T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜSTÜN YETENEKLİ 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE YARATICI PROBLEM ÇÖZME, ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE MERAK ARASINDAKİ İLİŞKİ

Merve KARAKELLE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

Danışman

Prof. Dr. Hasan ÜNAL

Şubat, 2026

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜSTÜN YETENEKLİ 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE YARATICI PROBLEM ÇÖZME, ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE MERAK ARASINDAKİ İLİŞKİ

Merve KARAKELLE tarafından hazırlanan tez çalışması 05.02.2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hasan ÜNAL
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Hasan ÜNAL, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Zehra TAŞPINAR ŞENER, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Ahsen FİLİZ, Üye
Biruni Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Hasan ÜNAL sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Üstün Yetenekli 5. Sınıf Öğrencilerinde Yaratıcı Problem Çözme, Eleştirel Düşünme Ve Merak Arasındaki İlişki" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin tespiti hâlinde doğabilecek her türlü idari ve hukuki sorumluluğu kabul ederim

Merve KARAKELLE

İmza

Canım kendime ve biricik aileme teşekkürler…

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca çözüm odaklı yaklaşımı ve yönlendirmeleriyle ufkumu açan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Hasan Ünal'a bana kattığı her şey için çok teşekkür ederim.

Tez izleme ve değerlendirme sürecinde değerli görüş ve önerileriyle çalışmamın gelişmesine büyük katkı sağlayan jüri üyeleri Doç. Dr. Zehra TAŞPINAR ŞENER ve Doç. Dr. Ahsen FİLİZ' e teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu zorlu ve yoğun süreçte de sevgileri, sabırları ve koşulsuz destekleriyle yanımda olan aileme minnettarım. Bu süreçte varlıkları ve inançları en büyük motivasyon kayaklarımdan biri oldu.

Bu çalışmanın sonunda kendime de teşekkür etmek istiyorum. Yorulduğum, motivasyonumu kaybettiğim, defalarca yeniden başladığım anlarda vazgeçmeyip devam ettiğim için….

Merve KARAKELLE

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii
KISALTMA LİSTESİ viii
TABLO LİSTESİ ix
ÖZET x
ABSTRACT xii
1 GİRİŞ 1
1.1 Problem Durumu ..1
1.2 Araştırmanın Amacı ..2
1.3 Araştırmanın Önemi ..2
1.4 Araştırmanın Soruları ..3
1.5 Araştırmanın Varsayımları ..3
1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları ..4
2 KURAMSAL ÇERÇEVE 5
2.1 Üstün Yetenekli Öğrencilerde Matematik Eğitimi ..5
2.2 Matematiksel Yaratıcılık ..6
2.3 Eleştirel Düşünme ..8
2.4 Matematiksel Merak ..8
2.5 Üstün Yetenekli Öğrencilerde Matematiksel Yaratıcılık, Eleştirel Düşünme ve Matematiksel Merak Birlikteliği ..9
2.6 Literatür Taraması ..10
3 YÖNTEM 21
3.1 Araştırmanın Yöntemi ..21
3.2 Araştırmanın Örneklemi ..22
3.3 Verilerin Toplanması ..22
3.4 Veri Toplama Araçları ..23
3.4.1 Matematik Problemleri 23
3.4.2 Matematik Merak Ölçeği 37
3.4.3 Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği 38

3.5 Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi 38
4 BULGULAR **47**
4.1 Matematik Problemlerinin Öğrenci Çözümleri Dağılımı 47
4.2 Araştırma Problemlerine Dair Bulgular 55
4.2.1 Araştırmanın Birinci Problemine Ait Bulgular 59
4.2.2 Araştırmanın İkinci Problemine Ait Bulgular 61
4.2.3 Araştırmanın Üçüncü Problemine Ait Bulgular 61
4.3 Bulguların Yorumlanması 62
5 SONUÇ **63**
5.1 Tartışma 63
5.2 Sınırlılıklar 68
5.3 Sonuç ve Öneriler 69
KAYNAKÇA **72**
A ETİK KURUL İZNİ **75**
B MEB UYGULAMA İZNİ **76**
C ÖLÇEK KULLANIM İZİNLERİ **77**
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **78**

SİMGE LİSTESİ

p	Anlamlılık Değeri
X	Aritmetik Ortalama
>	Büyük
α	Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı
f	Frekans
$\chi 2$	Kay-Kare İstatistiksel Değer
<	Küçük
N	Örneklem Sayısı
r	Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı
S	Standart Sapma
t	t-Testi İstatistiksel Değeri
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

BİLSEM	Bilim ve Sanat Merkezi
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Soruların Seçilme Sebebine Yönelik Belirtke Tablosu **24**
Tablo 3.2 Birinci Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **26**
Tablo 3.3 İkinci Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **28**
Tablo 3.4 Üçüncü Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **29**
Tablo 3.5 Dördüncü Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **31**
Tablo 3.6 Beşinci Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **32**
Tablo 3.7 Altıncı Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **34**
Tablo 3.8 Yedinci Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **35**
Tablo 3.9 Sekizinci Problemin Uzman Çözümleri Tablosu **36**
Tablo 3.10 Yaratıcılığın Hesaplanmasına İlişkin Belirtke Tablosu **43**
Tablo 3.11 B15 Kodlu Öğrencinin Yaratıcılık Puanının Hesaplanmasına İlişkin Belirtke Tablosu **44**
Tablo 4.1 Birinci Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **47**
Tablo 4.2 İkinci Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **49**
Tablo 4.3 Üçüncü Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **50**
Tablo 4.4 Dördüncü Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **51**
Tablo 4.5 Beşinci Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **52**
Tablo 4.6 Altıncı Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **53**
Tablo 4.7 Yedinci Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **54**
Tablo 4.8 Sekizinci Problemin Öğrenci Çözümleri Dağılım Tablosu **55**
Tablo 4.9 Matematiksel Yaratıcılık İstatistikleri Tablosu **56**
Tablo 4.10 Eleştirel Düşünme Eğilimi İstatisikleri Tablosu **57**
Tablo 4.11 Matematiksel Merak İstatistikleri Tablosu **58**
Tablo 4.12 Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuç Tablosu **59**
Tablo 4.13 Spearman Korelasyon Analiz Sonuçları Tablosu **60**

ÖZET

ÜSTÜN YETENEKLİ 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE YARATICI PROBLEM ÇÖZME, ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE MERAK ARASINDAKİ İLİŞKİ

Merve KARAKELLE

Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Hasan ÜNAL

Bu araştırmanın amacı, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeylerini belirlemek ve matematiksel yaratıcılıklarının eleştirel düşünme eğilimi ile matematiksel merak ile ilişkisini incelemektir. Araştırma ilişkisel tarama modeli ile yürütülmüştür. Çalışma grubunu Türkiye'de bir Bilim ve Sanat Merkezinde öğrenim gören beşinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Eleştirel düşünme eğilimi, matematiksel merak ölçekleri ile matematiksel yaratıcılığa ait veriler 56 öğrenciden elde edilmiştir. Veri toplama araçları olarak, matematiksel merak ölçeği, ortaokul öğrencilerine yönelik oluşturulan eleştirel düşünme eğilimi ölçeği ve matematiksel yaratıcılıkları için çoklu çözüm stratejilerine imkân tanıyan açık uçlu sekiz adet sorudan oluşan problem seti kullanılmıştır.

Verilerin analizinde betimsel istatistiklerin yanı sıra Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmış; değişkenlerin normal dağılım varsayımını karşılamaması nedeniyle değişkenler arası ilişkiler Spearman sıra farkları korelasyon katsayısı ile incelenmiştir.

Araştırma sonuçları, matematiksel yaratıcılık ile eleştirel düşünme eğilimi arasında ve yine matematiksel yaratıcılık ile matematiksel merak arasında anlamlı bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Buna karşın eleştirel düşünme eğilimi ile matematiksel merak arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, matematiksel yaratıcılığın tek ya da iki değişkenle açıklanması zor, çok boyutlu bir yapı olabileceğini; öğretim ortamındaki düzenlemeler ve görevlerin yaratıcı performansı görünür hale getirmesinde önemli olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üstün yetenekli öğrenci, matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme, matematiksel merak

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN CREATIVE PROBLEM-SOLVING, CRITICAL THINKING, AND CURIOSITY IN GIFTED 5TH GRADERS

Merve KARAKELLE

Department of Mathematics and Science Education

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Hasan ÜNAL

The purpose of this study is to determine the levels of mathematical creativity among gifted fifth-grade students and to examine the relationship between their mathematical creativity and their critical thinking tendencies and mathematical curiosity. The study was conducted using a correlational survey model. The study group consisted of fifth-grade students studying at a Science and Art Center in Turkey. Data on critical thinking tendencies, mathematical curiosity scales, and mathematical creativity were obtained from 56 students. The data collection tools used were a mathematical curiosity scale, a critical thinking tendency scale designed for middle school students, and a problem set consisting of eight openended questions that allowed for multiple solution strategies for their mathematical creativity. In addition to descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test was applied in the analysis of the data; since the variables did not meet the assumption of normal distribution, the relationships between the variables were examined using the Spearman rank difference correlation coefficient.

The research results revealed that there was no significant relationship between mathematical creativity and critical thinking tendency, nor between mathematical creativity and mathematical curiosity. The findings suggest that mathematical creativity may be a multidimensional structure that is difficult to explain with one or two variables and that arrangements and tasks in the teaching environment may be important in making creative performance visible.

Keywords: Gifted student, mathematical creativity, critical thinking, mathematical curiosity

1
GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Ülkemizde ve dünyada sürdürülen eğitim politikaları ve araştırmalar; bireylerden beklenen 21.yüzyıl temel yetkinlikleri arasında yaratıcı düşünme becerisinin oldukça önemli bir yerde olduğunu gözler önüne sermektedir. Dünyada hızla değişen şartlar, ekonomik ve teknolojik alanda meydana gelen hızlı gelişmeler; toplumun sadece rutin ve standart görevleri yerine getirmesinin yeterli olmadığını açıkça göstermektedir. Değişen koşullara uyum sağlayabilen, esnek, özgün ve orijinal çözümler üretebilen fertlerin yetişmesi önemlidir. OECD (2019) tarafından hazırlanan raporda, teknoloji alanında meydana gelen dönüşümün rutin bilişsel görevler ve kendini tekrar eden becerilerde insan emeğinin yerini gitgide aldığını vurgulamaktadır. Bu durum fertlerin değişen dünya düzeninde varlıklarını sürdürebilmeleri ve toplumda başarılı bir şekilde yer edinebilmeleri için mevcut donanımlarının yanı sıra stratejik ve etkili çözüm yöntemlerine sahip olmaları gerektiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin yeni dünya düzenine kolaylıkla adapte olabilmeleri için bilgiye doğrudan ulaşmaları yukarıda bahsedilen durumdan dolayı yetersiz kalmaktadır. Bilginin anlamlandırılması, farklı disiplinlere ve yeni durumlara uyarlanabilmesi; yaratıcı düşünme becerisinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Öğrencilerin matematik dersinde karşılaştığı problemler, günlük hayatta karşılaşılan problem durumlarıyla örtüşmesinden kaynaklı matematiksel yaratıcılığın gelişmesi bu duruma katkı sağlayacaktır.

Çünkü öğrencilerin problem durumlarına alışılmışın dışında, esnek ve tutarlı çözümler üretebilmesi bu durumla ilişkilidir.

Torrance (1974) yaratıcılığı; problemlerdeki boşluğu fark etme, probleme yönelik birden fazla çözüm önerisi sunma, orijinal fikirler ortaya koyma ve bu fikirler arasında ilişki kurabilmesi olarak tanımlamıştır.

Yaratıcılığın ortaya konulmasında eleştirel düşünme eğiliminin yüksek olmasının payı fazladır. Halpern (2014) tarafından da belirtildiği gibi yaratıcılık ve eleştirel düşünme arasında oldukça güçlü bir ilişki vardır. Çünkü eleştirel düşünme eğilimi olan bireyler, bilgiyi sorgular, değerlendirir ve yeni durumlara uyarlayarak etkililiğini sorgular. Böylelikle yeni çözüm stratejileri ve hipotezler geliştirir.

Matematiksel merakın da yaratıcılığı etkileyen önemli etkenlerden biri olduğu söylenebilir. Çünkü merak duygusu yüksek olan bireyler öğrenme sürecine ilgi duymakta ve yeni bilgilere ulaşmaya istekli olurlar. Problem çözme, yaratıcı düşünme ve keşif süreçlerinde daha aktif rol oynarlar (Berlyne, 1960).

Üstün yetenekli bireyler; bilgiyi sorgulama ve analiz etme, problem durumlarına uygun yeni stratejiler geliştirme ve bu yöntemleri yeni oluşabilecek durumlara uyarlama konusunda doğal yatkınlığa sahiptir. Akranlarına göre bu bireylerde yaratıcılık, eleştirel düşünme ve merak gibi kavramların daha yüksek seviyede olması beklenmektedir. Bu beklentiler doğrultusunda yapılan bu araştırmanın literatüre önemli bir katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada Bilim ve Sanat Merkezinde eğitim gören üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematik problemlerinde gösterdikleri yaratıcılık düzeylerinin eleştirel düşünme eğilimleri ve matematiksel merak düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Eleştirel düşünme eğilimi ve merak düzeylerinin matematiksel yaratıcılıkla ilişkisinin anlamlı olup olmadığı belirlenecektir.

1.3 Araştırmanın Önemi

Günümüzde eğitim sisteminden beklenen temel hedeflerden biri, bireylerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirebilmesidir.

Matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak gibi kavramlar öğrencilerin problem çözme süreçlerinde derinlemesine düşünmelerini destekleyen bileşenler arasındadır.

Literatür incelendiğinde bu becerilerin ayrı ayrı ele alındığı, üç değişkenin birlikte incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu araştırmayla alan yazındaki boşluğun doldurulmasına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Ayrıca elde edilen bulgularla, Bilim ve Sanat Merkezlerinde yürütülen eğitim programlarının içeriklerinin zenginleştirilmesine ve öğretmenlere öneriler sunulmasına yönelik katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4 Araştırmanın Soruları

Bu çalışmanın araştırma sorusu "Üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıklarının, eleştirel düşünme eğilimleri ile matematiksel merak düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?" olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın alt problemleri ise aşağıda ifade edilmiştir.

1. Üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeyleri ile eleştirel düşünme eğilimleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

2. Üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeyleri ile matematiksel merak düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

3. Üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri ile matematiksel merak düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya katılan üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin kendilerine sunulan matematik problemlerini tüm becerilerini yansıtacak şekilde çözdüğünü; eleştirel düşünme eğilimi ölçeği ve matematiksel merak düzeyi ölçeğinde yer alan tüm maddeleri gerçek duygu ve düşünceleri ile cevapladıkları, araştırmadaki veri toplama araçlarının hedefe uygun, doğru ve tutarlı özelliklere sahip olduğu, araştırmadaki örneklem grubunun araştırmanın yürütüldüğü evreni yeterli düzeyde temsil ettiği, araştırmanın veri toplama sürecinde uygulayıcıdan kaynaklı yanlılıkların en aza indirgendiği varsayılmıştır.

1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma Türkiye'de bir BİLSEM' de öğrenim gören üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.

Bu nedenle Türkiye' de farklı bölgelerde bulunan ve farklı sınıf seviyelerindeki BİLSEM öğrencilerine ya da örgün eğitim kurumlarındaki üstün yetenekli tanısı konmuş öğrencilere genellenebilirliği sınırlıdır.

Öğrencilerin ailelerinin sosyoekonomik ve kültürel özellikleri, ebeveynlerin eğitim düzeyi ve öğrenmeye yönelik tutumları, öğretmenlerin pedagojik yaklaşımları ve matematik öğretimine ilişkin inançları, sınıf içi öğretim uygulamaları, BİLSEM eğitim programının içeriği ve uygulanma biçimi, öğrencilerin önceki akademik deneyimleri, bireysel bilişsel ve duyuşsal özellikleri ile okul ve öğrenme ortamına ilişkin fiziksel ve sosyal koşullar diğer sınırlılıklar arasında yer almaktadır. Söz konusu değişkenlerin araştırma kapsamı dışında bırakılması, çalışmanın eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak değişkenleri ile matematiksel yaratıcılık arasındaki ilişkiye odaklanmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır.

2
KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Üstün Yetenekli Öğrencilerde Matematik Eğitimi

Matematik birçok kişi tarafından çoğu zaman semboller ve işlemler bütünü olarak algılansa da asıl olarak bilinmeyen durumları anlamlandırma, ilişki kurma ve bu ilişkiler üzerinden çözüm üretmeye dayanan bir düşünce sürecidir.

Matematik etkinliklerinin merkezinde yer alan problem çözme, öğrencilerin mevcut bulunan bilgileri uygulamalarından ziyade bu bilgileri analiz etmeleri, farklı stratejiler geliştirmelerini ve ürettikleri çözümleri farklı durumlara uyarlayabilmeyi gerektirmektedir. Bu yönüyle problem çözme, matematik eğitiminde öğrenmenin temelini oluşturan bir süreç olarak ele alınmaktadır (NCTM, 2000). Özellikle birden fazla yöntemle çözülebilen problemler; öğrencilerin düşünme biçimlerini, çözüme yönelik geliştirdikleri stratejileri ve çözüm sürecinde ortaya koydukları esnekliği açığa çıkarma açısından önemli bir işleve sahiptir. Bu tür problem durumları, üstün yetenekli öğrencilerin bilgiyi nasıl yapılandırdıkları ve yeni durumlara nasıl uyarlayabildiklerini gözlemleme fırsatı sunar.

Üstün yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçlerinde sergiledikleri farklılıklar, üstün yetenek kavramının çok boyutlu bir yapı olarak düşünülmesini gerekli kılmaktadır. Renzulli' nin Üçlü Halka Modeli, üstün yetenekli öğrenci davranışının yalnızca bilişsel becerilerle sınırlı kalmadığını; yaratıcılık ve göreve adanmışlık gibi özelliklerle birlikte ortaya çıktığını vurgular (Renzulli, 1978). Bu çerçevede üstün yetenekli öğrenciler, problem çözme sürecinde sadece işleme dayalı yetkinliklerle değil; probleme özgün stratejiler geliştirmeleri ve karşılaşılan zorluklarda çözüm arayışını devam ettirmeleriyle akranlarıyla ayrışmaktadır.

Matematiksel problem çözme sürecinde bilişsel özelliklerin yanı sıra üstbilişsel beceriler de belirleyici rol üstlenmektedir.

Üstbiliş, bireyin kendi düşünme süreçlerine yönelik farkındalık geliştirmesini ve bu süreçleri planlama, izleme ve gerektiğinde yeniden düzenleme becerilerini kapsayan bir yapı olarak ifade edilmektedir (Brown, 1987). Üstün yetenekli öğrenciler, çözüm sürecinde hangi stratejileri neden kullandıklarının farkındadırlar ve süreci bütünsel bakış açısıyla değerlendirirler.

Problem çözme süreçlerinde duyuşsal özellikler de etkilidir. Öz yeterlik inancına sahip bireyler problem çözme sürecinde daha kararlı davranmakta, zorluklarla karşılaştıklarında motivasyonlarını sürdürme eğilimindedirler (Bandura, 1997). Sonuç olarak üstün yetenekli öğrencilerin problem çözme süreçleri bilişsel, duyuşsal ve üstbilişsel bileşenlerin etkileşimiyle şekillenmektedir. Eğitim ortamlarının temel amacı, öğrencileri yalnızca doğru sonuca ulaştırmakla veya direkt bilgiyi vermekle sınırlı olmamalı, problem durumlarını sorgulayan, özgün ve esnek çözümler üretebilen, ürettikleri çözümleri yeni durumlara uyarlayabilen, yanlış yaptıklarında vazgeçmeden yeni yöntemler arayan bireyler olarak gelişimlerini desteklemeyi sağlamalıdır.

2.2 Matematiksel Yaratıcılık

Matematiksel yaratıcılık, bireyin yeni ve anlamlı fikirler üretebilmesi, özgün çözümler ortaya koyması ve matematiksel kavramlar arasında ilişki kurabilme düzeyi olarak tanımlanmaktadır (Sriraman, 2005). Literatür, yaratıcılığın sadece bilişsel bir özellik olarak ele alınamayacağını; duyuşsal boyutlarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtir. Bu durumu destekleyen süreçlerden biri Guilford tarafından ortaya konulan ıraksak ve yakınsak düşünme ayrımıdır. Iraksak düşünme, bir problem durumuna yönelik çok sayıda fikir üretilmesini ifade ederken; yakınsak düşünme bu fikirler arasından en uygununu seçmeyi kapsar (Guilford, 1950). Yaratıcılığı yalnızca zekâ düzeyi ile açıklamak hata olur. Çünkü Amabile tarafından ortaya konan “Yaratıcılığın Bileşenleri Kuramı” yaratıcılığı; alana özgü bilgi ve beceriler, yaratıcı düşünme süreçleri ve içsel motivasyon etkileşimiyle ortaya çıktığını ifade eder.

Özellikle içsel motivasyon, ilgi ve merak duygusuyla ilişkili olduğundan dolayı yaratıcılık performansını destekleyen en önemli olgulardan birisidir (Amabile, 1983). Bu kuramsal boyut matematik alanına uyarlandığında; matematiksel yaratıcılık yalnızca karmaşık problemlerin çözümüne indirgenemez.

