HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL ÖRNEK ÜRETME STRATEJİLERİNİN VE YARATICILIKLARININ İNCELENMESİ

Neslihan TANGAL

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiye...

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL ÖRNEK ÜRETME STRATEJİLERİNİN VE YARATICILIKLARININ İNCELENMESİ

EXAMINATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS' MATHEMATICAL EXAMPLE GENERATION STRATEGIES AND CREATIVITY

Neslihan TANGAL

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Neslihan TANGAL'ın hazırladığı "Lise Öğrencilerinin Matematiksel Örnek Üretme Stratejilerinin Ve Yaratıcılıklarının İncelenmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Mehmet BEKDEMİR	İmza
Jüri Üyesi (Danışman)	Doç. Dr. Yasemin SAĞLAM KAYA	İmza
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Nazan SEZEN YÜKSEL	İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 15 / 06 / 2022 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca ..... / ..... / .... tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Öz

Araştırmacıların ve eğitimcilerin önemli görevlerinden bir tanesi de problem çözme becerileri geliştirmiş yaratıcı bireyler yetiştirmektir. Bu sürecin öğrenci merkezli olması birçok avantajı beraberinde getirecektir. Matematik dersinde ezberden uzak, kavramları bilen ve bunları gerektiğinde kullanabilecek nesillere ihtiyaç duyulmaktadır. Eğitim öğretim ortamında etkili bir şekilde kullanılacak matematiksel araçlarla bu ihtiyaçlar giderilebilir. Bu nedenle öğrencileri, öğretim sürecinin bir parçası haline getiren örnek üretme stratejilerindeki öğrenci başarısını incelemek ve bu sürecin öğrencilerin yaratıcılığını ortaya çıkarmada kullanılması bu araştırmanın öncelikli amacı olmuştur. Araştırmada iki soruya cevap aranmıştır; 'Lise öğrencilerinin örnek üretme stratejilerindeki başarıları ne düzeydedir?' ve 'Lise öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıkları ne düzeydedir?'. Bu soruların cevapları örnek üretme stratejisine ait 13 farklı açık uçlu soruya öğrencilerin ürettikleri örnekler ile aranmıştır. Karma yönteme sahip araştırma, 2021-2022 döneminde toplam 50, 11. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma 3 farklı lisede yürütülmüştür. Araştırmanın verileri 13 açık uçlu soru içeren örnek üretme envanteri ve yaratıcılık puanlarına göre belirlenen 8 farklı öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel yaratıcılık puanları akıcılık, esneklik ve orijinallik alt boyutları incelenerek elde edilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda öğrencilerin örnek üretme stratejilerinin kısıtlaması daha fazla olan sorularında daha az örnek ürettikleri görülmüştür. Bu durum, kısıtlaması daha fazla olan soruların matematiksel yaratıcılık puanlarının daha düşük olmasına da neden olmuştur. Bu duruma neden olan bireysel farklılıklardan bazıları öğrencilerin yanlış yapmaktan korkmaları, kavrama ilişkin tanımları bilmemeleri, tanımı uygularken zorlanmalarıdır. Araştırmanın sonunda örnek üretme envanterinin hem yaratıcılığı geliştirmesi hem de öğrencilerin kavramlara ilişkin bilişsel haritasını ortaya çıkarmak için etkili bir araç olarak kullanılabileceği yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: matematiksel yaratıcılık, örnek üretme, öğrenen tarafından üretilen örnek

Abstract

Mathematics needs generations who are familiar with concepts far from rote and can use them when necessary. These needs can be met with mathematical tools that will be used effectively in the educational environment. For this reason, it has been purpose of the research to examine student achievement and creativity in example generating strategies that look on students as a part of the process. In the study, answers are sought to two questions; 'What is the level of success of the high school students in example generating strategies?' and 'What is the level of the students' mathematical creativity?'. Data of the study were obtained through example generating inventory containing 13 open-ended questions and semi-structured interviews with 8 different students selected according to their creativity scores. Students' mathematical creativity scores were obtained by examining the sub-dimensions of fluency, flexibility and originality. As a result of this research, it was seen that the students produced fewer examples that had more limitations in the example generating strategies. This situation also caused the mathematical creativity scores of the questions with more limitations to be lower. Some of the individual differences that cause this situation are that students are afraid of making mistakes, not knowing the definition, and having difficulties in applying the definition. Based on the findings of the research, it can be said that the example generating inventory can be used as an effective tool both to develop creativity and to reveal the cognitive map of what the student thinks.

