınız. Şekil çizmek, işlemler yapmak veya gerekçe yazmak sizin yararınıza olacaktır.

1. Soru

Bir bakkalda sadece 1 TL, 2 TL ve 5 TL'lik bozuk paraları ödeme yapılabiliyor. Toplam 10 TL'yi bu paraları kullanarak en az 2 farklı şekilde ödeyebilir misiniz? Peki toplamda kaç farklı şekilde ödeyebileceğinizi bulabilir misiniz? (Aynı tür paradan birden fazla kullanabilirsiniz. Tüm yolları açıklayarak yazınız.)

|

2. Soru

Bir kenarının uzunluğu 12 cm olan kare şeklindeki bir bahçeyi farklı şekillerde alanlara bölebilir misiniz? Kullandığınız her bir yöntemi şekil, işlem veya sözel olarak açıkla mısınız?

3. Soru

Aşağıda bir geometrik desenin her adımındaki şekil sayısı verilmiştir.

1. Adım : 4 kare
2. Adım: 9 kare
3. Adım: 16 kare

Örüntüyü inceleyiniz.

a) Şekil sayısı ile adım numarası arasında nasıl bir ilişki vardır?

b) Bu şekilde benzer bir örüntüyü farklı bir kural ile yeniden tasarlayabilir misiniz? (Örneğin kare yerine üçgen ya da şekil sayısında farklı artışlar...) Oluşturduğunuz örüntünün kuralını açıklayınız.

c) Yeni örüntünüzün 4. Ve 5. adımındaki şekil sayısını tahmin ediniz.

4. Soru

Bir kenarının uzunluğu $(a + b)$ olan bir karenin alanını nasıl hesaplayabiliriz? Bunu hem şekil çizerek hem de işlemlerle açıkla mısınız? Açıklamalarınızı neden-sonuç ilişkilerine dikkat ederek detaylı yazma mısınız?

EK-2 : PROBLEM KURMA ÖN- SON TESTİ

PROBLEM KURMA TESTİ

Adı - Soyadı: Tarih:

Lütfen aşağıdaki her soruyu dikkatlice okuyunuz. İstenilene yapınız. Her soruya açıklamalı ve anlamlı cevaplar vermeye çalışınız. Şekil çizmek, işlemler yapmak veya gerekçe yazmak sizin yararınıza olacaktır.

1. Soru

36 sayısını kullanarak farklı problemler kurunuz. İstedığınız işlemi kullanabilirsiniz. Kurduğunuz problemler çözülebilir ve anlamlı olmalıdır.

2. Soru

Şöyle bir bilgi veriliyor. " Bir dikdörtgenin alanı 60 cm^2 dir."

Bu bilgiyi kullanarak farklı problemler kurunuz ve kurduğunuz problemleri çözüp kullandığınız stratejileri açıklayınız.

3. Soru

Aşağıdaki tabloyu kullanarak sıradışı, özgün ve yaratıcı bir problem kurmaya çalışınız. Sıradan problemlerden farklı, alışılmadık, ilginç bir matematiksel durum üretmeye çalışınız.

Elma fiyat (kg)	Armut Fiyatı(kg)	Muz fiyatı (kg)
40 tl	50 tl	80 tl

4. Soru

Bu soruda sizden istenen kendi matematik probleminizi kurmanızdır. İstedğiniz kavramı, işlemi , şekli kullanmakta özgürsünüz. Kurduğunuz problemi detaylı olarak açıklayın ve çözümünü yapınız.

PROBLEM KURMA TESTİ

Adı - Soyadı: Tarihi:

Lütfen aşağıdaki her soruyu dikkatlice okuyunuz. İstenileni yapınız. Her soruya açıklamalı ve anlamlı cevaplar vermeye çalışınız. Şekil çizmek, işlemler yapmak veya gerekçe yazmak sizin yararınıza olacaktır.

1. Soru

36 sayısını kullanarak farklı problemler kurunuz. İstedığınız işlemi kullanabilirsiniz. Kurduğunuz problemler çözülebilir ve anlamlı olmalıdır.