Bu süreç keşfetme, varsayım oluşturma ve matematiksel gerekçelendirmeler yapabilme gibi üst düzey düşünme becerilerinin birlikte kullanılmasını gerektirir (Ervynck, 1991; Sriraman, 2004). Matematiksel yaratıcılığın değerlendirilmesinde akıcılık, esneklik ve özgünlük boyutları temel alınmaktadır (Torrance, 1974). Akıcılık, bir problem durumuna yönelik üretilen tüm doğru çözümlerin sayısı ile; esneklik, öğrencinin farklı çözüm yöntemleri ve matematiksel temsiller arasında geçiş yapabilme becerisi ile; özgünlük ise üretilen çözümün alışılmışın dışında olması ile ilişkilidir. Bu üç boyut birlikte incelenerek yaratıcılık potansiyeli değerlendirilecektir. Matematiksel yaratıcılık potansiyelinin ortaya çıkması için problem türü oldukça belirleyicidir. Çünkü çözümü belli ve standart olan rutin problemler yaratıcı düşünmeyi sınırlandırmaktadır. Ama çözüm yolu birden fazla stratejiye olanak tanıyan rutin olmayan problemler, öğrencilerin yaratıcılık potansiyellerinin ortaya çıkmasını desteklemektedir. Silver (1997), matematiksel yaratıcılığı problem kurma ve problem çözme süreçleri kapsamında ele almakta ve bu durumun yalnızca doğru cevaba ulaşma ile sınırlandırılamayacağını vurgulamaktadır. Çünkü problemi algılama, analiz etme ve strateji geliştirme yaratıcılığın temel belirleyicileri arasında yer alır. Bu sebeple öğrencinin öğrenme sürecinde aktif rol alması, doğrudan bilgi aktarımı yerine keşfe dayalı öğrenme ortamlarının benimsenmesi ve tek cevaplı problemler yerine açık uçlu, rutin olmayan problemlerin ders etkinliklerinde daha fazla yer alması gerekmektedir.

Leikin'in matematiksel yaratıcılık modeli, yaratıcı performansı yalnızca çok sayıda fikir üretme olarak değil; matematiğin gerekçelendirme ve doğrulama gerektiren yapısıyla uyumlu biçimde, çözüm çeşitliliği ile çözümün içgörü ve derinlik boyutunu birlikte ele alan bir çerçeve olarak tanımlar (Leikin, 2013). Bu modelde yaratıcığı ölçme çoğunlukla çoklu çözüm görevlerine dayanır. Bu tür görevler öğrenciden aynı problemi birden fazla yolla çözmesini isteyerek çözüm uzayını görünür kılar ve farklı temsil, strateji ve araçların kullanımını teşvik eder. Değerlendirme, temel olarak üç bileşen (akıcılık, esneklik ve orijinallik) üzerinden yapılır.

Akıcılık; geçerli çözüm sayısı, esneklik; çözümlerde yer alan farklı strateji sayısı ve orijinallik; nadir olan ve alışılmış yaklaşımlardan ayrılan çözüm sayısına bağlı olarak belirlenir (Leikin, 2013). Böylelikle bu model, çoklu ve farklı çözüm üretimi ile bu çözümlerin matematiksel niteliğini birlikte değerlendirerek matematiksel yaratıcılığı bütüncül biçimde incelemeye olanak sağlar.

2.3 Eleştirel Düşünme

Eleştirel düşünme, bireyin karşılaştığı durum ya da problem karşısında neye nasıl inanacağını kararlaştırmasını sağlayan yansıtıcı bir düşünme sürecidir. Bu süreçte birey, bilgiyi direkt kabul etmek yerine sorgular, değerlendirir ve anlamlandırır. Bu sebeple eleştirel düşünme yalnızca bilgiye ulaşma değil; bilginin doğruluğunu, tutarlılığını ve kullanılabilirliğini analiz eden bir düşünme biçimidir (Ennis, 1995). Eleştirel düşünme çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Facione tarafından geliştirilen kuramsal çerçevede eleştirel düşünme; yorumlama, analiz etme, değerlendirme, çıkarım yapma, açıklama ve öz düzenleme gibi bilişsel süreçlerden oluşmaktadır. Bu süreçler, bireyin bilgiyi anlamlandırmasından başlayarak ulaştığı sonuçları gerekçelendirme ve kendi düşünme sürecini denetlemesine kadar uzanan bütüncül bir yapıdır (Facione, 1990). Eğitimsel açıdan eleştirel düşünme, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde aktif rol almasını, bilgiyi sorgulamasını ve düşüncelerini gerekçelendirmesini sağlayan üst düzey düşünme becerisidir. Eleştirel düşünmenin geliştirilmesi yalnızca bilgi aktarımına dayalı öğretim yaklaşımlarıyla değil; tartışma, problem çözme ve yansıtıcı düşünmeye dayalı öğrenme ortamlarının var olmasıyla mümkündür. Çünkü eleştirel düşünme eğilimi yüksek olan öğrenciler, bilgiyi doğrudan kabullenmek yerine onu anlamaya, sorgulamaya ve farklı bakış açısıyla yaklaşmaya yönelirler. Bilgiyi gerekçelendirir ve alternatif görüşleri dikkate alarak düşüncelerini yapılandırırlar. Bu sebeple de eleştirel düşünme eğiliminin yaratıcılığı destekleyen bilişsel ve duyuşsal bir güç olduğu söylenebilir.

2.4 Matematiksel Merak

Merak tanımı, bireylerin karşılaştığı bilgi eksikliğinde, yeni durumlarda karşılaştığında ortaya çıkan; keşfetmeye yönelik bilişsel ve duyuşsal durum olarak yapılabilir. Merak duygusu bireyi pasif olmaktan çıkararak çevresiyle etkileşim kuran ve sorgulayan bir özne haline getirmektedir.

Eğitim anlamında merak, öğrenme sürecinde ve zihinsel gelişimde önemli bir itici güç haline gelmektedir. Dewey'e göre (1910) göre merak, bireyin düşünme sürecini harekete geçiren ve öğrenmeyi anlamlı kılan noktalardan birisidir. Merak duygusuna sahip öğrenci öğrenme sürecine aktif bir şekilde katılır; sunulan bilgileri olduğu gibi kabul etmez, araştırır ve düşüncelerini yapılandırır.

Matematiksel merak, bireyin matematiksel kavramları, ilişkileri ve problem durumlarını keşfetmeye yönelik istekli olma durumu olarak düşünülebilir. Matematiksel merak düzeyi yüksek olan öğrenciler, problemlerin çözümünü bir zorunluluk gibi görmek yerine yeni bir yöntemi öğrenme ya da keşfetme fırsatı olarak değerlendirirler. Ayrıca bu öğrenciler; tek çözüm yolunu bulmakla yetinmeyip alternatif çözüm yollarını keşfetmek, kullanılan kurallar değiştiğinde sonuçların nasıl değişeceğini bilmek isterler. Bu şekilde matematiği kurallar bütünü olarak görmekten uzak; esnek ve yeniden yapılandırılabilir bir düşünme alanı olarak algılayacaklardır. Matematiksel merakın ortaya çıkabilmesi için öğrencilerin aktif rol aldığı ve açık uçlu problemlerin yer aldığı ders içi etkinliklerin oluşturulması oldukça önemlidir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin merak duygularını tetiklemektedir. Merak, bireyin farklı ihtimalleri araştırmasını, varsayımlar geliştirmesini ve ulaştığı sonuçları sorgulamasını teşvik ederek yaratıcı düşünmenin temelini oluşturur. Aynı zamanda ulaştığı matematiksel bilgileri eleştirel bakış açısıyla değerlendirir. Bu yönüyle matematiksel merak, matematiksel yaratıcılık ve eleştirel düşünmeyi destekleyen duyuşsal bir yapı olarak ele alınmaktadır.

2.5 Üstün Yetenekli Öğrencilerde Matematiksel Yaratıcılık, Eleştirel Düşünme ve Matematiksel Merak Birlikteliği

Yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme, problem çözme sürecinde birbirinden bağımsız işleyen beceriler değildir. Aksine etkileşim halinde ilerleyen ve birbirini tamamlayan iki temel düşünce boyutudur. Yaratıcı düşünme, bireyin bir problem durumu karşısında çok sayıda çözüm üretmesi, farklı durumlar keşfetmesi ve seçenekler geliştirmesini sağlar. Eleştirel düşünme, üretilen fikirlerin analiz edilmesini, mantıksal tutarlılıklarının sorgulanmasını ve matematiksel açıdan en uygun çözümün seçilmesini mümkün kılan düşünme sürecidir (Guilford, 1950; Ennis, 1985).

Problem çözme sürecinde birey, merak duygusuyla problem durumuna ilgi duyar, anlamaya yönelik çaba gösterir ve keşfetme isteği duyar. Yaratıcı düşünme yoluyla alternatif çözüm yolları üretir; eleştirel düşünme aracılığıyla bu çözüm yollarını değerlendirir ve uygun olanı belirler. Üstün yetenekli öğrenciler bağlamında bu etkileşim daha belirgin ve işlevsel bir nitelik kazanmaktadır.

Çünkü bu öğrencilerin problem çözme performanslarının; yaratıcılık, esneklik gibi üst düzey becerileriyle yakından ilişkili olduğu literatürde vurgulanmaktadır.

2.6 Literatür Taraması

Beşinci sınıf; öğrencilerin dört işlem ağırlıklı temel etkinliklerden, akıl yürütme, temsil kullanma, örüntü-genelleme ve gerekçelendirme gerektiren problem türlerine geçtiği; aynı zamanda merak düzeyinin yüksek olduğu ve sorgulayıcı tavrın arttığı kritik bir geçiş basamağıdır. Üstün yetenekli öğrenciler açısından bu dönem ayrıca önem taşır. Hızlı kavrama, örüntü fark etme, soyutlama, strateji üretme ve genelleme gibi bilişsel üstünlükler daha görünür hâle gelirken, bu potansiyelin matematiksel yaratıcılığa dönüşmesi bilişsel olduğu kadar motivasyonel ve duyuşsal değişkenlerle de ilişkilidir.

Literatürde üstün yetenekliliğin yalnızca bilişsel kapasiteyle açıklanamayacağı; yaratıcılık, görev bağlılığı, öz-düzenleme, öğrenme fırsatları ve psikososyal özellikler gibi bileşenlerin zaman içinde etkileşimle potansiyeli performansa dönüştürmesi yönündedir (Subotnik, Olszewski-Kubilius & Worrell, 2011). Bu çerçevede matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme eğilimi ve merak kavramı birlikte ele alındığında, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinde matematiksel yaratıcılık potansiyelini açıklayabilecek bütüncül bir yaklaşım ortaya çıkmaktadır.

Üstün yetenek kavramında iki vurgu öne çıkar. Bunlardan ilki üstün yeteneğin çok bileşenli olması diğeri ise gelişimsel bir süreçte şekillenmesidir. Renzulli'nin üç halka modeli, üstün performansı ortalamanın üzerinde yetenek, yaratıcılık ve göreve bağlılığın kesişimi olarak tanımlar (Renzulli, 1978). Bu model, özellikle yaratıcı üstün yeteneğe dikkat çeker. Öğrencinin yalnızca hızlı ve doğru çözüm üretmesi değil, yeni yollar denemesi, alternatifler geliştirmesi, fikirlerini savunması ve üretimini sürdürmesi üstün performansın önemli bir göstergesidir.

Gelişimsel bakış açısını güçlendiren modellerden biri, Gagné'nin üstün yeteneği doğal yetenekler ile geliştirilmiş yetenek/uzmanlık arasında ayıran yaklaşımıdır. Gagné, doğal kapasitenin sistematik öğrenme ve çevresel etkenlerle yeteneğe dönüştüğünü vurgular (Gagné, 1995; Gagné, 2008).

Bu model, üstün yetenekli öğrencilerde güçlü bilişsel potansiyelin her zaman yaratıcı ve sürdürülebilir performansa dönüşmediğini; merakın korunması, eleştirel değerlendirme alışkanlıklarının gelişmesi ve zengin öğrenme görevleri sunulması gibi etkenlerin dönüştürücü rol oynadığını ifade etmektedir. Beşinci sınıf gibi akademik beklentilerin yükseldiği bir dönemde, bu faktörlerin etkisi daha görünür olmaktadır. Öğrenci yüksek potansiyele sahip olsa da yaratıcılık performansı öğrenme ortamına ve kişisel özelliklere bağlı olarak farklılaşabilir.

Subotnik ve arkadaşları (2011) ise üstün yeteneği, zamanla alanda uzmanlığa doğru ilerleyen bir gelişim hattı olarak ele alır ve erken dönemde bilişsel göstergelerin önemli olmasıyla ilerleyen aşamalarda psikososyal becerilerin belirleyiciliğinin arttığını ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, üstün yetenekli öğrencilerde matematiksel yaratıcılığın yalnızca çok fikir üretimi değil, aynı zamanda fikirlerin eleştirel süzgeçten geçirilip savunulabilir hâle getirilmesiyle nitelik kazanabileceğini düşündürmektedir.

Matematiksel üstün yetenek tartışmalarında Krutetskii'nin (1976) çalışması, bu alandaki bilişsel özellikleri ayrıntılı biçimde ele aldığı için klasik bir referanstır. Krutetskii, matematiksel yeteneği; yapı ve ilişki görme, genelleme, esnek akıl yürütme, kısaltılmış düşünme ve matematiksel belleğin etkin kullanımı gibi bileşenlerle açıklamıştır.

Bu bileşenler, matematiksel yaratıcılığın ölçülmesinde sıkça kullanılan akıcılık, esneklik ve orijinallik göstergeleriyle ilişkilendirilebilir. Üstün yetenekli öğrencilerde matematiksel yaratıcılık, matematiksel yetenek bileşenlerinin yalnızca hızlı olmak ve doğru çözüm bulmakla değil, üretken düşünme olarak da görünülebilir önemli bir çıktı alanı olarak değerlendirilmektedir.

Literatürde özgünlük ve uygunluk/değer ikilisi, yaratıcılığın temel ölçütleri arasında kabul edilir (Runco & Jaeger, 2012).

Matematik bağlamında uygunluk; matematiksel doğruluk ve gerekçelendirmeyi, özgünlük ise rutin olmayan strateji seçimini, temsil dönüşümlerini, problem durumunu yeniden yorumlamayı ve alışılmışın dışındaki çözümleri içerir. Matematiksel yaratıcılık bu nedenle yalnızca çok sayıda çözüm üretme değil, aynı zamanda üretilen çözümlerin matematiksel geçerlik ve tutarlılık açısından değerlendirilmesini de kapsar.

Bu ikili, eleştirel düşünme eğiliminin matematiksel yaratıcılıkla kuramsal olarak neden ilişkili olabileceğini açıklamaktadır. Yaratıcılık seçenekleri artırır; eleştirel değerlendirme ise seçenekleri güçlendirir ve savunulabilir hâle getirir.

Haylock (1987), matematiksel yaratıcılığı öğrencinin tek çözüm üretmekten uzaklaşıp, farklı stratejilere yönelmesi üzerinden tartışmış; yaratıcı performansın özellikle rutin çözüm kalıplarının dışına çıkabilen öğrencilerde daha belirgin olabileceğini ileri sürmüştür. Haylock'un sonraki çalışmaları, yaratıcılık performansının fark edilebilmesi için öğrencinin farklı düşünme yollarını denemesine izin veren görevlerin ve eğitim ortamının önemini vurgulamaktadır (Haylock, 1997). Üstün yetenekli öğrenciler için bu vurgu özellikle kritiktir. Çünkü standart görevlerde yüksek doğruluk, yaratıcı çeşitliliğin önüne geçebilir. Oysa yaratıcılık performansı, alternatif yollar üretme ve problem koşullarını yeniden yapılandırma davranışlarıyla daha iyi yakalanır.

Matematiksel yaratıcılığın doğasına ilişkin literatür, yaratıcılığın matematikte hem ürün hem süreç boyutunda ele alınması gerektiğini belirtir. Mann (2006), matematiksel yaratıcılığı tanımlayan literatürü derleyerek; matematiksel yaratıcılık performansının yüksek olduğu öğrencinin merak, risk alma, esneklik, yapı görme ve estetik duyarlılık gibi özellikler sergileyebileceğini belirtmektedir. Matematiksel yaratıcılığın karakteristik yapısına odaklanan çalışmalar da yaratıcılığın bilişsel ve duyuşsal bileşenlerini bir arada vurgulamaktadır (Nadjafikhah, Yaftian, & Bakhshalizadeh, 2012). Bu tartışmalar, üstün yetenekli öğrencilerde yaratıcılığın yalnızca yüksek bilişsel kapasite ile açıklanamayacağını; öğrencinin merakı ve eleştirel değerlendirme eğiliminin yaratıcı süreçleri başlatma ve sürdürmede belirleyici olabileceğini düşündürmektedir.

Chamberlin ve Mann (2021) matematikte duyuşsal özellikler ve yaratıcılık ilişkisinin altını çizdiği çalışmada, üstün yetenekli öğrencilerde yaratıcılığın yalnızca bilişsel değil; aynı zamanda merak, ısrar ve alışılmış kalıpları sorgulama gibi bileşenlerle güçlendiğini tartışmaktadır. Bu perspektif, merak ve eleştirel düşünme eğilimini yaratıcı matematik üretimini taşıyan iki temel eğilim olarak düşünmeyi destekler.

Merak, keşif davranışını başlatıp sürdürürken; eleştirel düşünme eğilimi, üretilen fikirlerin güvenilir ve savunulabilir bir matematiksel gerekçeye dönüşmesini kolaylaştırır.

İlkokul yaş aralığında matematiksel yaratıcılığın üstün yetenekle ilişkisini doğrudan ele alan güçlü çalışmalardan biri, Assmus ve Fritzlar'ın (2022) ZDM'de yayımlanan görüşme çalışmasıdır. Araştırmacılar, ilkokul çağındaki öğrencilerin örüntü oluşturma süreçlerini incelemiş; öğrencilerin yapı dönüşümleri, kural çeşitlendirme ve özgün düzenlemeler üretme gibi stratejiler kullandıklarını göstermiştir. Çalışma, matematiksel üstün yetenek ve matematiksel yaratıcılığın bazı ortak bilişsel dayanakları paylaşabileceğini ancak yaratıcılık performansının görünür hâle gelmesinde görev tasarımının ve etkileşim süreçlerinin belirleyici olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgu, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinde yaratıcılığı değerlendirmek için üretime açık görevlerin gerekliliğine işaret etmektedir.

Matematiksel yaratıcılığı ölçmek çok boyutlu bir değerlendirme gerektirir. Açık uçlu görevler, problem kurma etkinlikleri ve bir probleme birden fazla yaklaşım geliştirmeyi teşvik eden görevler matematiksel yaratıcılığın görünürlüğünü artırabilmektedir. Bununla birlikte üstün yetenekli örneklemlerde ölçmeye özgü iki zorluk öne çıkar. Birincisi tavan etkisidir. Standart görevlerde yüksek doğruluk ve hız kavramları öğrenciler arası farklılaşmayı azaltabilir. İkincisi görev uyumudur. Görev fazla kolay ya da fazla sınırlı olduğunda yaratıcı çeşitlilik ortaya çıkmayabilir. Bu nedenle üstün yetenekli beşinci sınıflar için ölçme yaklaşımının, farklı temsil ve stratejileri uygulamaya yönlendiren, ancak matematiksel gerekçelendirmeyi de zorunlu kılan görev türlerini içermesi önemlidir.

Ölçme alanında yapılan sistematik incelemeler, matematiksel yaratıcı düşünmeyi değerlendirmede rubrik temelli puanlamanın ve açık uçlu görevlerin yaygın olduğunu ancak geçerlik-güvenirlik kanıtlarının ve süreç kanıtlarının daha güçlü raporlanması gerektiğini ortaya koymaktadır (Suherman & Vidákovich, 2022). Bu bulgu, üstün yetenekli öğrencilerde yaratıcı performansı yakalamak için üretilen çözüm sayısı kadar, çözümlerin tür çeşitliliği ve gerekçelendirme kalitesinin de puanlamaya dâhil edilmesinin önemini gösterir. Üstün yetenekli öğrenciler, aynı problemde farklı strateji üretebilseler bile bu stratejilerin farklılığı ve öne çıkarılan matematiksel fikirlerin nitel değerlendirmeyle daha iyi anlaşılacağı belirtilmektedir. Bir probleme birden fazla çözüm yolu üretmeyi temel alan görevler (çoklu çözüm görevleri) yaratıcı performansı görünür kılmada sıklıkla kullanılan yaklaşımlardan biridir.

Jukić Matić (2024), çoklu çözüm görevleri üzerinden öğrencilerin strateji çeşitliliğini ve yaratıcı düşünmeye ilişkin görüşlerini incelemiş; görev yönergesinin ve öğrencinin strateji açıklamalarının, yaratıcılık göstergeleriyle birlikte yorumlanmasının önemini vurgulamıştır. Literatürde bu yaklaşımı kuramsal açıdan ayrıntılandıran kaynaklardan biri olan Leikin; matematiksel yaratıcılık çerçevesini, yaratıcı düşünmenin en iyi biçimde "çoklu çözüm görevleri" (Multiple Solution Tasks; MST) üzerinden görünür olduğu varsayımına dayandığını ve yaratıcılığı tek bir doğru sonuca ulaşmaktan ziyade, aynı probleme ilişkin birden fazla matematiksel açıdan geçerli çözüm üretme ve bu çözümleri çeşitlendirme kapasitesi olarak ele alır (Leikin, 2009). Bu yaklaşımda öğrenci çözümleri önce problem için tanımlanan uzman çözüm alanları/yöntem gruplarına (temsil ve strateji ailelerine) göre sınıflandırılır; ardından akıcılık, esneklik ve orijinallik göstergeleri üzerinden değerlendirme yapılır.