Keywords: mathematical creativity, example generation, learner generated examples

Teşekkür

Lisans eğitim boyunca kendisini örnek aldığım, yüksek lisans eğitimimde de değerli fikirleri, önerileri ve desteği ile bana güç veren, her ihtiyaç duyduğumda zamanını ayırıp yanımda olan, bu süreçte birçok şey öğrenmemi sağlayan sayın danışmanım Doç. Dr. Yasemin SAĞLAM KAYA'ya sonsuz teşekkür ederim. Bu yolu iyi ki kendisiyle geçirmişim.

Çalışmama yaptıkları eleştiriler ve önerileri ile titizlikle katkı sunan, bu çalışmanın daha iyi olmasını sağlayan hocalarım Prof. Dr. Mehmet BEKDEMİR'e ve Doç. Dr. Nazan SEZEN YÜKSEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu yola çıkmam konusunda beni destekleyen, her ihtiyacım olduğunda yanı başımda olan, bilgisini, ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen, önünde çok başarılı yılların olduğundan emin olduğum sevgili arkadaşım Arş. Gör. Meltem Çoşkun Şimşek'e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, desteklerini, sevgilerini hep yanımda hissettiğim, benimle üzülen, benimle sevinen, emeklerini hiçbir şekilde ödeyemeyeceğim canım babam Bekir Tangal'a, canım annem Gülay Tangal'a, varlığı bana güç veren canım kardeşim Bengihan Tangal'a gösterdikleri sabır ve destekten dolayı teşekkür ederim.

Üzerimde emeği olan, bildiğim birçok şeyi onlara borçlu olduğum tüm öğretmenlerime ve bu çalışma sırasında bana destek veren, matematik öğretmeni nasıl olur ilk onlardan öğrendiğim öğretmenlerim Sevil Özlü ve Abdullah Sevindik'e yardımları için teşekkür ederim.

İçindekiler

Tablolar Dizini

Şekiller Dizini

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

AASL: American Association of School Librarians

Bölüm 1
Giriş

Bu bölümde, problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, araştırma problemi, sayıltılar, sınırlılıklar ve çalışmada yer alan kavramlara ilişkin tanımlar yer almaktadır.

Problem Durumu

Eğitim, bireylerin yaşamının düzenli olarak sürdürülmesi için toplum tarafından oluşturulan kurumlardan biridir (Aslan, 2001). Bir toplumun insan profili beklentisi ve bu beklentiye cevap araması eğitim sistemini şekillendiren etmenlerden bir tanesidir. Eğitim sisteminin şekillenmesini ve belirli bir eğitim anlayışının oluşmasını sağlayan birçok etmen bulunmaktadır. Bu etmenlerden bir tanesi yaşadığımız çağın gereklilikleridir.