2. Soru

Şöyle bir bilgi veriliyor. " Bir dik üçgenin alanı 24 cm^2 dir."

Bu bilgiyi kullanarak farklı problemler kurunuz ve kurduğunuz problemleri çözüp kullandığınız stratejileri açıklayınız.

3. Soru

Aşağıdaki tabloyu kullanarak sıradışı, özgün ve yaratıcı bir problem kurmaya çalışınız. Sıradan problemlerden farklı, alışılmadık, ilginç bir matematiksel durum üretmeye çalışınız.

Kurşun kalem (adet)	Renkli kalem (adet)	Silet (adet)
12 tl	25 tl	8 tl

4. Soru

Bu soruda sizden istenen kendi matematik probleminizi kurmanızdır. İstedğiniz kavramı, işlemi, şekli kullanmakta özgürsünüz. Kurduğunuz problemi detaylı olarak açıklayın ve çözümünü yapınız.

EK-3: PROBLEM ÇÖZME VE KURMA TESTLERİ UZMAN GÖRÜŞ FORMU

Problem Çözme ve Kurma Testleri Uzman Görüşü Değerlendirme Formu

Sayın Uzman,

Bu form, geliştirilen problem çözme ve kurma ön testlerinin, matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik boyutlarını ne ölçüde değerlendirebildiğini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Sizden beklentimiz, her bir sorunun hedeflediği boyutu ne ölçüde temsil ettiğine ve testin genel yapısına ilişkin görüşlerinizi paylaşmanızdır. Vereceğiniz görüşler, testlerin geçerlik çalışması ve geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Ad-Soyad:

Tarih:

Açık Uçlu Görüş Soruları

1. Ön ve son testlerde yer alan birinci sorular, akıcılık boyutunu ölçmeyi hedeflemektedir. Sizce bu sorular, akıcılık boyutunu (çok sayıda ve anlamlı fikir üretme) ne ölçüde yansıtmaktadır?
2. Ön ve son testlerde yer alan ikinci sorular, esneklik boyutunu ölçmeyi hedeflemektedir. Sizce bu sorular, esneklik boyutunu (farklı strateji ve çözüm yolları üretme) ne ölçüde yansıtmaktadır?
3. Ön ve son testlerde yer alan üçüncü sorular, özgünlük boyutunu ölçmeyi hedeflemektedir. Sizce bu sorular, özgünlük boyutunu (alışılmışın dışında, farklı fikirler üretme) ne ölçüde yansıtmaktadır?
4. Ön testlerde yer alan dördüncü sorular, derinlik boyutunu ölçmeyi hedeflemektedir. Sizce bu sorular, derinlik boyutunu (açıklama, gerekçelendirme, ilişkilendirme ve detaylı düşünme) ne ölçüde yansıtmaktadır?
5. Testlerin daha etkili kullanılabilmesi için geliştirme önerileriniz nelerdir?

EK-4: HAYALİMDEKİ PARA BİRİMİ TASARIMI ETKİNLİĞİ

HAYALİMDEKİ PARA BİRİMİ ÇALIŞMA YAPRAĞI

Adı Soyadı:

Programı:

Tarih:

Açıklama: Bu etkinlikte sizden, tamamen size ait hayali bir ülke ve bu ülkeye ait yeni bir para birimi oluşturmanız beklenmektedir. Bu ülkenin ekonomik sistemini siz tasarlayacaksınız. Para biriminizin adı, birimleri, vergilendirme sistemi ve bu sistemle ilişkili fiyatlar sizin matematiksel kararlarınıza göre şekillenecektir. Daha sonra kendi sisteminize uygun olarak verilen problem senaryolarının çözümünü yapacaksınız. Lütfen yönergeleri dikkatle takip edin ve tüm alanları doldurun.

1. Hayali Ülkeni ve Para Birimini Tanımla

Bu bölümde sizden hayali ülkenizin adını ve para biriminizi düşünüp ve sorulara cevap vermeniz istenmektedir.