Matematik bağlamında yaratıcılık ile başarı ilişkisi uzun süredir tartışılmaktadır. Bir yandan yaratıcı düşünmenin problem çözmede yeni yollar üretmeyi destekleyerek başarıya katkı sunabileceği; diğer yandan, standart başarı ölçümlerinin (doğruluk ve hız) yaratıcı çeşitliliği her zaman yakalayamadığı ileri sürülmektedir. Bu nedenle ilişkinin problem türüne ve ölçme yaklaşımına göre değişmesi beklenir.

Schoevers, Kroesbergen, Moerbeek ve Leseman (2022), ilkokul üst sınıflardaki öğrencilerin farklı türde geometri problemlerindeki performansını incelemiş; yaratıcılığın bazı problem türlerinde performansı anlamlı biçimde yordayabildiğini ve ilişkinin özellikle açık uçlu/rutin olmayan problemler bağlamında daha belirginleşebildiğini raporlamıştır. Bu bulgu, üstün yetenekli beşinci sınıflarda matematiksel yaratıcılığın yalnızca fikir üretimi değil, problem türüne bağlı olarak problem çözme performansı ve strateji seçimiyle de ilişkilendirilebileceğini düşündürmektedir.

Yaratıcılık ve matematik başarısı arasındaki ilişkiyi daha geniş bir perspektifte ele alan başka bir araştırma, iki yapı arasında genel olarak pozitif bir ilişki olduğunu; ancak ölçme araçları, yaş düzeyi ve örneklem özelliklerine bağlı olarak değişkenlik bulunduğunu göstermektedir (Bicer, Capraro & Capraro, 2021). Üstün yetenekli örneklemlerde bu değişkenlik daha da kritik hâle gelebilir.

Başarı düzeyi yüksek gruplarda yaratıcı performansı ayırt eden unsur, yalnızca doğruluk değil; strateji çeşitliliği, temsil esnekliği, gerekçelendirme derinliği ve problem durumunu yeniden yapılandırma kapasitesi gibi daha incelikli göstergeler olabilir. Bu noktada, yaratıcılık-başarı ilişkisini tartışırken, ölçme aracının yaratıcılığa alan açıp açmadığı sorusu belirleyici olabilir.

Eleştirel düşünme; analiz, değerlendirme, çıkarım, açıklama ve öz-düzenleme gibi bilişsel becerilerle birlikte, bu becerileri kullanmaya yönelik eğilimleri de kapsar. Delphi raporu, eleştirel düşünmeyi hem beceri hem eğilim boyutlarıyla ele alan temel bir uzlaşı belgesidir (Facione, 1990). Eleştirel düşünme eğilimi; kanıt arama, açık fikirlilik, sistemlilik, analitik ve bilişsel olgunluk gibi boyutlarda, bireyin eleştirel düşünmeyi başlatma ve sürdürme isteğini temsil eder. Bu nedenle eleştirel düşünme eğilimi, üstün yetenekli öğrencilerde özellikle önemlidir. Yüksek bilişsel kapasite her zaman yüksek düzeyli değerlendirme davranışına dönüşmeyebilir. Öğrenci ürettiği çözümü gerekçe bakımından sınamaya istekli olduğunda, yaratıcı üretimin matematiksel geçerliği ve tutarlılığı da güçlenir.

Üstün yetenekli öğrencilerde eleştirel düşünmeye ilişkin araştırmalar, eleştirel düşünmenin bu grupta önemli bir öğrenme çıktısı ve ayırt edici bir beceri alanı olabileceğini göstermektedir.

Kettler (2014), ilkokul düzeyinde (üstün yetenekli ve genel eğitim gruplarıyla) eleştirel düşünme becerilerini karşılaştırmış ve eleştirel düşünmenin öğrenci grupları arasında farklılaşabildiğini ortaya koymuştur. Bu tür çalışmalar, üstün yetenekli beşinci sınıflarda eleştirel düşünme eğiliminin, yaratıcı matematik üretimini destekleyen bir eğilimsel temel olabileceğini düşündürür. Özellikle gerekçelendirme beklentisinin arttığı bir basamakta bu ilişki daha görünür hâle gelebilmektedir.

Merak, bireyin bilgi boşluğunu fark ederek bu boşluğu kapatmaya dönük bilgi arama davranışı göstermesi olarak ele alınır. Loewenstein'in (1994) bilgi boşluğu kuramı, merakın kişinin bildikleri ile bilmek istedikleri arasındaki farkı "boşluk" olarak algılamasıyla ortaya çıktığını ve bu boşluğu gidermeye dönük keşif davranışını motive ettiğini ileri sürer. Matematik öğrenmede bu mekanizma sık görülür. Öğrenci bir örüntüde kuralı, bir çözümün genellenebilirliğini test eder ya da bir yöntemin sınırlarını sorgular. Bu süreçte merak, yaratıcı üretimin tetikleyicilerinden biri olarak işlev görebilir.

Merakın psikoloji ve nörobilim literatüründeki sentezleri, merakın öğrenme kazanımlarını artıran güçlü bir motivasyon kaynağı olduğunu vurgular. Kidd ve Hayden (2015), merakın belirsizliği azaltma, ödül beklentisi ve öğrenme fırsatlarını seçme gibi mekanizmalarla ilişkisini tartışarak, merakın bilişsel kaynakların hangi konuya yöneltileceğini belirleyen bir işlev gördüğünü ileri sürer. Epistemik merakın boyutlarına ilişkin yaklaşımda Litman (2008), merakı ilgi temelli ve yoksunluk/eksiklik temelli boyutlar üzerinden ele almış; bireyin bazı durumlarda haz odaklı keşfe, bazı durumlarda tamamlama ihtiyacına dayalı ısrarlı bilgi arayışına yönelebileceğini göstermiştir. Eğitim bağlamında epistemik merak ile yaratıcılık ilişkisini ele alan başka bir çalışma da, merakın yaratıcı üretimi destekleyebilecek bilişsel ve motivasyonel mekanizmalarla bağlantılı olduğunu tartışmaktadır (Li, 2023). Bu çalışmalar, merakın konuya ilgiden fazlası olduğunu; yaratıcı süreçleri besleyen bir enerji kaynağı gibi işleyebildiğini düşündürür.

Üstün yetenek bağlamında merakın özel bir yeri vardır. Üstün yetenekli öğrencilerin daha karmaşık sorular sorma, belirsizlikle daha uzun süre çalışabilme ve keşif davranışına yönelme eğilimleri; merakın bu grupta yaratıcı üretime "yakıt" sağlayabileceğini düşündürür.

Merak ve üstün yetenek ilişkisini ampirik olarak tartışan çalışmalar, epistemik merakın üstün yetenek belirleme süreçlerinde veya üstün öğrencilerin öğrenme profillerinde ayırt edici olabileceğini ileri sürmüştür (Hays, 2018). Bu hat, üstün yetenekli beşinci sınıflarda merakın matematiksel yaratıcılıkla ilişkisini araştırmayı kuramsal olarak daha anlamlı hâle getirir. Merak, öğrencinin yeni stratejiler denemesini ve problem durumunu farklı açılardan yeniden kurmasını teşvik ederken, eleştirel düşünme eğilimi bu üretimi matematiksel tutarlılık ve gerekçe açısından güçlendirebilir.

Üstün yetenekli öğrencilerde matematiksel yaratıcılık araştırmaları, çoğu zaman yaratıcılığın görev tasarımlarıyla görünür kılınması, yaratıcılık-performans ilişkisi ve belirli matematiksel içerik alanlarında (örüntüler, geometri, problem kurma) yaratıcı stratejilerin tanımlanması eksenlerinde toplanır. Assmus ve Fritzlar (2022), ilkokul çağında örüntü oluşturma süreçlerini ayrıntılı biçimde inceleyerek, yaratıcı üretimin erken yaşlarda da ortaya çıkabildiğini göstermiştir. Bu çalışma, özellikle örüntü oluşturma gibi yapı ve kural üretimini ortaya çıkarmasını sağlayan görevlerin, matematiksel yaratıcılığı yakalamada güçlü bir faktör olabileceğine işaret eder.

Benzer biçimde, ilkokul üst sınıflarda yaratıcılık-performans ilişkisini problem türleri üzerinden ele alan Schoevers ve arkadaşlarının (2022) bulguları, yaratıcılığın her problem türünde aynı biçimde görünmeyebileceğini göstermiştir. Bu sonuç, üstün yetenekli beşinci sınıflarda yaratıcı performansı incelerken görev seçiminin neden kritik olduğunu açıklar. Eğer görev sadece doğru yolu istiyorsa yaratıcı çeşitlilik sınırlı kalabilir. Buna karşılık, farklı temsilleri, genellemeyi ve gerekçelendirmeyi teşvik eden görevler, öğrencinin strateji çeşitliliğini daha görünür hâle getirir.

Üstün yetenekli ilkokul öğrencilerinde örüntüler ve genelleme gibi becerilerin de yaratıcı düşünmeyle kesiştiği görülmektedir. Örneğin Syawahid (2024), beşinci sınıf düzeyindeki matematiksel üstün yetenekli öğrencilerin doğrusal örüntülerde genelleme süreçlerini incelemiştir. Örüntü genellemesi, yalnızca doğru cevabı bulmaktan ziyade kuralı kurma ve gerekçelendirme içerdiği için, matematiksel yaratıcılığın temel süreçleriyle (yapı görme, temsil dönüşümü, farklı kural ifade etme) yakından ilişkilidir.

Bu tür çalışmalar, beşinci sınıf bağlamında yaratıcı matematik üretimini açıklamak için, örüntü ve genelleme gibi içerik alanlarının verimli olabileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Yaratıcılığın başarıyla ilişkisini sentezleyen çalışmalar, yaratıcılık-başarı ilişkisinin genellikle olumlu olduğunu; ancak etkilerin heterojenleştiğini göstermektedir (Bicer et al., 2021). Bu heterojenlik, üstün yetenekli örneklemlerde daha belirgin olabilir. Yüksek başarı düzeyi, yaratıcılığın ölçülmesini zorlaştırabilir.

Bu nedenle benzer çalışmalarda ölçme araçlarının sınırlılığı, tavan etkisi ve yaratıcı performansı ayırt edecek nitel göstergelerin eksikliği sıkça tartışılan bir sorundur (Suherman & Vidákovich, 2022).

Ayrıca eleştirel düşünmenin üstün yetenekli ilkokul öğrencilerinde ayrı bir çalışma hattı olarak incelendiği görülmektedir. Kettler'in (2014) çalışması, üstün yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme becerileriyle ilgili farkların ilkokul düzeyinde de gözlenebildiğini göstermektedir. Ancak matematik bağlamında eleştirel düşünme eğiliminin, matematiksel yaratıcılıkla aynı araştırma modeli içinde ele alındığı çalışmaların görece az olması, bu alanda ilişkisel çalışmalar için bir gerekçe oluşturur.

Benzer biçimde, merak literatürü de çoğunlukla genel öğrenme bağlamında ele alınmakta; matematiksel yaratıcılıkla birlikte, üstün yetenekli beşinci sınıf düzeyine indirgenmiş birleşik modeller daha sınırlı görünmektedir (Li, 2023; Hays, 2018).

Literatür, matematiksel yaratıcılığın ilkokul düzeyinde gözlenebilir ve ölçülebilir olduğunu; açık uçlu görevler ve farklı problem türleriyle yaratıcı düşünmenin görünür hâle getirilebileceğini göstermektedir (Haylock, 1997; Mann, 2006; Assmus & Fritzlar, 2022). Üstün yetenek alanındaki gelişimsel modeller ise potansiyelin yüksek performansa dönüşmesinde psikososyal bileşenleri vurgular (Gagné, 1995; Subotnik et al., 2011). Merak ve eleştirel düşünme eğilimi bu psikososyal bileşenler içinde, yaratıcı üretimi hem başlatma hem de nitelikli hâle getirme potansiyeli bakımından öne çıkar (Kidd & Hayden, 2015; Li, 2023).

Bununla birlikte, benzer çalışmalar incelendiğinde üç sınırlılık dikkat çeker. Birincisi, matematiksel yaratıcılık çoğu çalışmada başarı ile ilişkilendirilmiş; merak ve eleştirel düşünme eğilimi genellikle ayrı araştırma hatlarında tartışılmış ya da ikincil değişkenler olarak kalmıştır (Bicer et al., 2021; Schoevers et al., 2022).

İkincisi, üstün yetenekli örneklemlerde yüksek doğruluk ve hız nedeniyle tavan etkisi görülebileceği için, yaratıcılığı ayırt eden duyuşsal belirleyicilerin birlikte ele alınmasına daha fazla ihtiyaç vardır (Suherman & Vidákovich, 2022). Üçüncüsü, ilkokuldan ortaokula geçiş yılı olarak beşinci sınıf gerek görevlerin bilişsel talebi gerek öğrencilerin motivasyonel profili bakımından özgül bir dönem olmasına rağmen, bu düzeyde üstün yetenekli öğrencilerde üç değişkeni aynı modelde ilişkilendiren araştırmalar sınırlıdır.

Bu çalışmayla örneklemi üstün yetenekli 5. sınıf öğrencileriyle sınırlandırarak, geçiş basamağında yaratıcı matematik üretiminin hangi eğilimsel/duyuşsal değişkenlerle birlikteliğine, matematiksel yaratıcılığı görev temelli bir yaklaşımla ele alıp, yaratıcı performansı yalnızca ürün sayısı üzerinden değil; strateji çeşitliliği ve gerekçelendirme kalitesi gibi boyutlarla birlikte tartışarak, eleştirel düşünme eğilimiyle bağlantıyı daha anlamlı yorumlamaya imkân verecektir.

Üstün yetenekli öğrencilerin matematik eğitimi alanında yürütülen araştırmalar incelendiğinde, çalışmaların önemli bir bölümünün farklılaştırılmış öğretim uygulamaları, geometri öğretimi, matematiksel akıl yürütme, modelleme yeterlikleri, eğitim ortamları ve eleştirel düşünme gibi temalara odaklandığı görülmektedir.

Bu çalışmalar, üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel gelişimlerini farklı boyutlarıyla anlamaya katkı sunmakta; özellikle öğretimsel müdahale, performans gelişimi ve öğrenme ortamlarının niteliği açısından önemli bulgular ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, söz konusu çalışmaların yöntemsel desenleri ve ele aldıkları değişken birliktelikleri karşılaştırıldığında, matematiksel yaratıcılığın eleştirel düşünme eğilimi ve merak düzeyi ile aynı örneklem üzerinde birlikte incelendiği araştırmaların sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencileri düzeyinde yürütülen çalışmaların bir kısmı yaratıcılık, başarı ve uzamsal yetenek gibi değişkenlere yoğunlaşırken; eleştirel düşünme eğilimi ve merak düzeyinin matematiksel yaratıcılıkla ilişkisini birlikte ele alan ilişkisel çalışmalara daha az rastlanmaktadır.

Sonuç olarak, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinde matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme eğilimi ve merak arasındaki ilişkileri incelemek; hem kuramsal açıdan üstün yetenek modellerinin psikososyal bileşenlerini matematik öğrenme bağlamında somutlaştıracak, hem de uygulama açısından yaratıcı matematik öğretiminin tasarımında hangi eğilimlerin (merak, eleştirel değerlendirme isteği) özellikle desteklenmesi gerektiğine dair kanıta dayalı öneriler üretmeye katkı sağlayacaktır.

3
YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırma, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıkları ile matematiksel merak ve eleştirel düşünme eğilimleri arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçladığı için; nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. İlişkisel taramalar, hedef kitleden tek seferde toplanan veriler üzerinden genel özellikler, tutumlar ve sınav puanları gibi faktörler arasındaki ilişkileri tespit etmek için kullanılır (Cohen et al., 2018). Üstün yetenekli öğrencilerle yürütülen bazı araştırmalarda deneysel desenler ve öğretim müdahalesi temelli uygulamalar yer almakla birlikte, mevcut çalışmanın temel amacı bir öğretim programı ya da müdahalenin etkililiğini sınamak değil; matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme eğilimi ve merak düzeyi arasındaki mevcut ilişki örüntüsünü belirlemektir.

Bu yaklaşım, çalışmanın önceki müdahale temelli araştırmalardan farklı olarak üstün yetenekli öğrencilerin mevcut bilişsel ve eğilimsel özelliklerinin matematiksel yaratıcılıkla ilişkisini betimleme ve yorumlama amacına hizmet etmektedir.

Araştırma yönteminde kullanılan veri toplama gereçleri; üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeylerini ölçmek için ilk önce sekiz adet açık uçlu problem sorusu çözdürülüp yaratıcılık puanları hesaplanmış daha sonra matematiksel merak düzeyinin belirlenebilmesi için merak ölçeği ve eleştirel düşünme eğilimlerinin belirlenebilmesi için eleştirel düşünme eğilim ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

3.2 Araştırmanın Örneklemi

Bu araştırmanın çalışma grubu, veri toplama sürecinde kolay erişilebilir olan ve araştırmanın yürütüldüğü Türkiye'deki bir Bilim ve Sanat Merkezinde öğrenim gören beşinci sınıf düzeyinde 56 öğrenciden oluşmaktadır. Kolay örneklemin en büyük temel avantajı, araştırmacının erişimi kolay, elverişli ve gönüllü katılımcılardan oluşan bir çalışma grubuna kısa sürede ulaşabilmesidir. Bu yaklaşım, özellikle zaman, maliyet ve erişim kısıtlarının belirgin olduğu durumlarda veri toplama sürecini hızlandırarak araştırmanın uygulanabilirliğini artırır (Creswell & Creswell, 2018; Fraenkel et al., 2012; Patton, 2015).

3.3 Verilerin Toplanması

Bu araştırmada, Türkiye' de bir Bilim ve Sanat Merkezinde öğrenim gören beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık seviyesi; açık uçlu, birden fazla çözüm yoluna sahip problemler aracılığıyla belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin matematiğe duydukları ilgi ve öğrenme isteklerini incelemek amacıyla Arıkan, Özgenel, Erdem ve Ünal (2023) tarafından geliştirilen likert tipi Matematiksel Merak Ölçeği ve yine öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini belirlemek için Yıldırım Döner ve Demir (2022) tarafından geliştirilen likert tipi Ortaokul Öğrencileri İçin Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği kullanılmıştır. Böylelikle ilişkisel tarama modeli ile matematiksel yaratıcılık düzeyi, eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak arasındaki ilişki incelenmiştir.

Araştırmada veri toplama süreci, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin gelişimsel özellikleri, dikkat süreleri, okulun uygulama takvimi ve kullanılan ölçme araçlarının niteliği dikkate alınarak oturumlara ayrılmış biçimde planlanmıştır. Veri toplama araçlarının tek oturumda uygulanmasının öğrencilerde yorgunluk ve bilişsel yük oluşturabileceği öngörüldüğünden, uygulamalar haftalara yayılarak gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada, öğrencilerin matematiksel yaratıcılık düzeylerini belirlemeye yönelik açık uçlu problem çözme uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamada öğrencilerden soruları anlamlandırmaları, birden fazla çözüm yolu geliştirmeleri ve çözümlerini yazılı olarak ifade etmeleri beklendiğinden, uygulama için iki ders saati ayrılmıştır.

Uygulama sürecinde öğrencilere standart yönerge verilmiş, sorulara bireysel olarak yanıt vermeleri sağlanmış ve süreç boyunca yönlendirici ipuçlarından kaçınılmıştır.

İkinci aşamada, matematiksel yaratıcılık uygulamasını izleyen hafta öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini belirlemeye yönelik ölçek bir ders saatinde uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise öğrencilerin merak düzeylerini belirlemeye yönelik ölçek, sonraki oturumda bir ders saati içinde uygulanmıştır. Böylece veri toplama süreci, öğrencilerin dikkat sürelerini koruyacak ve her bir ölçme aracına daha odaklı katılımı destekleyecek şekilde kademeli olarak yürütülmüştür.

3.4 Veri Toplama Araçları

3.4.1 Matematik Problemleri

Matematiksel yaratıcılığı ölçmek amacıyla birden fazla çözüm yoluna sahip, beşinci sınıf düzeyine uygun sekiz adet açık uçlu soru hazırlanmıştır. Araştırmada öğrencilere uygulanan matematik soruları alan yazındaki çalışmalarda yer alan problemler incelenerek belirlenmiş ve beşinci sınıf düzeyine uygun olacak şekilde araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Esas verilerin toplanacağı bu sorular öncesinde pilot uygulama yapılmış, uzman görüşleri değerlendirilmiş ve geri dönütler doğrultusunda sorular yeniden yapılandırılmıştır.

Soru yönergelerinde öğrencilerin çözümlerini olabildiğince çeşitli gösterim ve işlem yolları ile ifade etmeleri istenerek farklı gösterimler kullanma, modelleme, listeleme, kural bulma, genelleme yapma ve deneme yanılma gibi yöntemlerle çözebilmelerine imkân tanıyacak şekilde çözüm yapmaları sağlanarak yaratıcılık düzeylerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çünkü Leikin (2007) birden fazla strateji ile çözülebilen soruların öğrencilerin yaratıcılık düzeylerinin gözlenebilmesinde etkili olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca öğrencilerin problemlere dair oluşturdukları çözümler, matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Silver (1997), matematiksel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarıyla birlikte değerlendirilebilmesi için çok çözümlü problemlerle öğrenciyi buluşturmanın gerekliliğini belirtmiştir.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar değerlendirilirken sistematik bir şekilde analiz edilebilmesi için Leikin (2007), çözüm alanı yaklaşımını sunmakta; bu alanı olası çözümlerin kümesi olarak tanımlamakta ve bu alanları uzman, bireysel ve kolektif çözüm alanı olarak sınıflandırmaktadır.