Sanayi toplumu, ortaya koyduğu ürünler ve etkileriyle beyin gücümüzü, düşünsel ve yaratıcı gücümüzü yüceltmede etken olan bir başka topluma evrilmiş ve bilgi teknolojilerindeki gelişmeler ile 21. yüzyılı, yani 'Bilgi Çağı' olarak adlandıran süreci başlatmıştır (İz-Bölükoğlu, 2002). Bilgi toplumunda bireyler bilgiye ulaşma yollarını ve bilgiyi kullanmayı, bilgiyi doğru kaynaktan almayı, bu bilgiyi işleyebilmeyi ve insanların ihtiyaçlarını gidermek amacıyla bu bilgiyi kullanabilmelidir. Eğitim öğretim hayatı düşünüldüğünde öğrenciler öğretim hayatları boyunca birçok bilgi almakta fakat bu bilgiyi işlemesi ve kullanması yeterli boyutta olmamaktadır. Bu bağlamda Türkiye'de ve dünyada yapılan reformlar ile okul matematiği için yapılan vurgunun her öğrenciye eşit fırsat ile birlikte gerekli desteğin verilmesi gerekli görülmüş ve bu reform hareketliliği ile öğretmen merkezli bir yaklaşımdan öğrenci merkezli bir yaklaşıma geçilmiştir (Wilson, Mojica ve Confrey, 2013). Teorik bilgiler ve bu teorik bilgilerin uygulanması olarak iki kısımda inceleyebileceğimiz okul matematiği için teorik bilgilerde nispeten öğretmen merkezli bir yaklaşım izlenir. Öğretmenler, ders planı hazırlarken öğretim programlarında belirlenen hususlara dikkat etmekte, bu programı kılavuz almaktadırlar. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan ortaöğretim dersi matematik öğretim programı ile (OGM Matematik Programı) öğrencilerin problemlere farklı açılardan bakabilen, problem çözme becerisi gelişmiş, matematiksel düşünme ve uygulama becerileri kazanmış bireyler olmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Bu amaçlara ulaşabilmek için öğretmenler ders planlarını öğrencileri matematiksel düşünmeye teşvik edecek stratejileri kullanacak şekilde düzenlemelidir. Bu stratejiler öğrenciyi aktif kılmayı ve sürecin bir parçası olmayı amaçlamalıdır. Başlarda hem öğretmenler hem de öğrenciler için alışılması zor olabilecek bu stratejiler ile ilgili araştırmaların sonuçları gösteriyor ki öğrenciler bu sürece kısa sürede adapte olabilmekte hatta izin verildiğinde öğretmenlerden daha orijinal fikirler üretebilmektedirler. O halde eğitimciler eğitim ortamını düzenlerken benimsenen yeni yaklaşımları göz önünde bulundurmalı, öğrencilerin derse aktif katılımını sağlayan materyallerden yararlanmalıdır. Matematik dersinin en önemli unsurlardan bir tanesi olan örnekler, planlı bir şekilde seçildiğinde bu amaca hizmet edecektir çünkü örnekler sınıf ortamında birden çok amaca hizmet ederler. Bu amaçlardan birkaç tanesi aşağıda açıklanmış ve ileriki bölümlerde daha detaylı olarak incelenmiştir.

Etkili bir öğretim ortamının en önemli unsurlarından biri de iyi kurulmuş bir iletişimdir. Matematik ve daha birçok ders için örnekler bu iletişimde önemli rol oynar. Teorik olan bu matematiksel bilgiler örnekler ile anlaşılabilir hale gelirken öğrencinin dikkatinin dağılmasına engel olacak ve bu iletişim halinin kesintisiz olmasına yarar sağlayacaktır. Örnekler, matematiği öğrenme sürecinde matematiksel yapılarla temasa geçme, daha sonra bu yapıların önerdiği olasılıkların farkına varma ve sonunda değişmezlerin genellenmesi ve soyutlaması olarak tanımlanabilir ve öğrenme teorisi ne olursa olsun örnekleme, matematik öğrenmede merkezi bir rol oynar (Watson ve Mason, 2002).