- Ülkenin Adı:
- Para Biriminin Adı: Bu ismin anlamı nedir?
- Para Biriminin Sembölü (çizim yapabilirsin): Bu sembol neyi ifade ediyor?
- Oluşturduğumuz ana para birimi kaç alt birime bölünür? Neden bunu seçtiniz? (Lütfen hangi sayısal ilişkileri kullandığınızı söyleyiniz.

2. Ürünler ve Fiyatlarınızı Belirleme

Bu bölümde sizden bazı ürünler ve fiyatlarını kendi para biriminize göre belirlemiz istenmektedir. Fakat fiyatları belirlerken alışılmışın dışında düşünmeye özen gösteriniz.

Ürün	Fiyat
Toplu taşıma	
Bir haftalık gıda	
Okul kitabı	
Sinema bileti	
Sağlık harcamaları	
Birikim (Alman bir mal, para, değerli taş vs.)	

Belirdiğiniz fiyatlandırmada hangi matematiksel kavramları kullandınız? Belirtiniz.

3. Vergi Sistemi

Bu bölümde sizden istenen bireylerin gelirlerine göre alman vergi oranlarını ve bazı sektörlerdeki vergi oranlarını belirlemenizdir. Belirleme kriterlerinizde özgürsünüz. (Kaç farklı gelir grubu var, her grubun vergi aralığı nasıl olmalı ? Vergi oranları neye göre değişebilir? Hangi sektörde ne kadar vergi alınacak? vs.)

Ayrıca belirlediğiniz oranları neden seçtiğinizi hangi matematiksel ilişkileri kullandığınızı açıklayınız.

4. Problem Senaryolarını Çöz

Aşağıda size bazı senaryolar vermişizdir. Uygun çözümleri yapınız.

Senaryo-1 İdeal Harcama Planı

Ayda 3500 birim geliri olan bir vatandaş aşağıda verilen ihtiyaçları karşılamak istiyor

- o Haftada 6 gün işe gidip gelmek için toplu taşıma (4 hafta boyunca)
- o Haftalık 1 gıda paketi
- o Ayda 3 sinema bileti
- o Ayda 2 okul kitahu
- o Ayda 1 kez doktora gitmek
- o Ay sonunda 1 m² arsa almak

Sizden istenen görevler aşağıdadır. Uygun çözümleri yapınız.

1. Tüm harcamaları ve vergiyi hesaplayınız.

2. Farklı kişi profillerine göre farklı harcama planı oluşturunuz.

3. Tercih ettiğiniz planı gerçekleştiriniz.

Senaryo-2 Beklenmedik Durum

Senin ülkenin ekonomisinde bu ay beklenmedik bir enflasyon oldu ve gıda, ulaşım ve okul ürünlerinin fiyatı bir anda %25 oranında arttı. Fakat vergi oranları değişmedi.

- Bir önceki senaryodaki bütçeyle yeni senaryoya göre en gerekli 3 ihtiyacı karşılayan bir plan yapın.

- Yeni bir vergi indirimi önerisi yapın durumu çözmeye çalışın. Yaptığınız öneri ülke ekonomisine nasıl katkı sağlayacaktır?

EK-5: MATEMATİK ŞEHİR/MAHALLESİ PLANLAMASI ETKİNLİĞİ

MATEMATİK ŞEHİR/MAHALLESİ PLANLAMASI ÇALIŞMA YAPRAĞI

Adı Soyadı:

Programı

Tarih:

Açıklama: Bu etkinlikte sizden, tamamen size ait bir matematik şehri ortaya koymanız ve sorulara cevap vermeniz istenmektedir. Şehrinde yer alan yollar, yapılar ve bölgeler matematiksel kurallara dayanmalıdır. Oluşturacağınız şeklin haritasını verilen kareli kağıda çiziniz. Çizim yaparken iki kare arasının birim uzunluğunu kendinize göre belirleyebilirsiniz. Lütfen yönergeleri dikkatle takip edin ve tüm alanları doldurun.