Ancak araştırmanın örnekleminin yaş düzeyi dikkate alınmadan yürütülmesi araştırmanın geçerliğini zayıflatabilmektedir. Levav-Waynberg & Leikin (2012) de çözüm alanlarının araştırmanın hedefine duyarlı bir şekilde yapılandırılması gerektiğini belirtmektedir. Dolayısıyla uzman çözüm alanı oluşturulurken mümkün olan tüm çözüm yollarını kapsaması yerine beşinci sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin bilişsel özellikleri ve öğrenim deneyimleri dikkate alınmıştır. Leikin (2013) da üstün yetenekli öğrencilerin yaşıtlarına kıyasla yaratıcı problem çözme yöntemleri geliştirdikleri ancak yaş düzeyinden dolayı bilişsel sınırlılıklarının olabildiğini vurgulamaktadır; bireylerin matematiksel yaratıcılığı değerlendirilirken, üretilen çözüm çeşitliliği ve kullanılan yöntemlerin esnekliğinin dikkate alınması gerekliliğine dikkat çekmekte, değerlendirme ölçütlerinin öğrencilerin gelişim düzeylerine uygun olmasına vurgu yapmaktadır.

Tablo 3.1 soruların hangi amaca yönelik seçildiğini belirtmek amacıyla hazırlanmıştır.

Tablo 3.1 Soruların seçilme sebebine yönelik belirtke tablosu

Soru	Baskın Problem Türü	Ölçülmesi Hedeflenen Başlıca Göstergeler	Yaratıcılık Boyutları
1	Oransal/eşit paylaşım ve tersine akıl yürütme	Koşul analizi, cebirsel/modelleme yaklaşımı, çoklu temsil	Akıcılık-Esneklik-Özgünlük
2	Ölçme kabı	Algoritmik strateji kurma, işlem sıralaması, geri izleme	Esneklik-Özgünlük
3	Örüntü ve genelleme	Düzen fark etme, genelleme, tablo/şekil temsili	Akıcılık-Esneklik

4	Sayı ve işlem kombinasyonu ile hedef sayı	Deneme-iyileştirme, işlem seçimi, ifade kurma	Akıcılık-Esneklik-Özgünlük
5	Doğrusal para problemi	Sistematik listeleme, denklik ilişkisi, çözüm kümesi düşüncesi	Akıcılık-Esneklik
6	El sıkışma (kombinatorik sayma)	Sistematik sayma, genelleme, temsil değişimi	Esneklik-Özgünlük
7	Dış sınır sayma	Uzamsal yapı görme, çift sayma hatasını önleme, alan-çevre ilişkisi	Esneklik
8	Kes-yapıştır türü alan-çevre muhakemesi	Parçalama-birleştirme, alan/çevre ayrımı, gerekçelendirme	Esneklik-Özgünlük

Tablo 3.1 Soruların seçilme sebebine yönelik belirtke tablosu (devamı)

Tablo 3.2 de yer alan birinci problem eşit paylaşım, parça-bütün ilişkisi ve tersine akıl yürütmeyi aynı anda gerektiren bir problem türüdür. Problemin dikkat çekici yönü, öğrenciden doğrudan sayısal işlem yapmasını değil, verilen sözel koşulu yapısal bir ilişkiye dönüştürmesini beklemesidir.

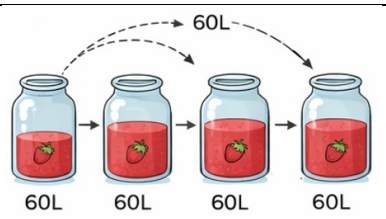
Bu nedenle soru, yalnızca aritmetik işlem yeterliğini değil, ilişki kurma ve problem koşulunu matematiksel modele dönüştürme becerisini görünür kılar. Matematiksel yaratıcılık açısından bu görevde özellikle farklı çözüm yolları üretme potansiyeli yüksektir.

Öğrenci problemi tablo kurarak, birim miktar varsayımıyla, tersinden giderek, cebirsel sembolleştirme yoluyla ya da çizimsel paylaşım modeliyle çözebilir. Dolayısıyla soru, akıcılık (kaç farklı çözüm üretildiği) ve esneklik (farklı strateji sınıfları) boyutları için elverişlidir.

Üstün yetenekli öğrencilerde sayısal yapıların erken fark edilmesi ve ilişkisel düşünmenin ayırt edici rolü vurgulanan çalışmalarla da uyumludur (Mann, 2006). Sözel durum problemlerini matematiksel ilişki ve temsil biçimlerine dönüştürme becerisi, problem çözme literatüründe merkezi bir yere sahiptir (Pólya, 1945). Ayrıca çoklu temsil ve çoklu çözüm üretimine açık görevlerin yaratıcılık incelemelerinde işlevsel olduğu belirtilmektedir (Leikin, 2009). Bu nedenle soru 1, araştırmada hem yaratıcı çözüm üretimini hem de eleştirel biçimde koşul çözümlemeyi tetikleyen uygun bir başlangıç görevi olarak değerlendirilebilir.

Tablo 3.2 Birinci problemin uzman çözümleri

1.Problem: Çiğdem teyze, kış için hazırladığı çilek reçellerini her birinde 60 litre olacak şekilde eş cam kavanozlara doldurmuştur. Ancak kavanozlardan birinin kapağının olmadığını fark eder. Kapağı olmayan bu kavanozdaki reçelin tamamını, diğer sağlam kavanozlara eşit olarak paylaştırır. Paylaştırma bittiğinde her kavanoza eklenen reçel miktarının, o kavanozun içindeki ilk reçel miktarının 1/3' ü kadar olduğunu hesaplar. Buna göre Çiğdem teyzenin başlangıçta toplam kaç kavanozu vardır? Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Denklem Kurma	Kavanoz sayısı x olsun. Kapağı olmayan 1 kavanozdaki 60 L, diğer (x-1) kavanoza eşit paylaştırılır. Her kavanoza eklenen miktar 60/(x-1) litredir. Bu miktar, başlangıçtaki 60 L'nin 1/3'üne eşittir: 60/(x-1) = 60/3 Buradan x-1=3 ve x=4 bulunur.
B- Birim Kesir ile Akıl Yürütme	Her sağlam kavanoza eklenen miktar 60'ın 1/3'ü olduğundan 20 L'dir. 60 L toplam aktarım, 20+20+20 biçiminde 3 sağlam kavanoza bölünür. Toplam 3+1=4 kavanoz vardır.
C- Şema/Çizim ile Gösterme	

	 60 L'yi üç eş parçaya ayırır (20+20+20). Kapağı olmayan kavanozdan gelen 60 litre bu üç kavanoza aktarılır. Her bir parçanın bir sağlam kavanoza gittiğini şemada göstererek sağlam kavanoz sayısını 3, toplam kavanoz sayısını 4 bulunur.

Tablo 3.2 Birinci problemin uzman çözümleri (devamı)

Tablo 3.2 de yer alan ikinci problem klasik ölçme problemidir. Ölçü işareti olmayan iki kapla hedef miktarı elde etme görevi, öğrencinin yalnızca aritmetik işlem yapmasını değil, ardışık işlem planı kurmasını, ara durumları izlemesini ve gerektiğinde geri dönerek stratejisini yeniden düzenlemesini gerektirir. Bu nedenle soru, prosedürel akıl yürütme ile üstbilişsel kontrolü birlikte harekete geçiren bir problem niteliğindedir.

Araştırmanın amacı açısından bu görev, özellikle strateji esnekliğini ve sistematik düşünmeyi gözlemlemek için uygundur. Öğrenciler doldur-boşalt-aktarma adımlarını sıralı listeleme, durum şeması çizme ya da deneme-iyileştirme biçiminde kurgulayabilirler. Aynı hedefe farklı işlem dizileriyle ulaşılması durumunda esneklik ve özgünlük göstergeleri daha görünür hale gelir.

Ayrıca başlangıçta başarısız görünen denemelerin daha sonra doğru stratejiye zemin hazırlaması, üretken başarısızlık yaklaşımında vurgulanan öğrenme dinamikleriyle de uyumludur (Kapur, 2008).

Problem çözmede plan yapma, ilerlemeyi izleme ve geriye dönük kontrol süreçleri Pólya geleneğiyle problem çözme çalışmaları içinde temel boyutlar olarak ele alınmaktadır (Pólya, 1945).

Çoklu çözüm olasılığı taşıyan bu tür görevlerin yaratıcılığı destekleyen öğretim ve değerlendirme bağlamlarında kullanılması da literatürle tutarlıdır (Sriraman, 2004).

Tablo 3.3 İkinci problemin uzman çözümleri

2. Problem: Ali'nin evinde bir akvaryum ve üzerinde hiçbir ölçü çizgisi olmayan, sadece 3 bardak ve 5 bardak su alan iki boş şişe vardır. Ali, yalnızca bu iki şişeyi kullanarak 4 bardak suyu nasıl ölçebilir? Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Adım Listesi	1) 5 bardaklık şişeye su doldur. 2) 5 bardaklık şişeden 3 bardaklık şişenin tamamı dolana kadar su aktar. 5 bardaklık şişede 2 bardaklık su kalır. 3) 3 bardaklık şişeyi boşalt. 4) 2 bardaklık kalan suyu 3 bardaklık su alan şişeye aktar. 5) 5 bardaklık şişeyi doldur. 6) 3 bardaklık şişeyi tamamlayacak kadar aktar (1 bardaklık su). Böylece 5 bardaklık şişede 4 bardaklık su kalır.
B- Tablo/İzleme	Her adımda (5 bardak, 3 bardak) durumlarını tabloya yazarak aynı işlemleri takip eder.
C- Geriye Dönük Akıl Yürütme	Hedef 4 bardak ise 5 bardaklık şişede 1 bardak boşluk kalmalıdır. 3 bardaklık şişe, 2 bardaklık su dolu iken 5 bardaklık şişeden 1bardak aktarılırsa 5 bardaklık şişede de 4 bardaklık su kalır. Bu duruma ulaşacak adımlar geriye doğru kurgulanır.

Tablo 3.3 de yer alan üçüncü problem ilkokul-ortaokul geçiş düzeyinde cebirsel düşünmenin temel bileşenlerinden biri olan örüntü fark etme ve genelleme yapma becerilerini hedeflemektedir. Öğrenciden yalnızca 6. adımı hesaplaması değil, verilen adımlar arasındaki düzeni fark etmesi ve bu düzeni sürdürebilmesi beklenir.

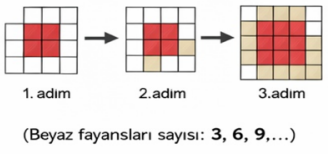
Bu bağlamda soru, ardışık farkları izleme, tablo kurma, sözel kural oluşturma ve genelleme yapma gibi süreçleri görünür kılar. Matematiksel yaratıcılık açısından görev, birden fazla temsil kullanımına açık olması nedeniyle önemlidir. Öğrenciler şekil çizimi, ardışık listeleme, toplamsal artış kuralı, çarpımsal ifade ya da 'adım sayısı x 3' türünden kural temelli bir yaklaşım geliştirebilirler. Bu çeşitlilik, esneklik boyutunun incelenmesine katkı sağlar. Ayrıca erken cebir literatürü, örüntü görevlerinin öğrencilerin yapısal ilişkileri görme ve genelleme yapma becerilerini desteklediğini göstermektedir (Blanton & Kaput, 2005; Warren & Cooper, 2008; Radford, 2008).

Yaratıcılık odaklı problem çözme çalışmalarında da örüntü görevleri, öğrencinin yalnızca sonuç üretmesini değil, ilişkiyi açıklamasını ve temsil etmesini gerektirdiği için işlevsel görülmektedir (Haylock, 1987).

Bu nedenle soru 3, araştırmada matematiksel yaratıcılık ile eleştirel düşünme eğilimlerinin kesiştiği 'kuralı fark etme ve gerekçelendirme' alanını yoklamak için uygun bir görevdir.

Tablo 3.4 Üçüncü problemin uzman çözümleri

3. Problem: Bir zemin, her adımda büyüyen bir desenle süsleniyor. 1. adım: 1 kırmızı, 3 beyaz; 2. adım: 1 kırmızı, 6 beyaz; 3. adım: 1 kırmızı, 9 beyaz. Bu desenin 6. adımında toplam kaç beyaz fayans vardır? Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Listeleme	1→3 2→6 3→9 4→12 5→15 6→18 Adımlar listelenerek 6. adımın 18 olduğu görülür.
B- Genel Kural Bulma	Her adımda 3 artış vardır. Kural: 3×n. n=6 için: 3×6=18.

<table>
<tr>
<td>C- Tablo</td>
<td>
<table>
<tr><th>Adım</th><th>Beyaz Fayans</th><th>Fark</th></tr>
<tr><td>1</td><td>3</td><td>+3</td></tr>
<tr><td>2</td><td>6</td><td>+3</td></tr>
<tr><td>3</td><td>9</td><td>+3</td></tr>
</table>
Düzenli artış görüldüğü için devam ettirilir ve 6’da 18’e ulaşılır.
</td>
</tr>
<tr>
<td>D- Çizim/Şema</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

Tablo 3.4 Üçüncü problemin uzman çözümleri (devamı)

Tablo 3.4 de yer alan dördüncü problem hedef sayı oluşturma türünde açık uçlu bir işlem tasarımı problemidir. Öğrenciden verilen sayı ve işlemleri kullanarak belirli bir hedef sonuca ulaşması istendiği için görev, kural farkındalığı, işlem önceliği bilgisi ve sayısal esneklik gerektirir. Sorunun açık uçlu yapısı, tek bir standart çözüm yoluna indirgenmeden farklı ifade kurulumlarına olanak tanır.

Araştırmada bu tür bir göreve yer verilmesinin temel nedeni, matematiksel yaratıcılığın özellikle akıcılık ve esneklik boyutlarını görünür kılma potansiyelidir. Öğrenciler farklı işlem kombinasyonları kullanarak sonuca ulaşabilirler. Aynı zamanda yanlış denemeler üzerinden stratejiyi revize etme davranışı eleştirel düşünme eğiliminin öz-denetim ve değerlendirme yönleriyle ilişkilendirilebilir.

Sayılar ve işlemler üzerinden farklı çözümler üretmeye dayalı görevler, yaratıcılık çalışmalarında 'çoklu çözüm üretimi' için uygun değerlendirme bağlamları olarak kullanılmaktadır (Leikin, 2013). Üstün yetenekli öğrenciler açısından bakıldığında ise bu tip görevler, alışılmış algoritmik çözümün dışına çıkma ve sayısal yapı üzerinde oynama becerisini görünür kıldığı için ayırt edici bilgi üretebilir (Krutetskii, 1976).

Tablo 3.5 Dördüncü problemin uzman çözümleri

4. Problem: 1, 2, 3, 4, 5 rakamlarının hepsini en az bir kez toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini kullanarak 30 sonucunu elde ediniz. Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Çarpanlara Ayırma	30 sayısının çarpanları incelenir: 30 = 5 × 6. 6 ise 2 × 3 biçiminde elde edilebilir. 4 ile işlemler kombin edilir: Örnek çözüm: 5 × (4 + 2) − 3 = 30
B- Deneme Yanılma	Rakamlar farklı işlemlerle birleştirilerek olası sonuçlar denenir. Yanlış sonuçlar elenir, doğruya yaklaşılır. Örnek: 4 × 5 = 20, 20'ye ulaşınca 10 daha nasıl eklenir? → 20 + (3 × 2) + 1 = 27 olmaz; başka kombinasyon denenir. Sonunda: 5 × (4 + 2) − 3 = 30 bulunur.
C- Sistematik Listeleme	İşlemler belirli bir sırada sistematik biçimde denenir: Önce çarpma kombinasyonları, sonra toplama/çıkarma, son olarak bölme işlemleri. Her adım kaydedilerek gereksiz tekrarların önüne geçilir.

Tablo 3.5 de yer alan beşinci problem doğrusal yapı taşıyan bir para problemi olarak düşünülebilir. Öğrenciden belirli bir toplamı sağlayan tam sayı çözüm çiftlerini bulması istendiği için görev, sistematik listeleme, denklik ilişkilerini fark etme ve çözüm uzayını tarama becerilerini harekete geçirir. Beşinci sınıf düzeyinde soru, cebirsel sembolleştirmeyi zorunlu kılmadan ilişkisel düşünmeyi ve düzenli arama stratejisini ölçmeye elverişlidir.

Yaratıcılık açısından bu görev, farklı arama stratejilerini karşılaştırma olanağı sunar: sıralı deneme-listeme, kalan miktar üzerinden kontrol, tablo yöntemi, modüler düşünmeye yaklaşan sayısal gözlem veya cebirsel denklem kurma. Bu nedenle özellikle esneklik boyutu için güçlü bir görevdir. Birden fazla doğru cevap içermesi ve çözüm kümesini araştırmayı gerektirmesi, öğrencinin merakını sürdürme ve çözüm alanını genişletme davranışını da destekleyebilir.

Açık uçlu ve çok çözümlü aritmetik/cebir geçiş görevlerinin problem çözme ve yaratıcı düşünmeyi desteklediği literatürde sıkça vurgulanmaktadır; sistematik listeleme ve sayısal ilişkileri izleme türündeki görevler, öğrencilerin erken cebirsel düşünme ve akıl yürütme becerilerini incelemek için uygun görülmektedir (Blanton & Kaput, 2005).

Tablo 3.6 Beşinci problemin uzman çözümleri

5. Problem: Bir manavda elmaların tanesi 5 TL, portakalların tanesi 6 TL'dir. Kutay sadece elma ve portakal alarak 88 TL harcamıştır. Kutay kaç elma ve kaç portakal almış olabilir? Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Deneme Yanılma	4 elma → 4×5=20; kalan 68 → 68/6 olmaz 8 elma → 8×5=40; kalan 48 → 48/6=8 portakal (geçerli) 14 elma → 14×5=70; kalan 18 → 18/6=3 portakal (geçerli) Bu şekilde tüm olasılıklar bulunur.
B- Bölünebilme	Toplam 88'den elmalar çıkarıldığında geriye kalan miktarın 6'ya bölünebilmesi gerekir. 88 − 5a ifadesi 6'ya bölünmelidir. Deneyerek: a=8 için 88−40=48 (6'ya bölünür), a=14 için 88−70=18 (6'ya bölünür).

C- Yaklaşık Düşünme	Her iki fiyat da 6'ya yakın olduğundan, 88 yaklaşık olarak 6×15≈90'dır. Buradan toplam meyve sayısının 14–15 civarında olacağı tahmin edilir. Daha sonra 5 ve 6 farkı kullanılarak uygun çiftler denenir ve çözümler bulunur.
D- Denklem	5a + 6p = 88 yazılır. Bir değişken yalnız bırakılır: 6p = 88 − 5a Sağ tarafın 6'ya bölünebildiği a değerleri seçilerek çözümler elde edilir.

Tablo 3.6 Beşinci problemin uzman çözümleri (devamı)

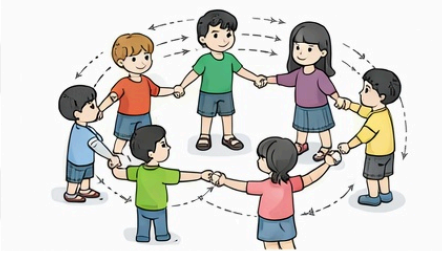
Tablo 3.6 da yer alan el sıkışma problemi, kombinatorik sayma ve ilişki sayısı belirleme bağlamında klasik bir görev türüdür.

Sorunun değeri, öğrencinin doğrudan işlem yapmak yerine durumu modellemesini, sistematik saymasını ve çift sayma hatasından kaçınmasını gerektirmesinden kaynaklanır. Bu yönüyle soru, temsil kullanımı (çizge, tablo, liste, şema) ve muhakeme kalitesini değerlendirmek için elverişlidir.

Araştırmada bu soruya yer verilmesi, üstün yetenekli öğrencilerin kombinatorik düşünmeye geçişte kullandıkları stratejileri görünür kılma amacına dayanmaktadır. Öğrenciler tek tek listeleme, tablo oluşturma, çizge/bağlantı gösterimi, ardışık toplama ya da kombinasyon mantığına yaklaşan daha kısa yollar kullanabilirler. Bu çeşitlilik, özellikle esneklik ve özgünlük boyutlarında ayrıştırıcı bilgi sağlayabilir.

Kombinatorik türü görevlerin öğrencilerin sistematik sayma ve yapı görme becerilerini ortaya koyduğu; problem çözme ve problem kurma bağlamlarında yaratıcı düşünmeyi desteklediği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Lockwood, 2013). Ayrıca çoklu çözüm temelli değerlendirme yaklaşımı açısından bu tür görevler, aynı matematiksel sonuca farklı temsil ve stratejilerle ulaşma olanağı sağladığı için yaratıcılık incelemelerine uygundur.

Tablo 3.7 Altıncı problemin uzman çözümleri

6. Problem: 6 öğrenci (Ayşe, Burak, Canan, Derya, Esra, Ferit) bir yarışmanın finaline katılmıştır. Yarışma sonunda her öğrenci diğer finalistlerin her biriyle birer kez el sıkışır. Toplam kaç el sıkışma olur? Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Listeleme	Ayşe diğer 5 kişiyle el sıkışır → 5 Burak, Ayşe ile zaten sayıldığı için kalan 4 kişiyle → 4 Canan → 3 Derya → 2 Esra → 1 Toplam: 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 15
B- Şema	
C- Genel Kural	n kişi varsa her kişi (n−1) kişiyle el sıkışır; ancak her el sıkışma iki kez sayılır. Bu nedenle toplam: n×(n−1)/2 n = 6 için: 6×5/2 = 30/2 = 15

Tablo 3.7 de yer alan yedinci problem dikdörtgen dizilimde sınır sayma problemidir ve uzamsal yapı görme ile sistematik sayma becerilerini aynı anda gerektirir.