Matematik öğretiminde önemli bir rol oynayan örnekler kullanım amaçlarına göre bu işlevini farklı şekilde ve düzeyde gerçekleştirebilirler. Araştırmacılar, örnek kullanımını matematik öğretmede yardımcı bir araç olarak değil matematik derslerinin ayrılmaz bir parçası olarak görmektedirler. Soyut fikirlerle temas kurmanın ilk yolu olan örnekler, aynı zamanda bağlam sağlarken çeşitli ve iyi seçildiğinde öğrencilerin temel özellikler ile tesadüfi özellikleri birbirinden ayırt edebilmeleri için iyi bir araçtır (Goldenberg ve Mason, 2008). Literatürde birçok örnek çeşidi bulunmaktadır. Michener (1978), bunları başlangıç örnekleri (bir konu için motivasyon), bir nesnenin örneği, karşıt örnek olarak tanımlamış ve daha sonra Zazkis ve Leikin (2007), örnek olmayan durumları eklemişlerdir. (akt. Goldenberg ve Mason, 2008).

Örnekler etkili iletişim ortamının yanında başka çeşitli amaçlarla kullanılabilirler. Bu amaçlardan bir diğerinde örnekler yalnızca öğretmen tarafından değil öğrenci tarafından da oluşturulabilir. Öğrencilerin oluşturdukları bu örnekler, öğretmenler için öğrencilerin nasıl düşündükleri, zorlandıkları yerleri, hatalarını ve varsa kavram yanılgıları ile ilgili önemli dönütler sağlayacaktır. Böylelikle öğretmenler öğrencilerin konu ile ilgili fikirlerini daha iyi anlayabilmek için örnekleri araç olarak kullanabilirler.

Matematik öğretiminde kullanılan örneklerin bir diğer boyutu olan öğrenciler tarafından üretilen örnekler, öğrenen tarafından varsayımları test etmek, anlamayı sağlamak ve genellemeler yapmak için kullanılmaktadır. Örnek üretmek birçok potansiyeli bulunan, matematiksel düşünmeyi sağlayan karmaşık ve zengin bir aktivitedir (Antonini, 2011). Bazı araştırmacılar henüz yeni öğrenilmiş bir konu ile ilgili öğrenin örnek üretmesinin zor olduğunu söylese de Watson ve Shipman (2008), öğrenilen konu ve ilişkili konuların ne anlama geldiğine dair bir sürecin başlatılması için gerekli olduğunu düşünmektedir. Aynı zamanda öğrenenin örnek üretme sürecinde bazı varyasyonları uygulaması yeni keşifler yapmasına olanak sağlayacaktır. Bu ise öğrencinin sahip olduğu bilgi birikimini arttıracak örnek uzayını genişletecektir. Sahip olunan örnek uzay genişledikçe konular arasında ilişki kurma becerisi gelişecektir. Aynı zamanda öğrencilerin örnek üretmesi yeni fikirler üretmesi olarak ele alındığından matematiksel yaratıcılıklarının da gelişeceği düşünülmektedir.

Sing (1987), matematiksel yaratıcılığı; önemli fikirlerin üretilmesi, teorik fikirlerin pratik hale getirilmesi, diğer alanlardan yenilikçi fikirlerin yeni alana dönüştürülmesi süreci olarak tanımlamıştır. Gelişen dünya ile birlikte toplumun ve bireyin beklentileri de değişmektedir. Bu sebeple ortaya çıkan yeni yaklaşımlar bireylerin iş ve hayatta başarıya ulaşabilmesi için sahip olması gereken becerileri ve yeterlilikleri temele almaktadır. 'American Association of School Librarians'ın (AASL) belirlediği 21. Yüzyıl Öğrenen Standartları olarak bilinen ve 21. yy. yaşam boyu öğrenme standartları olarak da kabul gören bu standartlar dört boyutta 81 standardı içermektedir' (Gelen, 2017). On yedi alt standardı olan bu standartlardan bir tanesi de bilgiyi yeni durumlara uygulamak ve yeni bilgi üretmektir. Dolayısıyla farklı düzeylerde olsa bile matematiksel yaratıcılık, içinde yaşadığımız yüzyılın öğretim sürecinde öğrenenlerden beklenen ya da öğretim hedefleri arasında olması gereken bir beceri olarak ele alınabilir.