1. Şehri İnşa Etmek

Süre: 60 dk

1. Öncelikle şehrinize matematikle ilişkili bir isim veriniz . İsmi matematiksel bir çağrışım yapmasına özen gösteriniz. Şehrinin kaç ana bölgeden (semt/mahalle) oluşacağını belirleyip verilen kareli kağıda çiziniz. (Her kare bir birim uzunluğu ifade eder.)
2. Her mahallede farklı yapılar olacağını düşünerek çiziminizi yapınız ve her bir yapı türü için aşağıdaki bilgileri doldurunuz.
Geometrik şekli
Alanı
Çevresi
Simetri eksenini var mı?
3. Şehrin ortasına merkezi bir yapı planlayınız ve çiziniz. Bu yapıyı matematiksel olarak en fazla özelliğe sahip olacak şekilde planlayınız. Özelliklerini açıklayınız. Seçtiğiniz yapının neden merkezi olduğunu açıklayınız.

2. Matematiksel Haritalama

Süre: 60 dk

Görevler:

1. Her mahalleye giden yolları çizin ve yollar birbirine nasıl bağlanmalı çizerek gösteriniz. Bu bağlantıları gösterirken istediğiniz şekilde çizim yapabilirsiniz. Fakat yolları nasıl bağladığınızı yazınız.
2. Yolların uzunluklarını belirleyiniz ve oranlarını karşılaştırınız.
3. Şehrinizindeki binalar arası kurallar oluşturunuz. (örneğin: yolların kesişme noktaları eşit uzaklıkta olmalı, binalar arası mesafe 2 birimden az olmamalı vb.)
4. Yolların ve binaların yerleşimini nasıl mantıksal bir düzende yaptınız?

EK-6: KENDİ GEOMETRİK ŞEKLİNİ OLUŞTUR ETKİNLİĞİ

3. AŞAMA (Matematiksel gerekçeleştirme)

- Oluşturduğunuz şeklin diğer geometrik özelliklerden farkı nedir?
- Şeklin oluşumunda ilginç bir şey keşfettiniz mi?
- Bu şekil gerçek hayatta nerelerde kullanılabilir? Farklı kullanım alanlarını ve neden uygun olduğunu açıklayınız.

4. AŞAMA

Bu şekille ilgili aklınıza gelen farklı matematik problemleri kurunuz ve çözüm yapınız..

EK-7: MATEMATİKSEL DESEN OLUŞTURMA ETKİNLİĞİ

MATEMATİKSEL DESEN OLUŞTURMA ÇALIŞMA YAPRAĞI

Adı Soyadı:

Programı

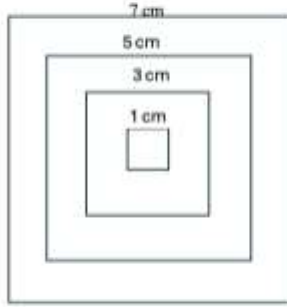
Tarih:

Açıklama: Bu etkinlikte sizden bölümlerdeki yönergeleri takip ederek istenen soruları cevaplamanız beklenmektedir. Ayrıca kendinize ait oluşturduğunuz desenle ortaya bir ürün çıkarmanız istenmektedir.

1. Örüntüyü Keşfetme ve Devam Ettirme (Problem Çözme)

Aşağıda verilen problemleri inceleyiniz ve soruları yanıtlayınız.

Problem: Burcu bir sanat galerisinde çalışmaktadır. Bir müşterisi için duvar kaplaması tasarlamaktadır. Bu duvar kaplamasında aynı merkezli ve kenarları birbirine paralel 50 tane kare kullanacaktır. Kaplamanın ilk dört karesi ve kenar uzunlukları cm cinsinden aşağıda verilmiştir. Her karenin çevresinin ana hatlarını bir tel ile ortaya çıkaracaktır. Kaç cm lik tele ihtiyaç duyar?



Problem : Burcu 7 adımlık bir merdiveni zıplayarak çıkmak istemektedir. Her defasında 1 ya da 2 basamak zıplamaktadır. Burcu 7 adımlık bir merdiveni kaç farklı yolla çıkabilir.? Açıklayınız.