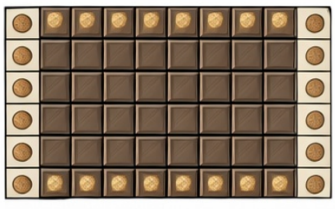
Öğrencinin yalnızca çarpma işlemi yapması yeterli değildir; 'dıştaki parçalar' ifadesinin geometrik anlamını kavraması ve köşeleri iki kez sayma riskini yönetmesi gerekir. Bu nedenle soru, dikkatli koşul okuma ve yapısal muhakemeyi ölçmek için uygundur.

Yaratıcılık bakımından soru, özellikle temsil çeşitliliği ve strateji esnekliği açısından işlevseldir.

Öğrenciler tüm parçaları sayıp iç bölgeyi çıkarma, satır-sütun üzerinden sınır sayısını toplama, çevresel sayma mantığı kurma veya şekil üzerinde işaretleme yapma gibi farklı yaklaşımlar kullanabilirler. Bu stratejiler arasında geçiş yapabilme, esneklik boyutunun gözlenmesine katkı sağlar.

Uzamsal yapılandırma, şekilsel düzen görme ve alan/çevreye ilişkin muhakeme süreçlerinin ilkokul matematiğinde önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir (Sarama & clements, 2009; Battista, 2007). Çoklu çözüm ve açıklama gerektiren geometrik görevler ise yaratıcılık ve matematiksel akıl yürütme çalışmalarında verimli veri üretmektedir (Haylock, 1987). Bu nedenle soru 7, geometrik içerikte yaratıcı düşünmeyi görünür kılan bir görev olarak seçilmiştir.

Tablo 3.8 Yedinci problemin uzman çözümleri

7. Problem: 5 sıra ve 7 sütundan oluşan çikolata kalıbında sadece en dış sırada bulunan kenar parçalarda fındık vardır. Toplam kaç fındıklı parça vardır? Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Kenar- Köşe Sayma	Üst sıradaki 7 parça ve alt sıradaki 7 parça fındıklıdır: 7 + 7 = 14. Sol ve sağ kenarda, köşeler zaten sayıldığı için orta 3'er parça kalır: (5−2) + (5−2) = 6. Toplam: 14 + 6 = 20 fındıklı parça
B- İçini Çıkarma	Tüm kalıp 5×7=35 küçük kareden oluşur. İç kısımda, fındık olmayan 3×5=15 kare vardır. Sadece dış kenarlarda fındık olduğuna göre: 35−15 = 20 fındıklı parça
C- Şekil	

Tablo 3.8 de yer alan sekizinci problem alan ve çevre kavramlarını aynı bağlamda ama farklı muhakeme süreçleriyle ele alan bir geometrik dönüşüm problemidir.

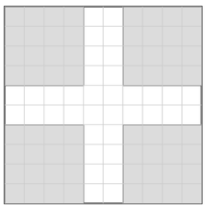
Öğrenciden yalnızca sayısal hesap yapması değil; şeklin nasıl dönüştüğünü anlaması, alanın parçalama-birleştirme yoluyla korunmayan kısmını hesaplaması ve çevredeki değişimi dikkatle izlemesi beklenir. Bu yönüyle soru, kavramsal alançevre ayrımını değerlendirmede güçlü bir görev niteliği taşır.

Matematiksel yaratıcılık açısından görev, özellikle stratejik temsil ve gerekçelendirme çeşitliliği üretir. Öğrenciler alan için 'büyük kareden çıkarılan dört küçük kareyi eksiltme' yaklaşımını, çevre için ise doğrudan kenar sayma, parçalara ayırma veya yeni şekli yeniden kurma yaklaşımlarını kullanabilirler. Aynı öğrencinin alan ve çevre için farklı stratejiler kullanması, esneklik boyutuna ilişkin zengin veri sağlar.

Geometri ve ölçmede kavramsal muhakeme gerektiren görevlerin, öğrencilerin ezber işlem uygulamasından ziyade yapısal düşünmesini tetiklediği; özellikle alançevre ayrımına ilişkin yanlış anlamaları görünür kıldığı literatürde vurgulanmaktadır (Battista, 2007; Sarama & Clements, 2009). Açık uçlu çözüm açıklaması istenmesi de problem çözme ve yaratıcılık çalışmalarında önerilen değerlendirme yaklaşımıyla uyumludur (Schoenfeld, 1985).

Tablo 3.9 Sekizinci problemin uzman çözümleri

8. Problem: Kenar uzunluğu 10 birim olan büyük karenin her köşesinden kenarı 4 birim olan birer kare kesilip çıkarılıyor. Kalan şeklin alanını bulunuz. Çözümünü farklı yollarla gösteriniz.	
Kategori	Çözüm Yöntemi
A- Büyük Alandan Köşeleri Çıkarma	Büyük karenin alanı: $10\times10 = 100$ birim². Her köşede $4\times4=16$ birim²'lik kare kesiliyor; 4 köşe olduğu için toplam kesilen alan $4\cdot16=64$'tür. Kalan alan: $100-64 = 36$ birim²
B- Parçalara Ayırma	Artı şekli, uygun dikdörtgenlere ayrılarak alanları toplanır.

	Örneğin, biri 10×2, diğeri 2×10 boyutunda iki dikdörtgen düşünülür ve ortak kısımdaki 2×2 alan iki kez sayıldığı için bir kez çıkarılır: 10×2 + 2×10 − 2×2 = 20 + 20 − 4 = 36 birim²
C- Parça Parça Sayma	

Tablo 3.9 Sekizinci problemin uzman çözümleri (devamı)

Sonuç olarak problem seti, farklı içerik alanlarını dengeli biçimde temsil ederken, aynı zamanda çoklu çözüm üretimini, strateji çeşitliliğini ve gerekçelendirme ve kontrol davranışlarını birlikte izlemeye elverişli bir yapı sunmaktadır. Bu sayede yaratıcılık boyutları (akıcılık–esneklik–orijinallik) ile problem çözme stratejileri aynı veri seti üzerinden tutarlı biçimde değerlendirilebilmiştir.

3.4.2 Matematik Merak Ölçeği

Öğrencilerin matematiğe yönelik merak düzeylerini belirlemek amacıyla "Matematiksel Merak Ölçeği" kullanılmıştır (Arıkan, Özgenel, Erdem ve Ünal (2023). Ölçek 5'li likert tipindedir (1=Kesinlikle katılmıyorum, 5=Kesinlikle katılıyorum) ve 20 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte üç alt boyut tanımlanmıştır. Matematik öğrenme isteği 1–9. maddeler, değer odaklı matematik merakı 10–15. maddeler ve uygulamalı matematik merakı 16–20. maddelerden oluşmaktadır. Değer odaklı matematik merakı alt boyutundaki 10–15. maddelerin ters kodlandığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada ölçek, matematiğe özgü merakın; öğrenme isteği ve bilişsel yönelim, matematiğe atfedilen değer/inanç boyutu ve matematiği gündelik yaşamla ilişkilendirme eğilimi gibi bileşenlerini birlikte izlemeye olanak vermesi nedeniyle tercih edilmiştir. Puanlama sürecinde 10–15. maddeler ters kodlanmıştır.

3.4.3 Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği

Eleştirel düşünme eğilimini belirlemek amacıyla Yıldırım Döner ve Demir (2022) tarafından geliştirilen "Ortaokul Öğrencileri İçin Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği" kullanılmıştır.

Ölçek 5'li likert tipindedir (1=Hiç, 5=Her zaman) ve toplam 21 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin alt boyutları; diyalektik düşünme (12 madde), analiz (5 madde) ve eğilim (4 madde) olarak tanımlanmıştır. Ölçekte ters kodlanması gereken madde bulunmadığı belirtilmiştir. Ölçeğin geliştirilme sürecinde ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulandığı ve bu nedenle ölçeğin genel puan üzerinden de analizlerde kullanılabileceği raporlanmıştır.

Bu çalışmada ölçek, araştırmanın kuramsal çerçevesinde eleştirel düşünmenin 'eğilim' boyutunu (eleştirel düşünmeye yönelim, gerekçelendirme ve değerlendirme istekliliği) ölçmek üzere tercih edilmiştir. Uygulama sonrası toplam puan hesaplanmıştır.

Ölçeklerin geçerliği, öncelikle ölçme araçlarının geliştirme çalışmalarında raporlanan yapı ve kapsam geçerliği kanıtlarına dayanılarak ele alınmıştır.

Bu doğrultuda, eleştirel düşünme ölçeğinin alt boyut yapısı ve ikinci düzey DFA ile desteklenen genel puan kullanımı; matematiksel merak ölçeğinin ise tanımlı alt boyutları ve ters madde düzeni araştırmanın amaç ve değişkenleriyle tutarlı biçimde değerlendirilmiştir. Uygulama sürecinde maddeler araştırma grubunun düzeyine uygun yönergelerle sunulmuş ve yanıtların eksiksiz işaretlenmesi sağlanmıştır.

Her iki ölçek de katılımcılara standart yönerge ile uygulanmış, yanıtlar gizlilik ve gönüllülük ilkeleri doğrultusunda toplanmıştır. Eleştirel düşünme ölçeğinde ters madde bulunmadığından ham puanlar doğrudan toplanmıştır. Matematiksel merak ölçeğinde 10–15. maddeler ters kodlandıktan sonra toplam puan hesaplanmıştır. Ölçek puanları ile problem çözme/yaratıcılık göstergeleri arasındaki ilişkilere yönelik analizlerde, örneklem büyüklüğü ve dağılım özellikleri dikkate alınarak uygun istatistiksel yöntemler tercih edilmiştir.

3.5 Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Açık uçlu performans görevlerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi, yalnız doğru veya yanlış ayrımına indirgenemeyen çok boyutlu bir ölçme yaklaşımı gerektirir.

Bu nedenle analiz çerçevesi; öğrencinin bir problem için ürettiği geçerli çözüm sayısını (akıcılık), çözüm yolları ve temsiller arasındaki çeşitliliği (esneklik) ve çözümün örneklem içindeki nadirliği/özgünlüğünü (orijinallik) dikkate alan çok boyutlu bir puanlama düzeni üzerine kurulmuştur. Kuramsal dayanak olarak matematiksel yaratıcılık alanında yaygın biçimde kullanılan akıcılık–esneklik–orijinallik çerçevesi ve bu çerçevenin matematiksel problem çözmeye uyarlanmış değerlendirme ilkeleri esas alınmıştır (Guilford, 1967, Sriraman, 2009).

Yaratıcılık araştırmalarında akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları; bireyin kısa sürede çok sayıda fikir üretmesi, farklı kategori/strateji alanlarına geçebilmesi ve üretilen fikirlerin sıra dışılığı veya nadirliği olarak tanımlanmaktadır (Guilford, 1967; Torrance, 1974; Runco & Acar, 2012).

Matematik bağlamında ise bu boyutlar, öğrencinin problem durumunu yeniden yapılandırarak farklı çözüm yolları üretmesi ve bu yolları matematiksel olarak gerekçelendirmesi şeklinde somutlaşır (Mann, 2005).

Bu çalışmada ‘matematiksel yaratıcılık’, öğrencinin açık uçlu rutin olmayan problemlere yönelik geçerli çözüm üretme davranışları üzerinden değerlendirilmiştir.

Akıcılık, bir problem için üretilen geçerli çözüm sayısının nicel göstergesidir. Bu nedenle akıcılık puanı, her bir geçerli çözüm için 1 puan verilerek hesaplanmıştır. Esneklik, öğrencinin farklı strateji grupları veya temsil türleri arasında geçiş yapabilmesidir. Esneklik puanı bu nedenle yalnızca çözüm sayısına değil, çözümlerin hangi yöntem gruplarına dağıldığına dayandırılmıştır. Orijinallik ise çözümlerin örneklem içindeki görülme sıklığına bağlı olarak belirlenmiştir. Daha az sayıda öğrenci tarafından üretilen çözüm kategorilerine daha yüksek orijinallik puanı verilmiştir. Bu yaklaşım, matematiksel yaratıcılığın hem üretkenlik hem çeşitlilik hem de özgünlük boyutlarını aynı veri seti üzerinde birlikte görünür kılmayı amaçlamaktadır (Sriraman, 2009).

Açık uçlu problemlerin puanlanmasında, öğrenci ürünlerini anlamlı kategorilere ayırabilmek için önceden bir uzman çözüm alanı tanımlanması yapılmalıdır.

Bu alan, bir problem için olası geçerli çözüm yollarının, temsil türlerinin ve temel stratejilerin kapsamlı biçimde haritalanmasıdır.

Bu çalışmada öncelikle her bir problem için olası çözüm yolları alanı, problem bağlamı ve hedef kazanımlar dikkate alınarak oluşturulmuştur.

Bu aşamada amaç, öğrencilerin üretebileceği çözümleri sınırlamak değil; beklenen çözüm çeşitliliğini görünür kılacak bir altyapı oluşturmaktır.

Yöntem grupları, aynı probleme yönelik çözümlerin temel yaklaşım bakımından benzerlik göstermesi ilkesine göre tanımlanmıştır. Örneğin bir problemde 'denklem kurma', 'oran/işlemsel geriye yürütme', 'sistematik listeleme', 'çizim/şema ile gösterme' gibi yaklaşımlar ayrı yöntem grupları olarak kodlanmıştır.

Bu çalışmada kodlama birimi, öğrencinin tek bir problem için ürettiği her bir ayrı çözüm girişimidir. Bir çözüm girişiminin 'geçerli' sayılabilmesi için problem koşullarını karşılaması, matematiksel işlemlerin tutarlı olması, çözümün yalnızca tahmin/sonuç yazma düzeyinde kalmamasına dikkat edilmiştir. Bu ölçütler, performans değerlendirmelerinde kullanılan genel puanlama ilkeleriyle uyumludur (Brookhart, 2013; National Research Council, 2001).

Yanlış, eksik, tutarsız veya boş bırakılmış yanıtlar "geçersiz çözüm/çözümsüz bırakanlar" başlığı altında raporlanmıştır. Bu kategoride iki farklı durum birlikte yer alır. Öğrenci çözüm denemesi yapmış ancak matematiksel açıdan geçerli bir sonuca ulaşamamışsa veya öğrenci soruyu boş bırakmış veya yalnızca anlamsız/bağlam dışı ifadeler yazmışsa bu kategoriye dahil edilmiştir. Araştırmanın raporlama mantığı açısından bu iki durum, yaratıcılık puanlarının hesaplanmasına dahil edilmediği için tek bir satırda birlikte gösterilmiştir.

Çalışmada her bir geçerli çözüm için akıcılık (Ai), esneklik (Ei) ve orijinallik (Oi) puanları hesaplanmış; matematiksel yaratıcılık puanı ise her bir çözüm için Ei ile Oi'nin çarpımı üzerinden türetilmiştir ($Yi = Ei \times Oi$). Bu çarpım yaklaşımı, bir çözümün hem stratejik çeşitlilik (esneklik) hem de nadirlik (orijinallik) özelliklerini birlikte taşımasını pekiştirerek, çok sayıda benzer çözüm üretmeye dayalı puan yüksekliğini sınırlamayı amaçlar (Leikin, 2009).

Tablo 3.9 da toplam yaratıcılık düzeyinin yukarıda açıklanan modele göre nasıl hesaplanacağına dair belirtke tablosu verilmiştir.

Akıcılık puanı için her bir geçerli çözüm 1 puan olarak değerlendirilmiş, dolayısıyla bir problem için toplam akıcılık $A = n$ (n: geçerli çözüm sayısı) olarak tanımlanmıştır.

Esneklik puanı ise bir öğrencinin aynı problemde ilk kez kullandığı ‘yöntem grubu’ 10 puanla; aynı yöntem grubunda kalmakla birlikte farklı temsil ya da farklı ifade biçimiyle sunulan çözüm 1 puanla; aynı yöntemin aynı biçimde tekrarı 0,1 puanla değerlendirilmiştir. Orijinallik puanı belirlenirken çözüm kategorilerinin örneklem içindeki görülme oranına göre eşik temelli bir puanlama yapılmıştır. Örneklemin %15’inden azı tarafından üretilen kategoriler 10 puan, %15–%40 aralığındaki kategoriler 1 puan, %40’tan fazla öğrenci tarafından kullanılan yaygın kategoriler 0,1 puan olarak puanlanmıştır. Bu eşikler, orijinalliğin örneklem içinde ‘nadirlik’ olarak ele alınmasına dayalıdır ve rubrikle şeffaf biçimde raporlanmıştır.

Toplam puanların hesaplanması şu şekilde yapılmıştır: Toplam akıcılık $A = n$; toplam esneklik $E = \Sigma Ei$ $(i=1..n)$; toplam orijinallik $O = \Sigma Oi$ $(i=1..n)$; matematiksel yaratıcılık toplam puanı $Y = \Sigma(Ei \times Oi)$ $(i=1..n)$. Bu yapı, her bir öğrencinin bir probleme ilişkin performansını tek bir toplam puana indirgemek yerine, istenirse boyut bazında (akıcılık, esneklik, orijinallik) ayrı ayrı raporlamaya da olanak verir. Bu durum, yaratıcılık değerlendirmelerinde önerilen çok boyutlu raporlama ilkesine uygundur (Runco & Acar, 2012).

Açık uçlu performans görevlerinde puanlama güvenirliği, ölçülen yapının doğası gereği kritik bir konudur. Çünkü puanlar, yalnızca test maddesine değil, puanlayıcının kararlarına da duyarlıdır (Stemler, 2004; Jonsson & Svingby, 2007). Bu nedenle çalışmada, tek puanlayıcıyla yürütülen puanlama sürecini güçlendirmek amacıyla çok aşamalı bir güvence seti uygulanmıştır. Rubriğin uzman görüşüyle netleştirilmesi, kodlamalarda karar kurallarının yazılı hâle getirilmesi, pilot uygulama üzerinden rubrik değişikliği, puanlayıcı içi tutarlılığın (T1–T2) yeniden puanlama ile test edilmesi ve uyumun uygun bir katsayıyla raporlanması ile puanlama güvence altına alınmıştır.

Rubrik ve kod listesi oluşturulmadan önce problemlerin beklenen çözüm alanları belirlenmiş ve yöntem grupları tanımlanmıştır. Daha sonra rubriğin kapsam geçerliği ve anlaşılabilirliğini desteklemek üzere, problem çözümleri ve kod tanımları alan uzmanlarının görüşüne sunulmuş; yöntem gruplarının sınırları, örnek çözüm tipleri ve ‘geçerli–geçersiz’ ayrımı üzerinde uzlaşı sağlanmıştır.

Uzman görüşü, ölçme araçlarının içerik ve kapsam geçerliğini güçlendiren önemli bir kanıt türüdür; özellikle açık uçlu görevlerde, rubrik maddelerinin hedef davranış alanını temsil edip etmediğini değerlendirmede kullanılır (Lynn, 1986; Polit & Beck, 2006). Bu çalışmada uzmanlardan gelen geri bildirimler doğrultusunda rubrik açıklamaları sadeleştirilmiş, birbirine yakın görünen kategori tanımları netleştirilmiştir.

Bu çalışmada açık uçlu problem çözümlerinin kodlanması/puanlanması araştırmacı tarafından iki ayrı zamanda (T1 ve T2) yürütülmüştür. Puanlayıcı içi güvenirlik için literatürde sık kullanılan yaklaşımla verilerin yaklaşık %25'i ilk puanlamadan yaklaşık dört hafta sonra yeniden puanlanmış ve T1–T2 puanlamaları arasındaki uyum Cohen's Kappa katsayısı ile hesaplanmıştır (Cohen, 1960). Alt örneklem seçimi, örneklem (N=56) öğrenci kodları artan sırada dizildikten sonra sistematik örnekleme ile her 4. öğrenci seçilerek gerçekleştirilmiştir (n=14; %25). Alt örneklem (n=14) üzerinden hesaplanan genel uyum: Po = 1.000, Pe = 0.346, κ = 1.000. κ=1,00 tam uyumu temsil eder.

Kappa, iki puanlama arasındaki uyumu 'tesadüfi uyum' etkisini dışlayarak değerlendirir ve kategorik kodlamalar için yaygın bir göstergedir (McHugh, 2012). Kappa değerlerinin yorumlanmasında literatürde farklı eşikler bulunmakla birlikte, Landis ve Koch'un (1977) sınıflaması (zayıf–orta–iyi–çok iyi) pratik bir referans olarak kullanılabilmektedir. Alternatif olarak Gwet'in (2014) uyum katsayıları, özellikle dengesiz sınıf dağılımlarında daha kararlı sonuçlar verebilir; ancak bu çalışmada raporlama birliği sağlamak adına Kappa tercih edilmiştir.

Tek puanlayıcıyla yürütülen araştırmalarda güvenirlik eleştirisinin temel kaynağı, puanlamanın öznel kararlara dayanma riskidir. Bu risk, puanlama kararlarının açık karar kurallarıyla standartlaştırılması ve yeniden puanlama ile tutarlılığın gösterilmesiyle azaltılabilir (Stemler, 2004; Jonsson & Svingby, 2007).

Araştırmada eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak değişkenleri ilgili ölçeklerden elde edilen veriler üzerinden; matematiksel yaratıcılık ise açık uçlu problem yanıtlarının rubrik temelli puanlamasından elde edilen akıcılık–esneklik–orijinallik ve toplam yaratıcılık puanları üzerinden temsil edilmiştir.

İlişki ve yordama analizlerine geçilmeden önce tüm değişkenlerin dağılım özellikleri incelenmiş; örneklem büyüklüğü (N=56) ve normallik varsayımıyla ilgili bulgular birlikte değerlendirilmiştir.

Normallik varsayımının karşılanmadığı veya uç değerlerin dağılımı belirgin biçimde etkilediği durumlarda parametrik olmayan analizlerin kullanılması, küçük/orta örneklemlerde daha güvenilir çıkarımlara olanak sağlayabilmektedir (Field, 2018). Bu nedenle değişkenler arasındaki ilişkiler, dağılım özelliklerine uygun yöntemlerle incelenmiştir. Tablo 3.10 da yaratıcılığın hesaplanmasına yönelik belirtke tablosu verilmiştir.

Tablo 3.10 Yaratıcılığın hesaplanmasına ilişkin belirtke tablosu

Boyut	**Ölçüt**	**Açıklama**	**Puanlama (her çözüm için)**
Akıcılık	Çözüm sayısı	Öğrencinin bir problem için ürettiği matematiksel açıdan geçerli çözüm sayısı.	Her geçerli çözüm için 1 puan (Ai = 1).
Esneklik	Yöntem sayısı	İlk kez kullanılan çözüm yöntemi veya farklı bir yöntem grubuna ait çözüm.	Ei = 10
		Aynı yöntem grubuna ait ancak farklı bir temsille veya farklı ifade biçimiyle sunulan çözüm.	Ei = 1
		Aynı yöntemin aynı biçimde tekrarı.	Ei = 0,1
Orijinallik	Görülme sıklığı	Katılımcıların %15'inden azı tarafından üretilen, sezgisel veya geleneksel olmayan çözümler.	Oi = 10

		Katılımcıların %15-%40'ı tarafından üretilen kısmen özgün çözümler.	Oi = 1
		Katılımcıların %40'ından fazlası tarafından kullanılan algoritmik veya geleneksel çözümler.	Oi = 0,1
Yaratıcılık	Puan	Her bir çözüm için esneklik ve orijinallik puanlarının çarpımı.	Yi = Ei × Oi

Tablo 3.10 Yaratıcılığın hesaplanmasına ilişkin belirtke tablosu (devamı)

Tablo 3.11 B15 kodlu öğrencinin yaratıcılık puanının hesaplanmasına ilişkin belirtke tablosu

Soru No	**Akıcılık (A)**	**Esneklik (E)**	**Orijinallik (O)**	**Yaratıcılık (YR)**
Soru 1	1	10	0.1	1
Soru 2	0	0	0.0	0
Soru 3	1	10	1.0	10
Soru 4	1	10	0.1	1
Soru 5	1	10	0.1	1
Soru 6	1	10	10.0	100
Soru 7	1	10	0.1	1
Soru 8	0	0	0.0	0

Soru No	Akıcılık (A)	Esneklik (E)	Orijinallik (O)	Yaratıcılık (YR)
TOPLAM	**6**	**60**	**11.4**	**114**

Tablo 3.11 B15 kodlu öğrencinin yaratıcılık puanının hesaplanmasına ilişkin belirtke tablosu (devamı)

Tablo 3.11 de B15 kodlu öğrencinin performans profili, çarpımsal puanlama yaklaşımının matematiksel yaratıcılığı yalnızca çözüm sayısı üzerinden değil, çözümün niteliksel özgünlüğü ve yöntemsel çeşitliliği üzerinden ayırt etme gücünü somut biçimde göstermektedir. Öğrenci, test genelinde 6 geçerli çözüm üretmiştir (akıcılık A = 6). Buna karşın toplam yaratıcılık puanı 114 olup, bu toplamın 100 puanlık bölümü tek bir probleme (6. soru) ait çözümden gelmektedir. Başka bir deyişle, öğrencinin toplam yaratıcılık puanının yaklaşık %87,7'si (100/114) tek bir çözümün yüksek çarpımsal değerinden kaynaklanmaktadır.

Bu bulgunun temel nedeni, 6. soruda ortaya konan çözümün örneklem içinde çok düşük bir görülme sıklığına sahip olmasıdır.

Örneklem büyüklüğü (N = 56) dikkate alındığında, bu çözüm kategorisinin %15'in altında kalması, söz konusu çözümün en yüksek orijinallik katsayısı ile (O = 10) puanlanmasına yol açmıştır.

Aynı çözümün yöntemsel açıdan yeni/ayrı bir yaklaşımı temsil etmesi ise esneklik puanının yüksek (E = 10) atanmasını sağlamıştır. Böylece 6. sorudaki çözüm için yaratıcılık puanı $Y = E \times O = 10 \times 10 = 100$ olarak hesaplanmış ve toplam puanda belirleyici hâle gelmiştir.

Öğrencinin diğer sorularda ürettiği çözümler de yöntemsel açıdan esneklik göstergesi taşımakla birlikte (çoğunlukla E = 10), bu çözüm yollarının grup içinde daha yaygın olması nedeniyle orijinallik katsayıları düşük (O = 0,1) kalmıştır. Bu durum, kullanılan puanlama yaklaşımının yaratıcılığı nicelikten (üretilen çözüm sayısı) çok, çözümün nadirliği/özgünlüğü ve yöntemsel ayrışması üzerinden değerlendirdiğini; dolayısıyla yaratıcı performansın az sayıda fakat yüksek nitelikli bir çözümle de belirgin biçimde yükselebileceğini göstermektedir.

Bu örnek, matematiksel yaratıcılığın ölçümünde akıcılık–esneklik–orijinallik boyutlarının birlikte ele alınmasının, öğrencilerin çözüm profillerini daha hassas ve ayırt edici biçimde ortaya koyduğunu desteklemektedir.

4
BULGULAR

4.1 Matematik Problemlerinin Öğrenci Çözümleri Dağılımı

Öğrenci yanıtları, rutin olmayan problemlerde kullanılan çözüm yöntemlerine ve stratejilere göre kodlanmıştır. Toplam örneklem büyüklüğü N=56'dır. Tablolarda f, ilgili yöntemi kullanan öğrenci sayısını; % ise bu frekansın N=56 içindeki oranını göstermektedir.

Bir öğrenci aynı problemde birden fazla yöntemi birlikte kullanabildiğinden, yöntem satırlarındaki f değerleri toplanınca N'yi aşabilir; bu nedenle yöntem yüzdelerinin toplamının %100 olması beklenmez.

Geçersiz çözüm satırı; değerlendirme ölçütlerine göre yanlış/uygunsuz kabul edilen yanıtlar (geçersiz çözüm) ile ilgili problem için çözüm üretmeyen/boş bırakan yanıtların toplamını göstermektedir. Bu satır, bu iki durumun toplam büyüklüğünü tek satırda raporlamak için kullanılmıştır

Tablo 4.1 Birinci problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Denklem Kurma	0	0.0
B- Birim Kesir ile Akıl Yürütme	8	14.3
C- Şema/Çizim ile Gösterme	7	12.5
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	42	75.0

Birinci probleme ilişkin Tablo 4.1 de yöntem grubu dağılımı incelendiğinde, öğrencilerin önemli bir bölümünün geçerli bir çözüme ulaşamadığı görülmektedir.

Geçerli çözümlerde en çok akıl yürütme ve şema ile gösterme yöntemlerini tercih ettiği, denklem kurma yönteminin hiç kullanılmadığı dikkat çekmiştir. Bu sonuç, problemin özellikle parça bütün ilişkisi ve görselleştirme üzerinden ilerlediğini; cebirsel temsilin ise bu düzeyde öğrenciler tarafından daha az tercih edildiğini ifade etmektedir. Öğrencilerin önemli bir bölümünün problemi nicel ilişkiye dönüştürmekte zorlandığını düşündürmektedir. Bu problemde tersine akıl yürütme (son durumdan başlangıca geri gitme) gereksinimi vardır. Rutin işlem sorularında sık kullanılan ileriye dönük işlem zinciri burada yeterli olmayabilir; öğrenciler uygun stratejiyi seçemediğinde erken bırakma görülebilir. Schoenfeld'in (1985) vurguladığı gibi, başarısızlık çoğu zaman bilgi eksikliğinden çok strateji seçimi ve izleme eksikliğinden kaynaklanır. 5. sınıf düzeyi için oran–kesir ilişkisi, temsil değiştirme ve kontrol adımı bilişsel yükü artırır. Özellikle aynı anda birden fazla niceliği zihinde tutmayı gerektiren problemler, çalışma belleğini zorlayarak hata ve boş bırakmayı artırabilir (Sweller, 1988).

Ön hazırlık olarak, benzer paylaştırma problemlerinde öğrencilerin 'oranı cümleden çekip çıkarma' becerisini geliştirmek için 'verilen–istenen–ilişki' tabloları kullanılabilir. Öğrenci önce "ne artıyor?", "artış neye göre?" sorularını yazılı olarak yanıtlar; sonra modele geçer.

Çözüm öğretiminde iki temsil özellikle etkili olabilir. İlişkiyi görselleştirme ve tablolama ile birkaç küçük örnek üzerinden genelleme kurdurma yöntemleri etkili olabilir. Temsil çeşitliliği, esnekliği destekler ve model kurmayı kolaylaştırır (Kilpatrick et al., 2001).

Ayrıca öğrencilerin ürettiği kısmi çözümler üzerinden sınıfça 'hata analizi' yapılması (yanlış yorum örnekleri) kavramsal ayrımı netleştirir ve kaygıyı azaltır.

Tablo 4.2 İkinci problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Adım Listesi	15	26.8
B- Tablo/İzleme	0	0.0
C- Geriye Dönük Akıl Yürütme	0	0.0
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	41	73.2

İkinci probleme ait Tablo 4.2 de dağılım tablosu incelendiğinde öğrencilerin çözüm sürecinde ağırlıklı olarak adım listesi yaklaşımını kullandığı görülmektedir. Buna karşın tablo-izleme ve geriye dönük akıl yürütme yöntemlerine hiç rastlanmamıştır. Öğrencilerin büyük bir kısmının geçerli çözüm üretememesi, ölçme problem türünde işlem dizisini takip etme gerekliliğinin ve hata kontrolünün bu yaş düzeyi için zorlayıcı olabileceğine işaret etmektedir. Geçersiz ya da çözümsüz dağılımının fazla olması işlemlerin zor olmasından çok süreç takibinin zor olmasına işaret eder. Bu tür problemler, ara durumların düzenli izlenmesini gerektirir; öğrenciler adımları kaybettiklerinde aynı döngüye girip başarısız olurlar. Bu durum, problem çözmede planlama ve izleme bileşenlerinin önemini ortaya koymaktadır.

Tablo/izleme yönteminin hiç görülmemesi, öğrencilerin ‘dışsallaştırma’ stratejilerini (ara sonuçları tabloya yazma) yeterince kullanmadığını düşündürür. Mayer (1992), özellikle çok adımlı problemler için dışsallaştırılmış temsillerin bilişsel yükü azalttığını vurgular.

Bir diğer olası etken, görevde ısrar davranışıdır. Bu problemler genellikle birkaç denemeden sonra doğru adımı bulmayı gerektirir; yüksek kaygı veya düşük özyeterlik algısı, erken vazgeçmeyi artırabilir (Kilpatrick et al., 2001).

Öğretimsel öneri olarak ‘durum tablosu’ zorunlu hale getirilebilir. Hedefe yaklaşma stratejisi küçük hedeflerle yapılandırılabilir. Önce 1 birim üretme, sonra 4’e genişletme gibi ara hedefler, öğrencinin plan yapmasını kolaylaştırır.

Sınıf içi tartışmada, farklı adım listeleri karşılaştırılarak "neden bu adım işe yaradı?" sorusu üzerinden gerekçelendirme çalışılır; böylece yalnız prosedür değil strateji bilgisi de gelişir (Star, 2005).

Tablo 4.3 Üçüncü problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Listeleme	26	46.4
B- Genel Kural Bulma	15	26.8
C- Tablo	2	3.6
D- Çizim/Şema	0	0.0
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	17	30.4

Tablo 4.3 de yer alan üçüncü problem dağılımında öğrencilerin en sık listeleme yöntemini kullandığı görülmektedir. Bunu genel kural bulma yaklaşımı izlemekte; tablo kullanımının sınırlı kaldığı ve çizim-şema yönteminin bu problemde hiç tercih edilmediği anlaşılmaktadır. Ayrıcı soruya çözüm üretemeyen öğrencilerin sayısının kayda değer düzeyde olduğu görülmüştür. Bu dağılım, düzenli örüntü problemlerinde öğrencilerin çoğunlukla listeleme ile başlayıp daha az sayıda öğrencinin kural bulma düzeyine geçebildiğini düşündürmektedir.

Diğer sorulara kıyasla daha düşük geçersiz oranı, örüntü problemlerinin öğrenciler için daha görünür ve temsil açısından erişilebilir olmasına bağlanabilir. Listeleme stratejisinin yaygınlığı, öğrencilerin önce örnekleri sayarak bir düzen aradığını göstermektedir. Bununla birlikte, genel kural bulma oranının (%26,8) listelemeden düşük kalması, bazı öğrencilerin örnekten genele geçişte zorlandığını düşündürür.

Öğrencilerin genelleme becerisini artırmak için 'iki temsil birlikte' yaklaşımı önerilir. Öğrenci tabloyu doldururken aynı anda şekli etiketler; bu, farkı görmeyi ve kuralı gerekçelendirmeyi kolaylaştırır.

Tablo 4.4 Dördüncü problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Çarpanlara Ayırma	0	0.0
B- Deneme Yanılma	51	91.1
C- Sistematik Listeleme	0	0.0
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	5	8.9

Tablo 4.4 de yer alan dördüncü problem sonuçlarında yöntem tercihlerinin belirgin biçimde deneme-yanılma üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Çarpanlara ayırma ve sistematik listeleme yöntemlerinin hiç kullanılmaması; öğrencilerin işlemsel kombinasyon denemelerine dayalı daha sezgisel bir stratejiyi benimsediği gözlenmektedir. Bunun yanında çözüm üretemeyen öğrenci sayısının düşük olması, problemde sonucuna daha ulaşılabilir olabileceğini; ancak çözümlerin çoğunlukla denemeye dayandığını göstermektedir. Geçersiz ya da boş oranının düşük olması, görevin giriş bariyerinin düşük olduğunu düşündürür. Öğrenciler hızlıca deneme yapabilir ve sonuçlara ulaşabilir. Ancak yöntem dağılımının neredeyse tamamen deneme-yanılmaya yığılması, strateji çeşitliliğinin sınırlı olduğuna işaret eder. Yani görev çözülebilir olsa da öğrenciler sistematik arama, parçalama veya yapı kurma gibi daha üst düzey stratejileri daha az kullanmıştır.

Bu tür görevlerde öğrenciler çoğunlukla işlem önceliğini ve sayıları yeniden gruplayarak ‘hedefe yaklaşma’ davranışını sezgisel olarak kullanır. Bu nedenle doğruya erişim kolaylaşır; fakat esneklik ve orijinallik göstergeleri sınırlı kalabilir.

Sonuçlar, öğrencilerin başarıyı hızlı doğru bulmakla eşleştirdiğini; stratejiyi açıklama ve sistematikleştirme kısmının ise öğretimsel müdahale gerektirdiğini göstermektedir.

Tablo 4.5 Beşinci problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Deneme Yanılma	38	67.9
B- Bölünebilme	1	1.8
C- Yaklaşık Düşünme	0	0.0
D- Denklem	0	0.0
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	17	30.4

Tablo 4.5 de yer alan beşinci problem dağılımında çoğunlukla deneme-yanılma yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Bölünebilme temelli akıl yürütme çok sınırlı düzeyde kalmış, yaklaşık düşünme ve denklem kurma yöntemleri ise hiç kullanılmamıştır. Ayrıca öğrencilerin yaklaşık üçte biri geçerli çözüm üretememiştir. Bu tablo iki bilinmeyenli yapının öğrenciler tarafından daha çok olası değer denemeleri ile ele alındığını; cebirsel modellemenin daha az devreye girdiğini göstermektedir. Denklem yönteminin hiç görünmemesi, öğrencilerin problem durumunu cebirsel bir modele dönüştürme alışkanlığının zayıf olabileceğini düşündürür. Bu durum, cebirin 'genelleme ve modelleme dili' olarak kullanılmasından çok aritmetik deneme olarak algılanmasıyla ilişkili olabilir (Kilpatrick et al., 2001).

Deneme-yanılmanın baskın olması, öğrencilerin çözüm uzayını sistematik daraltma yerine rastlantısal arama yaptığını gösterir; bu da yanlış/eksik çözümleri artırabilir. Ayrıca tam sayı koşulu (negatif/ondalıklı çözümleri eleme) gözden kaçtığında geçersizlik oluşur.

Tablo 4.6 Altıncı problemin öğrenci problemleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Listeleme	10	17.9
B- Şema	8	14.3
C- Genel Kural	2	3.6
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	37	66.1

Tablo 4.6 da yer alan altıncı problem dağılımında öğrencilerin listeleme ve şema yöntemlerini kullandığı; genel kural yaklaşımının ise sınırlı kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin büyük bölümünün çözüm üretemediği fark edilmiştir. Bu dağılım el sıkışma- kombinasyon türü problemlerde soyut genelleme yerine somut temsil ve sayma yaklaşımlarının öne çıktığını; ancak doğru temsile ulaşmak bir grup öğrenci için zor olabildiğini göstermektedir.

Soruyu cevaplayamayan ya da geçersiz çözüm üretenlerin sayısı kombinasyonel saymada yaygın olan çift sayma ve sistematik sayma güçlüklerini düşündürür. Öğrenci ilişkileri bir kez mi iki kez mi saydığını fark edemediğinde ya yanlış sonuca gider ya da kontrol edemediği için boş bırakabilir. Bu tür sayma problemleri, öğrencinin temsil kurma becerisine de dayanır. Çizge/şema kullanmayan öğrenciler, ilişkileri çalışma belleğinde tutmaya çalıştığı için bilişsel yük artar ve hata olasılığı yükselir (Sweller, 1988).

Öğrencinin mutlaka bir çizge/şema kurması sağlanır. Her kişi düğüm, her el sıkışma bir kenar olarak çizilir; sonra kenarlar sayılır. Bu, soyut düşünmeyi somutlaştırır.

Çift sayma farkındalığı için ‘neden ikiye bölüyoruz?’ tartışması yapılır. Öğrenci önce 6×5’i bulur, sonra her ilişkinin iki kez sayıldığını gösteren bir örnekle düzeltir.

Genel kural $(n(n-1)/2)$ bir ‘bulgu’ olarak değil, öğrencinin liste/çizge deneyiminden türetilerek yapılandırılır. Bu, formülü anlamlı kılar ve orijinalliği destekler.

Tablo 4.7 Yedinci problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	**f**	**%**
A- Kenar–Köşe Sayma	0	0.0
B- İçini Çıkarma	1	1.8
C- Şekil	25	44.6
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	31	55.4

Tablo 4.7 de yer alan yedinci problemde öğrencilerin çözüm üretirken ağırlıklı olarak şekil üzerinden ilerlediği görülmektedir. İçini çıkararak hesaplama yöntemi oldukça sınırlı kullanılmıştır. Kenar-köşe sayma yaklaşımı ise hiç kullanılmamıştır. Öğrencilerin yarısından fazlasının geçerli çözüm üretememesi şekilsel temsili doğru okuma ve genelleme yapma becerisinin kritik olduğu düşünülebilir. Bu desen, öğrencilerin şekli görüp saymaya yöneldiğini; ancak 'kenar–köşe sistematiği' geliştirmekte zorlandığını düşündürür. Köşelerin iki kez sayılması, ızgara çevre problemlerinde çok yaygın bir hatadır. Öğrenci bu hatayı fark edip kontrol edemezse geçersiz sonuca ulaşabilir.

İçini çıkarma yaklaşımının düşük olması, öğrencilerin 'tamamını sayıp içi çıkarma' gibi daha üst düzey stratejileri az kullandığını gösterir. Bu, strateji çeşitliliğinin sınırlılığıyla ilişkilidir (Schoenfeld, 1985).

Soruyu doğru yanıtlayan kişi sayısının az olması, görselin tek başına yeterli olmadığını; öğrencilerin çevre kavramını kavramsal olarak ayırmakta güçlük çekebileceğini gösterir. Özellikle 'dış kenar' ifadesi, 'dış sıra' ile karıştırılabilir (Mayer, 1992).

Tablo 4.8 Sekizinci problemin öğrenci çözümleri dağılımı

Yöntem grubu	f	%
A- Büyük Alandan Köşeleri Çıkarma	0	0.0
B- Parçalara Ayırma	3	5.4
C- Parça Parça Sayma	22	39.3
Geçersiz Çözüm / Çözümsüz Bırakanlar	33	58.9

Tablo 4.8 de yer alan sekizinci problem dağılımında öğrencilerin en çok parça sayma yöntemini kullandığı görülmektedir. Parçalara ayırma yöntemi sınırlı kullanılmıştır. Büyük alandan köşeleri çıkarma ise hiç kullanılmamıştır. Ayrıca öğrencilerin büyük bir bölümünün geçerli çözüme ulaşamadığı görülmektedir. Bu dağılım problemde öğrencilerin çoğunlukla sayma temelli ayrıştırmaya yöneldiğini ama alan çıkarımı gibi tümden gelim stratejisinin sınırlı kaldığını göstermektedir. Büyük alandan köşeleri çıkarma yönteminin görünmemesi, öğrencilerin alan-çıkarma fikrini bile yeterince kullanmadığını veya çözümü parçalı saymaya sıkıştığını düşündürebilir. Bu, problem temsiline geçişte (şekli etiketleme, ölçüleri işaretleme) güçlükle ilişkili olabilir (Mayer, 1992).

4.2 Araştırma Problemlerine Dair Bulgular

Araştırmanın bu kısmında belirlenen problemlerin cevaplarını bulmak amacıyla uygulanan problem soruları ve istatistiklerin sonucu ulaşılan bulgular yer almaktadır. Öğrencilerin açık uçlu ve çoklu çözüm stratejilerine imkân tanıyan matematik puanlarına verdikleri yanıtlar akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları dikkate alınarak puanlanmış; her öğrenci için toplam matematiksel yaratıcılık puanı hesaplanmıştır.