2. Kendi Matematiksel Desenini Kur

- İstedığınız hayal ettiğiniz, hemen akla gelmeyen, sıradışı matematiksel deseni oluşturunuz ve bu deseni ortaya koyan bir çalışma yapınız.
- Deseninize göre aşağıdaki soruları açıklayınız.
 - Deseninizin matematiksel açıdan güçlü yönleri nelerdir?
 - Deseninizin kuralı nedir?
 - Deseniniz gerçek dünyada nerelerde kullanılabilir?
 - Desene yeni bir kural eklenebilir mi? Eklense nasıl olur?
- Bu desenle ilgili farklı şekillerde problem kurunuz ve çözünüz.

EK-8: ETKİNLİK DEĞERLENDİRME UZMAN GÖRÜŞ FORMU

Etkinlik Değerlendirme Uzman Görüş Formu

Sayın Uzman,

Bu form, geliştirilen matematik etkinliklerinin matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik, özgünlük ve derinlik boyutlarını ne ölçüde değerlendirebildiğini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Sizden beklentimiz, etkinliklerin bu boyutları ölçme potansiyeline ilişkin görüşlerinizi açık uçlu sorulara ayrıntılı şekilde yanıtlamanızdır. Vereceğiniz görüşler, etkinliklerin geliştirilmesi ve araştırmanın bilimsel geçerliği açısından büyük önem taşımaktadır. Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Ad- Soyad:

Tarih :

Etkinliğin Adı:

AÇIK UÇLU GÖRÜŞ SORULARI

1. Sizce etkinlik, matematiksel yaratıcılığın;
 - a) Akıcılık boyutunu (çok sayıda ve anlamlı fikir üretme) ne ölçüde değerlendirebilmektedir?
 - b) Esneklik boyutunu (farklı stratejiler veya çözüm yolları geliştirme) ne ölçüde değerlendirebilmektedir?
 - c) Özgünlük boyutunu (alışılmışın dışında, farklı fikirler üretme) ne ölçüde değerlendirebilmektedir?
 - d) Derinlik boyutunu (açıklama, gerekçelendirme, ilişkilendirme ve detaylı düşünme) ne ölçüde değerlendirebilmektedir?
2. Etkinliğin sınıf ortamında uygulanabilirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Zaman, yönergelerin açıklığı, materyal gereksinimi gibi açılardan değerlendirir misiniz.
3. Etkinliklerin daha etkili şekilde kullanılabilmesi için ne tür değişiklikler veya eklemeler yapılabilir?

EK-9: ÖĞRENCİ GÜNLÜĞÜ SORULARI

ÖĞRENCİ GÜNLÜĞÜ DEĞERLENDİRME SORULARI

- 1) Etkinliklerde seni en çok zorlayan kısım neydi? Neden?
- 2) Etkinliklerde seni en çok heyecanlandıran veya eğlendiren bölüm neydi?
- 3) Bu etkinlikler sana matematikle ilgili ne düşündürdü?
- 4) Etkinlikleri tekrar yapsaydın neyi farklı yapardın?
- 5) Bu etkinliklerin problem çözmeye- kurma becerine nasıl katkı sağladığını düşünüyorsun?

EK-10: ARAŞTIRMA UYGULAMA İZİNİ



T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZİNİ BELGESİ



Başvuru No: MEB.TT.2025.034058.01

T.C. Kimlik No:

Adı Soyadı: BURCU ÇALIŞKAN KARAKULAK

Araştırmanın Adı: Matematiksel Yaratıcılığı Geliştirmeye Yönelik Problem Çözme ve Kurma Sürecine Uygun Öğretimin Tasarımı Uygulanması ve Değerlendirilmesi

Araştırmanın Niteliği: Doktora Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Uygulama Sonrası Görüşme Formu, Problem Çözme Ön Test, Problem Kurma Ön Test, Problem Çözme Son Test, Problem Kurma Son Test, Çalışma Yaprağı

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 13.11.2025

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 07.09.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Yönergesine" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
TEKİRDAĞ	BİLESEM (Üstün veya Özel Yetenekliler)	Çorlu Bilim ve Sanat Merkezi (ÇORLU)	764993

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.