Tablo 4.9 Matematiksel yaratıcılık istatistikleri

N	56
Ortalama	22.50
Standart Sapma	43.52
Minimum	0.0
Maksimum	217.0

Tablo 4.9 da matematiksel yaratıcılık istatistikleri verilmiştir. Buna göre matematiksel yaratıcılık puanları 56 öğrenci üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin matematiksel yaratıcılık puanlarının aritmetik ortalaması 22,50 ve standart sapması 43,52 olarak hesaplanmıştır.

En düşük matematiksel yaratıcılık puanı "0", en yüksek puan ise "217" olmuştur. Dağılıma ilişkin çeyrek değerler incelendiğinde, öğrencilerin %25' inin matematiksel yaratıcılık puanı 3 ve altında, %50' sinin 5 ve altında, %75' inin ise 14 ve altında olduğu görülmektedir.

Bulgular, üstün yetenekli bireylerin matematiksel yaratıcılık düzeylerinin homojen bir dağılım göstermediğini, öğrenciler arasında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle maksimum puanın oldukça yüksek olması, bazı öğrencilerin problem çözme sürecinde birden fazla strateji kullandığını, özgün çözüm yolları geliştirdiğini göstermektedir. Buna karşın düşük puan aralığında yer alan öğrencilerin ise sınırlı sayıda çözüm ürettiği ve tek bir yönteme yöneldiği görülmektedir.

Matematiksel yaratıcılık puanlarına ait betimsel bulgular, puanların geniş bir aralığa yayıldığını ve öğrenciler arasında belirgin performans farklılığının olduğunu göstermektedir. Standart sapmanın ortalamaya göre yüksek olması, matematiksel yaratıcılığın bu örneklemde homojen bir dağılım sergilemediğini; bazı öğrencilerin çok düşük puanlarda kümelendiği görülürken, sınırlı sayıda öğrencinin oldukça yüksek puanlara ulaşabildiği görülmüştür.

Bu durum matematiksel yaratıcılığın tek bir doğru çözüme ulaşabilme becerisinden ziyade, problem durumunu yeniden yapılandırma, farklı temsil ve stratejiler üretme ve çözümü gerekçelendirme gibi süreç bileşenlerine dayandığı yönündeki kuramsal yaklaşıma uymaktadır ve özellikle rubrik temelli değerlendirmelerde puanların bu kadar değişkenlik göstermesi, yaratıcı performansın ürün kadar süreç bileşenlerine duyarlılığından kaynaklanabilir. Öğrencilerin bir problem için akıcılık, esneklik ve orijinallik geliştirmesi aynı anda gerçekleşmediğinde toplam puanların önemli ölçüde farklılaşması beklenir (Silver, 1997). Ayrıca açık uçlu ya da rutin olmayan problem türlerinin bazı öğrencilerde yaratıcı üretimi görünür kılarken bazı öğrencilerde tek bir yönteme bağlı kalma ya da çözüm üretememe şeklinde sonuçlanması; dağılımın alt kısmında sıfıra kadar inen değerlerin görülmesini açıklayabilir. Dolayısıyla elde edilen dağılım, matematiksel yaratıcılığın örneklem içinde farklı düzeylerde ve farklı şekillerde ortaya çıktığını; değerlendirmede süreç göstergelerinin de dikkate alınmasının işlevsel olabileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4.10 Eleştirel düşünme eğilimi istatistikleri

N	56
Ortalama	88.70
Standart Sapma	10.26
Minimum	56.0
Maksimum	105.0

Tablo 4.10 da yer alan analiz sonucuna göre, öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinin istatistiksel olarak aritmetik ortalaması 88.70, standart sapmasının 10.26 olduğu belirlenmiştir. Ölçekten alınan en düşük puan 56, en yüksek puan ise 105 olarak belirlenmiştir.

Eleştirel düşünme eğilimine ilişkin çeyrek değerler incelendiğinde, öğrencilerin %25' inin puanının 81.75 ve altında, %50' sinin 91.00 ve altında, %75' inin ise 96.25 ve altında olduğu görülmüştür.

Elde edilen bulgular, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğiliminin genel olarak orta ile yüksek aralıkta yoğunlaştığını göstermektedir. Bununla birlikte verilerin minimum ve maksimum değerler arasındaki dağılımı, öğrenciler arasında eleştirel düşünme eğilimi açısından bireysel farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Eleştirel düşünme eğilimlerine ilişkin standart sapma değerinin düşük olması, öğrencilerin büyük bir bölümünün eleştirel düşünme eğilimlerinin benzer bir aralıkta toplandığını ancak bazı öğrencilerin bu dağılımın altında ya da üstünde yer aldığını ifade etmektedir. Bu durum, üstün yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine yönelik istatistiksel bulguların homojen bir yapı göstermediğini farklı düzeyde profiller sergilediğini göstermektedir. Eğilim odaklı ölçekler öğrencinin eleştirel düşünme bileşenlerini (yorumlama, analiz, değerlendirme, çıkarım ve öz düzenleme) her zaman aynı yoğunlukta performansa dönüştürmesinden ziyade bu tür bilişsel süreçleri ne ölçüde tercih ettiğini (Facione, 1990). Bundan dolayı puanların dar bir aralıkta toplanması; çalışma grubunun benzer eğitim ortamlarında bulunması, benzer akademik beklentilere maruz kalması ve eleştirel düşünmeye yönelik tutumlarının birbirine yakın olmasıyla açıklanabilir. Nitekim eleştirel düşünmenin okul bağlamında gelişimi, tartışma sorgulama ve gerekçelendirme temelli öğrenme fırsatlarının var oluşuyla yakıdan ilişkilidir. Dolayısıyla elde edilen dağılım, bu öğrenci grubunda eleştirel düşünmeye ilişkin eğilimin genel olarak tutarlı bir durum sergilediğini; ancak bireysel farklılıkların belirli ölçüde varlığını koruduğunu göstermektedir.

Tablo 4.11 Matematiksel merak istatistikleri

N	56
Ortalama	76.98
Standart Sapma	15.47
Minimum	29.00
Maksimum	100.00

Tablo 4.11 de yer alan analiz sonucuna göre öğrencilerin matematiksel merak puanlarının aritmetik ortalamasının 76.98, standart sapmasının 15.47 olduğu görülmüştür. Ölçekte alınan en düşük puan 29, en yüksek puan ise 100 olarak belirlenmiştir. Dağılıma ilişkin çeyrek değerler incelendiğinde, öğrencilerin %25' inin matematiksel puanının 71 ve altında, %50' sinin 80 ve altında, %75' inin ise 88.25 ve altında görülmüştür. Matematiksel merak puanlarına ilişkin betimsel bulgular, örneklemde genel olarak orta ile yüksek düzeyde bir merak eğilimine vurgu yaparken; puanların geniş bir aralığa yayılması, öğrenciler arasında belirgin bireysel farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Standart sapmanın nispeten yüksek olması bazı öğrencilerin matematiksel durumlara yönelik merak ve keşfetme isteğinin oldukça yüksek olduğunu; bazı öğrencilerde ise bu eğilimin daha sınırlı kaldığını düşündürmektedir. Kuramsal olarak merak, bireyin bilgi eksikliği ya da belirsizlik algısı karşısında araştırma ve keşif yapmasına yönelten güdüleyici bir süreçtir. Loewenstein'ın (1994) bilgi boşluğu yaklaşımı da merakın, bireyin mevcut bilgisi ile ulaşmak istediği bilgi arasındaki farkı fark etmesiyle güçlendiğini belirtir. Matematiksel merak düzeylerindeki farklılaşma; öğrencilerin belirsizlikle baş etme biçimleri, problem durumuna yönelik içsel bilgileri ve öğrenme ortamının sorgulama fırsatı sunma düzeyiyle açıklanabilir. Dolayısıyla dağılımın geniş olması, çalışma grubunda merakın sıradan bir özellik olmadığını; bazı öğrencilerde güçlü bir öğrenme dürtüsü olarak belirginleşirken bazı öğrencilerde daha çok görev tamamlama odaklı bir yaklaşımın baskın olabileceğini göstermektedir.

4.2.1 Araştırmanın Birinci Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın birinci problemi "Üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeyleri ile eleştirel düşünme eğilimleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?" sorusudur.

Tablo 4.12 Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

Değişken	**N**	**W**	**p**
Matematiksel yaratıcılık	56	0.516	<.001

Matematiksel merak	56	0.942	.010
Eleştirel düşünme eğilimi	56	0.947	.016

Tablo 4.12 Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları (devamı)

Değişkenler arasındaki ilişki analizine geçilmeden önce; matematiksel yaratıcılık, matematiksel merak ve eleştirel düşünme eğilimine yönelik istatistiksel değerlerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiştir. Sonuç olarak tablo 4.12 incelendiğinde matematiksel yaratıcılık, matematiksel merak ve eleştirel düşünme eğilimi normal dağılım varsayımını karşılamadığı görülmekte bu sebeple değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesinde non-parametrik Spearman sıra farkları korelasyon katsayısı (ρ) kullanılmıştır.

Tablo 4.13 Spearman korelasyon analiz sonuçları

Değişken	**1**	**2**	**3**
1. Eleştirel düşünme (toplam)	—	.429***	.147
2. Matematiksel merak (toplam)	.429***	—	-.005
3. Matematiksel yaratıcılık (toplam)	.147	-.005	—

Tablo 4.13 de yer alan korelasyon analizi sonucunda, matematiksel yaratıcılık puanları ile eleştirel düşünme eğilimleri arasında zayıf düzeyde pozitif bir ilişki saptanmış; ancak ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (ρ = 0.147; p = 0.279). Buna göre çalışma grubunda eleştirel düşünme eğilimi arttıkça matematiksel yaratıcılık puanlarında artış eğilimi olmakla birlikte, bu birlikteliğin rastlantısal hatadan bağımsız biçimde desteklendiği söylenemez. Bu bulgu matematiksel yaratıcılığın yalnızca eleştirel düşünme eğilimi ile açıklanamayacağını; görevler, çoklu çözüm üretme kapasitesi, strateji çeşitliği ve özgünlük gibi süreç bileşenlerinin daha belirleyici olabileceğini düşündürmektedir.

4.2.2 Araştırmanın İkinci Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın ikinci problemi "üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılık düzeyleri ile matematiksel merak düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?" sorusudur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda Tablo 4.13 de görüldüğü gibi matematiksel yaratıcılık ve merak düzeyi arasında anlamlı bir ilişki yoktur (ρ = -0.005; p = 0.973). İki değişken arasındaki korelasyon katsayısının sıfıra çok yakın olması ilişkinin yok denecek kadar az olmadığı anlamına gelir. Bu sebeple matematiksel merak düzeyi yüksek olan öğrencinin matematiksel yaratıcılık düzeyinin de yüksek olacağına dair istatistiksel bir bulguya rastlanmamıştır. Bu sonuç, merakın tek başına yaratıcı performansa doğrudan yansımayabileceğini; merakın yaratıcı problem çözmeye dönüşmesinde problem türünün, öğrenme ortamının, strateji çeşitliliğinin ve gerekçelendirme gibi süreç bileşenlerinin aracı olabileceğini düşündürmektedir.

4.2.3 Araştırmanın Üçüncü Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın üçüncü problemi "üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi ile matematiksel merak düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?" sorusudur.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda Tablo 4.13 de görüldüğü gibi eleştirel düşünme eğilimi ile matematiksel merak düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir (ρ = 0.429; p < .001). Sonuçlar incelendiğinde matematiksel merak düzeyi yükseldikçe eleştirel düşünme eğiliminin de artma eğiliminde olduğu söylenebilir.

Kuramsal açıdan değerlendirildiğinde merak, öğrenciyi soru sormaya ve bilgi boşluklarını fark etmeye yöneltirken; eleştirel düşünme bu sorgulamayı değerlendirme, gerekçelendirme ve karar verme süreçleriyle yapılandırır. Bu nedenle iki değişken arasındaki anlamlı birliktelik, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde sorgulama ve değerlendirme boyutlarının birlikte işleyebileceğine işaret etmektedir.

4.3 Bulguların Yorumlanması

Araştırmada matematiksel yaratıcılık düzeyinin görece düşük görünmesi, yalnızca öğrencilerin bireysel yeterlikleri üzerinden değil, uygulama koşulları ve ölçme sürecinin özellikleri dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Matematiksel yaratıcılık görevleri için iki ders saati ayrılmış olmakla birlikte, açık uçlu ve çoklu çözüm üretimini gerektiren görevlerde öğrencilerin alternatif çözüm yolları geliştirme, çözümlerini karşılaştırma ve özgün fikirlerini yazılı olarak ayrıntılandırma süreçleri daha fazla zamana ihtiyaç duyabilmektedir.

Bu nedenle süre sınırlılığı bulunan uygulamalarda öğrencilerin doğru sonuca yönelme eğilimlerinin artması; buna karşılık farklı strateji deneme, çözümü yeniden düzenleme ve gerekçelendirme davranışlarının sınırlı kalması mümkündür. Bu durum, matematiksel yaratıcılık puanlarının öğrencilerin potansiyel performansına kıyasla daha düşük görünmesine katkı sağlamış olabilir.

Bulgular yorumlanırken, matematiksel yaratıcılığın zamana duyarlı bir performans alanı olduğu ve uygulama süresinin yaratıcı performansın görünürlüğünü etkileyebilecek önemli bir bağlamsal değişken olarak işlev görebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

5
SONUÇ

5.1 Tartışma

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular; matematiksel yaratıcılığın akıcılık-esneklik-orijinallik boyutları, öğrencilerin rutin olmayan problem çözme strateji profilleri, geçersiz çözüm/çözümsüz bırakmaları ve duyuşsal değişkenler (matematiksel merak, eleştirel düşünme eğilimi) çerçevesinde tartışılmaktadır. Araştırmanın temel bulgularından biri, matematiksel yaratıcılık göstergeleri ile öz bildirime dayalı eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenmemesidir. Bu bulgu, 'etki yoktur' şeklinde indirgemeci bir yorumla ele alınmamalıdır. Eğitim araştırmalarında anlamlılık testi sonuçları; ölçme araçlarının niteliği, örneklem büyüklüğü, değişkenlerin dağılım özellikleri, görev tasarımı ve bağlamsal etkenlerle birlikte değerlendirildiğinde daha anlamlı ve savunulabilir bir çerçeve sunar (Cohen, 1994; Gelman & Stern, 2006).

Üstün yetenekli öğrencilerin matematik öğrenme ve problem çözme profilleri, yaşıtlarına kıyasla daha hızlı kavramsallaştırma, daha geniş strateji çeşitliliği ve örüntü fark etme gibi güçlü yönler barındırmakla birlikte; görev koşulları, motivasyon, mükemmeliyetçilik, hata toleransı ve duyuşsal düzenleme gibi boyutlarda heterojenlik gösterebilir. Bu heterojenlik, üstün yeteneklilerde yaratıcılığın tek bir doğrultuda 'yüksek' seyretmesini zorunlu kılmaz; aksine yaratıcılık, alana özgü bilgi, fırsat yapısı ve çevresel destekle birlikte gelişen bir potansiyel olarak ele alınır (Kaufman & Beghetto, 2009; Plucker, Beghetto & Dow, 2004).

BİLSEM bağlamında öğrenciler rutin olmayan problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerinin geliştirildiği zenginleştirilmiş öğrenme ortamları sunar.

Ancak zenginleştirme ortamı, öğrencilerin her problem türünde otomatik olarak yüksek performans göstereceği anlamına gelmez; özellikle yeni temsil gerektiren, çok adımlı süreç izleme isteyen veya alışılmış algoritmalarla çözülmeyen görevlerde performans, kontrol ve duyuşsal düzenleme ile yakından ilişkili hale gelir (Zimmerman, 2000).

Bu çalışmada yaratıcılığın akıcılık-esneklik-orijinallik boyutları üzerinden değerlendirilmesi, üstün yetenekliler araştırmalarında önerilen 'çoklu ölçüt' yaklaşımıyla uyumludur. Yaratıcılığı yalnızca doğru cevap sayısına indirgemek, üstün yetenekli öğrencilerin farklı çözüm yolları üretme, temsiller arası geçiş yapma ve özgün yollar deneme kapasitesini görünmez kılabilir. Çoklu çözüm görevleri ve strateji profilleme yaklaşımı, üstün yetenekli öğrencilerde yaratıcılığın 'profil' olarak ele alınmasını sağlar (Levav-Waynberg & Leikin, 2012). Bu nedenle bu tez, BİLSEM düzeyinde hem öğretim tasarımı hem de değerlendirme açısından uygulanabilir kanıtlar sunmaktadır.

Strateji dağılımlarında bazı problemlerde tek bir kategori etrafında yığılma görülmesi, iki şekilde yorumlanabilir. Birincisi, üstün yetenekli öğrencilerin ekonomik ve hızlı çözüme yönelme eğilimidir. Eğer bir strateji öğrencinin zihninde en kısa yol olarak belirginleşmişse, alternatif üretme motivasyonu düşebilir; bu durum esneklik puanlarını sınırlayabilir. İkincisi ise öğrenme ortamının doğru cevaba hızla ulaşma kültürünü güçlendirmesi olabilir. Üstün yetenekli gruplarda dahi performans odaklı değerlendirme ve zaman baskısı, öğrencilerin alternatif denemeye ayırdığı kaynakları azaltabilir; öğrenciler, riskli görünen özgün yollar yerine güvenli algoritmik yollara yönelebilir (Beghetto, 2019).

Bu çerçevede, esnekliğin yalnızca 'çok çözüm üretmeyle değil, farklı yöntem sınıfları arasında geçiş yapabilmeyle ilişkili olduğu vurgulanmalıdır. BİLSEM zenginleştirme programlarında bu geçişi destekleyen etkinlik tasarımları sistematik biçimde yer aldığında esneklik boyutunun güçlenmesi beklenir. Levav-Waynberg & Leikin (2012), çoklu çözüm görevlerinin öğrencilerin hem esneklik hem de orijinallik düzeylerini desteklediğini ifade etmektedir.

Bu araştırmada bazı problemlerde yüksek sayıda geçersiz veya cevapsız oranlarının görülmesi, soruların çok zor olduğu şeklinde tek boyutlu bir açıklamayla sınırlandırılmamalıdır.

Üstün yetenekli öğrencilerde boş bırakma davranışı, bazen bilmeme değil, mükemmel çözüm üretememe endişesi ve hata yapmaya düşük toleransla ilişkili olabilir. Mükemmeliyetçilik ve performans kaygısı, öğrencinin tam emin olmadığı çözümleri yazmaktan kaçınmasına yol açabilir; bu da çözümsüz bırakmayı artırabilir (Pekrun, 2006).

Ayrıca, bilişsel yük yaklaşımına göre çok adımlı ve temsil gerektiren görevler çalışma belleğini zorlar; üstün yetenekli öğrenciler daha hızlı işlese bile, dışsallaştırma (tablo/şema) yapılmadığında hata olasılığı artabilir (Sweller, 1988).

Matematiksel merak ve eleştirel düşünme eğilimi, bu çalışmada öz bildirim ölçekleriyle ölçülmüştür. Üstün yetenekli gruplarda öz bildirimin geçerliği, akran normları ve beklenen öğrenci profili nedeniyle daha da karmaşıklaşabilir. BİLSEM öğrencileri, meraklı ya da eleştirel olmanın değer gördüğünü bilerek maddeleri bu yönde işaretleyebilir; bu durum sosyal beğenirlik ve ortak yöntem yanlılığı riskini artırabilir (Podsakoff et al., 2003; Paulhus & Vazire, 2007). Diğer yandan yaratıcı problem çözme performansı, göreve özgü ve durumsaldır. Bu iki ölçüm düzeyi arasındaki uyumsuzluk, ilişkinin istatistiksel olarak zayıf görünmesine yol açabilir.

İlişkisizlik bulgusu ayrıca, anlamlı değil ile etki yok ayrımını güçlendirir. Gelman ve Stern (2006), anlamlı olan ve olmayan sonuçların farkının bizzat kendisinin anlamlı olmayabileceğini vurgular. Bu tezde N=56 gibi görece sınırlı bir örneklemle çalışılması, küçük/orta düzey etkilerin saptanmasını zorlaştırabilir (Cohen, 1994). Ayrıca bazı problem türlerinde yüksek geçersiz çözüm veya boş bırakma oranları yaratıcılık puanlarının dağılımını çarpıklaştırarak korelasyonların gücünü azaltabilir. Bu nedenle anlamlılık çıkmaması, yöntemsel olarak makul ve savunulabilir bir olasılıktır. Üstelik bu bulgu, duyuşsal eğilimlerin performansa hangi aracı süreçlerle dönüştüğünü daha ayrıntılı modelleme gereğini doğurur (Zimmerman, 2000).

Üstün yetenekli öğrencilerde kaygı, çoğu zaman başarısız olmaktan çok beklentiyi karşılayamama ve hata yapmanın endişesi ile ilişkilidir. Bu durum, özellikle açık uçlu ve birden fazla yol içeren yaratıcı görevlerde daha görünür hale gelebilir.

Matematik kaygısı, çalışma belleği kaynaklarını tüketerek performansı düşürebilir. Bu etki, çok adımlı ve izleme gerektiren problemlerde daha güçlüdür (Ashcraft & Kirk, 2001; Beilock & Carr, 2005).

BİLSEM gibi seçilmiş gruplarda, akran karşılaştırması ve performans normları kaygıyı artırabilir; bu da boş bırakma veya deneme-yanılmaya aşırı yönelim gibi uyumsuz stratejilere yol açabilir. Bu nedenle, BİLSEM uygulamalarında hata dostu sınıf ortamı, süreç odaklı geri bildirim ve ürün yerine süreç değerlendirmesi, yaratıcılığın ortaya çıkması için kritik koşullar olarak görülebilir (Beghetto, 2019).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak gibi öz bildirime dayalı duyuşsal değişkenlerin, beşinci sınıf düzeyinde rutin olmayan problem çözme bağlamında ortaya çıkan matematiksel yaratıcılık performansını (akıcılık–esneklik–orijinallik) doğrudan ve doğrusal biçimde yordamayabileceğini göstermiştir. Ancak bu durum, araştırmanın "önemsiz" olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine, bu çalışma üç açıdan literatüre ve uygulamaya anlamlı katkı sunmaktadır. Matematiksel yaratıcılığın boyutlar düzeyinde görünür kılınması, görev temelli performans ile öz bildirim ölçümleri arasındaki ayrışmanın ortaya konulması ve üstün yetenekli/BİLSEM bağlamında öğretim tasarımı için doğrudan kullanılabilecek profil temelli kanıtların üretilmesidir.

Öncelikle, bu araştırma matematiksel yaratıcılığı tek bir toplam puana indirgemeden akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarında ayrı ayrı ele almış; her bir problem için öğrencilerin hangi çözüm yollarına yöneldiğini, hangi yöntem gruplarında yoğunlaştığını ve hangi durumlarda geçersiz çözüm/çözümsüz bırakma eğiliminin arttığını ortaya koymuştur. Bu yönüyle çalışma, "öğrenci yaratıcı mı değil mi?" gibi ikili bir değerlendirmeden ziyade, öğrencinin yaratıcı performansının hangi boyutta ve hangi görev türünde sınırlandığını göstermektedir. Özellikle yöntem gruplarının dağılımında belirgin yığılmaların görülmesi ve bazı problemlerde geçersiz çözüm/çözümsüz bırakma oranlarının yükselmesi, matematiksel yaratıcılığın yalnızca bireysel bir özellik değil; görevin bilişsel yükü, temsillerin karmaşıklığı ve öğrencinin strateji repertuvarı ile etkileşim içinde şekillenen bir performans olduğunu desteklemektedir.

Dolayısıyla bu tez, "yaratıcılık düşüktür" gibi genel bir yargı üretmek yerine, yaratıcılığın hangi koşullarda baskılandığını betimleyerek öğretimsel müdahaleler için somut bir başlangıç noktası sunmaktadır. Ayrıca istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaması, kuramsal açıdan iki önemli noktayı görünür kılmıştır.

Birincisi, öz bildirimle ölçülen merak ve eleştirel düşünme eğilimi, öğrencinin "kendini algılayışını" yansıtırken; rutin olmayan problemlerde üretilen çözüm çeşitliliği ve özgünlüğü, anlık performans ve görevle etkileşim tarafından belirlenmektedir. Bu iki ölçüm düzeyi (öz bildirim–performans) her zaman yüksek korelasyon üretmek zorunda değildir. İkincisi, özellikle üstün yetenekli/BİLSEM gibi seçilmiş örneklemlerde değişkenlerin dağılımı daha homojen olabildiğinden, korelasyonların küçülmesi veya ilişkilerin doğrusal görünmemesi beklenebilir. Bu durum "ilişki yoktur" sonucundan çok, ilişkinin doğrusal olmayabileceğini, araya giren değişkenlerin (örn. kaygı, görev zorluğu algısı, öz düzenleme, strateji bilgisi) etkili olabileceğini ve daha karmaşık modellerin (eşik etkileri, etkileşimler, aracılıklar) tartışılması gerektiğini düşündürür. Dolayısıyla çalışma, basit bir yordama ilişkisini doğrulamaktan ziyade, yaratıcılık performansının açıklanmasında hangi açıklama biçimlerinin yetersiz kalabileceğini göstermiş; kuramsal modellerin sınırlarını eğitim bağlamında test eden değerli bir "ilişkisizlik" kanıtı üretmiştir.

Çalışmanın güçlü katkılarından biri, BİLSEM/üstün yetenekli öğrenciler için tasarlanan zenginleştirme uygulamalarında sık karşılaşılan bir sorunu somutlaştırmasıdır: "Üstün yetenekli öğrenci her problemde çoklu ve özgün çözüm üretebilir" varsayımı her zaman gerçekleşmemektedir. Bulgular, bazı problemlerde çözüm çeşitliliğinin sınırlı kaldığını ve özellikle belirli görev türlerinde geçersiz çözüm/çözümsüz bırakma oranlarının artabildiğini göstermektedir. Bu, üstün yetenekli öğrencilerin de görev zorluğu, zaman baskısı, temsili karmaşıklık ve matematik kaygısı gibi etkenlerden etkilenebileceğini; yaratıcılığın otomatik olarak ortaya çıkmayıp uygun öğrenme ortamları ve strateji öğretimi ile desteklenmesi gerektiğini düşündürür. Bu bağlamda çalışma, BİLSEM'de problem çözme öğretiminin yalnızca "daha zor soru" vermekle sınırlı kalmaması; strateji repertuvarını genişleten, çoklu temsil ve modelleme fırsatı sunan, başarısız denemeleri öğrenme fırsatına dönüştüren bir tasarıma ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bu tez, “anlamlı ilişki bulunmadı” bulgusunun ötesinde; matematiksel yaratıcılığın görev-temelli doğasını, öğrencilerin strateji dağılımlarını ve belirli problem türlerinde ortaya çıkan performans sınırlılıklarını görünür kılmıştır.

Bu yönüyle çalışma, hem literatürdeki kuramsal tartışmalara gerçek sınıf/bilim sanat merkezi verisiyle katkı sunmakta hem de öğretim tasarımına dönük somut çıkarımlar üretmektedir. Elde edilen profil, sonraki çalışmalarda daha büyük örneklemlerle, farklı sınıf düzeylerinde ve araya giren değişkenleri (matematik kaygısı, öz düzenleme, görev zorluğu algısı) içeren modellerle test edilebilecek güçlü bir başlangıç çerçevesi sağlamaktadır. yanıtları, rutin olmayan problemlerde kullanılan çözüm yöntemlerine ve stratejilere göre kodlanmıştır. Toplam örneklem büyüklüğü N=56’dır. Tablolarda f, ilgili yöntemi kullanan öğrenci sayısını; % ise bu frekansın N=56 içindeki oranını göstermektedir.

Bir öğrenci aynı problemde birden fazla yöntemi birlikte kullanabildiğinden, yöntem satırlarındaki f değerleri toplanınca N’yi aşabilir; bu nedenle yöntem yüzdelerinin toplamının %100 olması beklenmez.

Geçersiz çözüm satırı; değerlendirme ölçütlerine göre yanlış/uygunsuz kabul edilen yanıtlar (geçersiz çözüm) ile ilgili problem için çözüm üretmeyen/boş bırakan yanıtların toplamını göstermektedir. Bu satır, bu iki durumun toplam büyüklüğünü tek satırda raporlamak için kullanılmıştır

5.2 Sınırlılıklar

Bu araştırmanın bulguları, aşağıda belirtilen sınırlılıklar çerçevesinde değerlendirilmelidir.

Çalışma üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinden oluşan sınırlı bir örneklem üzerinde yürütülmüştür. Bu durum, bulguların farklı yaş gruplarına, farklı okul türlerine veya farklı üstün yetenekli öğrenci gruplarına genellenmesini sınırlandırmaktadır.

Matematiksel yaratıcılık uygulaması için iki ders saati ayrılmış olmakla birlikte, açık uçlu ve çoklu çözüm gerektiren görevlerde öğrencilerin alternatif stratejiler geliştirmesi ve çözümlerini ayrıntılandırması için daha uzun süre gerekebilir. Bu nedenle süre kısıtı, yaratıcı performansın tam olarak ortaya çıkmasını sınırlamış olabilir.

Matematiksel yaratıcılık verileri öğrencilerin yazılı yanıtları üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin zihinsel olarak geliştirdikleri bazı özgün fikirleri yazılı biçimde yeterince yansıtamamış olmaları olasıdır. Bu durum özellikle özgünlük ve esneklik puanlarının görünürlüğünü etkileyebilir.

Araştırma ilişkisel bir desende tasarlandığından, değişkenler arasında belirlenen ilişkiler nedensel yorum yapmaya olanak vermemektedir. Bu nedenle matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme eğilimi ve merak düzeyi arasındaki ilişkiler birlikte değişim düzeyinde ele alınmalıdır.

Son olarak, verilerin dağılım özellikleri ve örneklem büyüklüğü nedeniyle daha ileri düzey istatistiksel modellerin raporlanmaması tercih edilmiştir. Bu durum, değişkenler arasındaki ilişkinin açıklanmasına yönelik yorumların daha çok ilişkisel düzeyde kalmasına neden olmuştur.

5.3 Sonuç ve Öneriler

Araştırma bulguları doğrultusunda, üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıklarının desteklenmesine yönelik uygulamalarda açık uçlu, çoklu çözüm üretimine olanak tanıyan ve öğrencilerin çözüm yollarını gerekçelendirmelerini teşvik eden problem türlerine daha fazla yer verilmesi önerilebilir. Öğrencilerin ilk çözümün ötesine geçmelerini destekleyen yönergelerin kullanılması, yaratıcı performansın görünürlüğünü artırabilir.

Matematiksel yaratıcılık uygulamalarının tek oturum yerine aşamalı biçimde planlanması, öğrencilerin çözüm yollarını yeniden gözden geçirme ve alternatif stratejiler geliştirme fırsatlarını artırabilir. Süre planlaması yapılırken yalnızca doğru cevaba ulaşma değil; alternatif düşünme, açıklama ve gerekçelendirme süreçlerinin de zaman gerektirdiği dikkate alınmalıdır.

Merak ve eleştirel düşünme eğiliminin matematiksel süreçlerle bütünleştirilmesi amacıyla, öğrencilerin soru üretmelerine, çözümleri karşılaştırmalarına ve çözümün geçerliliğini tartışmalarına olanak tanıyan öğrenme ortamlarının tasarlanması önerilmektedir.

Gelecek araştırmalarda benzer değişkenlerin daha geniş örneklemler üzerinde incelenmesi, bulguların karşılaştırılabilirliğini ve genellenebilirliğini artırabilir.

Farklı sınıf düzeylerinin (örneğin 4., 6. ve 7. sınıf) çalışmaya dâhil edilmesi, matematiksel yaratıcılık, eleştirel düşünme eğilimi ve merak arasındaki ilişkilerin gelişimsel açıdan nasıl değiştiğinin incelenmesine katkı sağlayabilir.

Yalnızca nicel verilerle sınırlı kalınmayıp öğrenci görüşmeleri, düşünme uygulamaları veya sınıf içi gözlemlerle desteklenen karma yöntem araştırmaları yürütülmesi, matematiksel yaratıcılığın süreç boyutunun daha derinlikli biçimde anlaşılmasına yardımcı olabilir.

Çok adımlı problemlerde durum tablosu, akış şeması veya çizim kullanımı 'tercih' değil 'gereklilik' olarak yapılandırılmalıdır. Öğrencilere, hangi problem türünde hangi temsilin daha işlevsel olduğu açıkça gösterilmeli; temsil dönüştürme (tablodan cebire, çizimden tabloya) etkinlikleri planlı biçimde yürütülmelidir.

Öğrencilerden aynı probleme en az iki farklı yöntemle çözüm üretmeleri istenebilir; ardından çözümler 'ekonomi', 'genellenebilirlik' ve 'hata riski' ölçütleriyle karşılaştırılabilir. Bu durum esneklik boyutunu doğrudan hedefler. Bu nedenle çoklu çözüm görevlerine olanak sağlayan çalışmalar BİLSEM ortamına doğrudan uyarlanabilir.

Polya'nın (1945) 'geri dönüp kontrol etme' adımı, BİLSEM'de yapılandırılmış kontrol listeleriyle rutine dönüştürülebilir. Örneğin öğrenci her çözüm sonunda en az iki kontrol maddesini işaretleyebilir (birim kontrolü, sınır durum kontrolü, mantık kontrolü). Kaygı için düşük riskli denemeler, hata analizi oturumları ve süreç odaklı geri bildirim önerilir (Pekrun, 2006).

Eleştirel düşünme eğilimi ve matematiksel merak ile yaratıcı performans arasında anlamlı ilişki gözlenmemesi, ölçüm düzeyi farklılıkları ve BİLSEM bağlamına özgü duyuşsal dinamikler (performans normları, mükemmeliyetçilik, kaygı) dikkate alındığında savunulabilir bir bulgudur. Bu bulgu, duyuşsal eğilimlerin performansa dönüşmesini sağlayan aracı süreçlerin (ısrar, temsil kullanımı, kontrol rutinleri) güçlendirilmesi gerektiğini işaret eden kuramsal bir katkı sunmaktadır.

BİLSEM matematik etkinliklerinde çoklu çözüm üretimi hedeflenmeli; çözüm karşılaştırma ve temsil dönüştürme rutinleştirilmelidir. Değerlendirmede yalnız sonuç değil süreç puanlanmalı; öğrencinin kontrol adımlarını görünür kılan rubrik maddeleri eklenmelidir. Kaygıyı azaltacak düşük riskli deneme ortamları ve hata

analizi oturumları planlanmalı; süreç odaklı geri bildirim tercih edilmelidir (Pekrun, 2006).

BİLSEM örneklemlerinde merak/eleştirel düşünme ile performans arasındaki ilişkiyi aracı değişkenlerle (kaygı, öz-yeterlik, ısrar, farkındalık) test eden modeller kurulabilir. Görev türüne göre farklılaşan ilişkiler incelenebilir. Boylamsal tasarımlarla öğrencilerin strateji çeşitliliğinin nasıl evrildiği izlenebilir (Zimmerman, 2000).

KAYNAKÇA

Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. Journal of Personality and Social Psychology, 45(2), 357–376. https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.2.357

Arıkan, E. E., Özgenel, M., Erdem, S. S., & Ünal, H. (2023). Developing a mathematical curiosity scale for adolescents: Validity and reliability study. Research on Education and Psychology, 7(3), 370–388. https://doi.org/10.54535/rep.1283004

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. Journal of Experimental Psychology: General, 130(2), 224–237.

Assmus, D., & Fritzlar, T. (2022). Mathematical creativity and mathematical giftedness in the primary school age range: An interview study on creating figural patterns. ZDM – Mathematics Education, 54, 113–131. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01328-8

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W. H. Freeman.

Battista, M. T. (2007). Geometry results from the Third International Mathematics and Science Study. Teaching Children Mathematics, 5(6), 367–373.

Beghetto, R. A. (2019). Structured uncertainty: How to help students thrive in the unknown. ASCD.

Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: Working memory and 'choking under pressure' in math. Psychological Science, 16(2), 101–105.

Berlyne, D. E. (1960). Conflict, arousal, and curiosity. McGraw-Hill.

Blanton, M., & Kaput, J. (2005). Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. Journal for Research in Mathematics Education, 36, 412–446.

Brookhart, S. M. (2013). How to create and use rubrics for formative assessment and grading. ASCD.

Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), Metacognition, motivation, and understanding (pp. 65–116). Lawrence Erlbaum Associates.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement, 20(1), 37–46.

Cohen, J. (1994). The earth is round (p < .05). American Psychologist, 49(12), 997–1003.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Dewey, J. (1910). How we think. D. C. Heath & Company.

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. O. Tall (Ed.), Advanced mathematical thinking (pp. 42–53). Kluwer Academic Publishers.

Field, A. (2018). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.). SAGE Publications.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to design and evaluate research in education (8th ed.). McGraw-Hill.

Gagné, F. (1995). From abilities to talents: A contextual genetics of gift-development. Roeper Review, 18(2), 103–111.

Guilford, J. P. (1950). Creativity. American Psychologist, 5(9), 444–454. https://doi.org/10.1037/h0063487

Haylock, D. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. Educational Studies in Mathematics, 18(1), 59–74.

Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four C model of creativity. Review of General Psychology, 13(1), 1–12.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. National Academies Press.

Krutetskii, V. A. (1976). The psychology of mathematical abilities in schoolchildren. University of Chicago Press.

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. https://doi.org/10.1163/9789087909352_010

Litman, J. A. (2008). Interest and deprivation factors of epistemic curiosity. Personality and Individual Differences, 44(7), 1585–1595. https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.014

Lockwood, E. (2013). A model of students' combinatorial thinking. Journal of Mathematical Behavior, 32, 251–265. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.02.008

Pólya, G. (1945). How to solve it: A new aspect of mathematical method. Princeton University Press.

Radford, L. (2008). Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. Educational Studies in Mathematics, 70, 111–126. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9127-3

Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. Phi Delta Kappan, 60, 180–184.

Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. Creativity Research Journal, 24(1), 92–96. https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Early childhood mathematics education research. Taylor & Francis.

Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical problem solving. Academic Press.

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. ZDM – Mathematics Education, 29(3), 75–80.

Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. The Mathematics Educator, 14(1), 19–34.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12(2), 257–285.

Torrance, E. P. (1974). Torrance tests of creative thinking. Scholastic Testing Service.

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive commentary. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), Handbook of self-regulation (pp. 13–39). Academic Press.

A
ETİK KURUL İZNİ

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Toplantı Tarihi: 30.12.2025 **Toplantı No: 2025.12**

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü öğretim üyelerinden PROF. DR. HASAN ÜNAL danışmanlığında lisansüstü öğrencisi MERVE KARAKELLE tarafından yapılacak olan "ÜSTÜN YETENEKLİ BEŞİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN YARATICI PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ İLE ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE MERAK DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ" adlı çalışma ve bu çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve yöntemlerine ilişkin bilgilerde etiğe aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Etik Kurul Üyeleri

DocuSigned by: 07F20CD75AD8430...
Prof. Dr. Murat DONDURAN
Başkan

DocuSigned by: 9D5616D3F2674C8...
Prof. Dr. Fatih GÜLGEN
Üye

DocuSigned by: D8CAA832588D413...
Prof. Dr. Yiğit EVREN
Üye

DocuSigned by: 95128DC8D72243B...
Doç. Dr. Begüm SATICI
Üye

DocuSigned by: 11BD69611D0B462...
Doç. Dr. Nur CEMELELİOĞLU
Üye

DocuSigned by: AEDFCC489DA74F0...
Doç. Dr. Gülbin ÖZKAN
Üye

DocuSigned by: 7FF802A54D7049F...
Dr. Öğr. Üyesi H. Ağan KARADUMAN
Üye

Taş Bina A-2013 Oda Davutpaşa Kampüsü Esenler/İstanbul Tel: (0212) 383 31 18
E-posta: sbemdr@yildiz.edu.tr - Web: sbe.yildiz.edu.tr
Rapor Doğrulama Adresi: "etik.yildiz.edu.tr/dogrula" Rapor No: 20251207096 Doğrulama Kodu: 1dd20

B
MEB UYGULAMA İZNİ

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ

Başvuru No: MEB.TT.2026.044360.01

T.C. Kimlik No: 61*******48

Adı Soyadı: MERVE KARAKELLE

Araştırmanın Adı: Üstün/Özel Yetenekli Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Yaratıcı Matematik Problemleri Çözümlerinin Merak Düzeyleri Ve Eleştirel Düşünme Becerileri İle İlişkisi

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Matematik Problemleri, Ortaokul Öğrencileri İçin Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği, Matematiksel Merak Ölçeği

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 06.01.2026

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
İSTANBUL	BİLSEM (Üstün veya Özel Yetenekliler)	Beylikdüzü Halil Meryem Coşkun Bilim ve Sanat Merkezi (BEYLİKDÜZÜ)	769174

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.*

Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb.egitimarastirmalari.arastirmaizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr

C
ÖLÇEK KULLANIM İZİNLERİ



ben 10 Kas
alıcı:

Merhaba iyi akşamlar. Ben Merve Karakelle. Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik Eğitimi bölümü yüksek lisans öğrencisiyim. Tez çalışmamda yaratıcı matematik problemi çözümlerinin matematiksel merak ile eleştirel düşünme ilişkisini inceleyeceğim. Çalışmanızda yer alan eleştirel düşünme ölçeğini kullanabilir miyim?

Seyhan Yıldırım D... 10 Kas
alıcı: ben

Merhaba Merve Hocam.

Ortaokul Öğrencileri İçin Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği'ni çalışmanızda kullanabilirsiniz. Ölçeği gerekli notlarla birlikte maile ekliyorum. Sormak istediğiniz bir konu olursa seve seve yardımcı olurum.

Katkı sunması dileğiyle, iyi çalışmalar.

10 Kas 2025 Pzt 20:49 tarihinde Merve Hazel Karakelle <[redacted] · şunu yazdı:

...

ben 11 Kas
Merhaba hocam. Ben Merve Karakelle. Yıldı...

Elif Esra ARIKAN 11 Kas
alıcı: ben

Merhaba Merve,
Matematiksel Merak Ölçeğini ekte gönderiyorum.
İyi çalışmalar dilerim.

Doç. Dr. Elif Esra ARIKAN
İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Gönderen: Merve Hazel Karakelle

Gönderildi: 11 Kasım 2025 Salı 14:23
Kime: Elif Esra ARIKAN
Konu: Merak Ölçeği Kullanım Izni

...

İLETININ TAMAMINI GÖSTER

MAtematiksel Merak Ölçeği (1...
W Doküman

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Karakelle, M. ve Ünal, H. (2026). Üstün yetenekli beşinci sınıf öğrencilerinin yaratıcı matematik problemi çözümlerinin eleştirel düşünme ve matematiksel merak düzeyleri ile ilişkisi. E. İsayev ve M. L. Emek (Ed.), Silk Road 5. International Scientific Research Congress Proceedings Book içinde (ss. 12). Liberty Academic Publishers.