Tüm bu bağlamlar birlikte düşünüldüğünde öğrenme ortamının düzenlenmesi için attığımız her adım öğrencilerin matematiksel düşünmelerini, problem çözme becerilerini, yaratıcı düşünme becerilerini bir adım ileriye götürmeyi amaçlamalıdır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Etkili bir öğrenme ortamı için öğretmenin sadece alana hakim olması yeterli değildir. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterliliklerinde (MEB, 2017), güçlü bir iletişim becerisine sahip olan öğretmenin aynı zamanda eğitim öğretim ortamını etkili planlarken alanına ait derin entelektüel bilginin yanında mesleki becerilere sahip olması gerektiği vurgusu yapılmıştır. Bu becerilerden bir tanesi öğretmenlerin öğrencilerini tanımasıdır. Aynı zamanda ortaöğretim matematik öğretmeni özel alan yeterlilikleri kapsamında belirlenen yeterliklerden bir tanesi öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanmasıdır. Yapılan bu araştırmanın temelini öğrenenlerin ürettikleri örnekler oluşturmaktadır. Üretilen bu örnekler öğretim ortamında öğretmenler için çeşitli yararlar sağlamaktadır. Örneğin üretilen her örnek öğrencinin derse aktif katılımını sağlamanın yanında öğrencinin ön bilgileri, varsa kavram yanılgıları gibi öğrenciyi tanımaya yarayacak pedagojik bir araç olarak da kullanılabilir. Farklı yararlarından bir tanesi ise Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Matematik Öğretim Programının genel amaçlarında belirlenen ‘Problemlere farklı açılardan bakarak problem çözme becerilerini geliştirmelerine’ katkı sağlama olarak görülebilir (2018, s.11). Çünkü örnek üretme süreci bir konunun hem ayrıntılı incelenmesine olanak tanırken hem de o konuya örnek olan ve olmayan durumların incelenmesini de sağlamaktadır. Böylece öğrenci matematiğe ait özel bir konuyu tek tip soru örneği veya örnekleri ile değil farklı bakış açılarıyla görebilmekte, matematikteki farklı konular arasındaki bağlantıları fark edebilmelerini sağlayacak düşünme süreçlerine girebilmektedirler. Tüm bunlar birlikte düşünüldüğünde öğrencilerin öğretilen teorik bilgilere ait örnekleri oluşturması onları sürecin bir parçası olmasını sağlarken öğrencilerin matematiksel düşünceleri hakkında öğretmenler için yol gösterici olacaktır.

Öğretmenin öğrencilerini tanıması, etkili matematik öğretim ortamının oluşturulabilmesi için en önemli unsurlardan bir tanesidir.

Öğretim ortamında verilen örneklerin ilki genellikle öğretmenler tarafından çözülmekte daha sonra gelen örnekler ise öğrencilerden beklenmektedir. Öğrenciler bu örneklerin çözümünde izlenecek yolu öğretmenin çözümünden yola çıkarak bulmaktadır. Bu durum öğrencilerde matematikte yaygın olan bir inanç olan çözüm yönteminin tek olduğu (Schoenfeld, 2016) algısı yaratabilmektedir. Hatta bu algı o kadar katı hale dönüşmektedir ki matematik öğretmenleri bile bazen bir problemin birden fazla çözümü ve sonucu olabileceği gerçeğini göz ardı edebilmektedirler (Sağlam Kaya, 2019). Aynı zamanda öğretmenin çözüm yolunu izlemek kimi zaman çözümü ezberlemek olarak görülebilmektedir. Bu ise öğretim ortamını yaratıcılıktan uzaklaştıracaktır. O halde öğretim ortamını hem çözümün tek olduğu hem de ezbere yöneltmeyecek şekilde tasarlama ihtiyacı duyulmaktadır. Öğrencilerden örnek üretmelerini istemek onları sürecin parçası olmasını sağlarken yeni şeyler üretecekleri için matematiksel yaratıcılıklarını da destekleyecektir.

Bu çalışmanın amaçlarından bir tanesi öğrencilerin örnek üretme stratejisindeki başarılarını incelemek ve başarı veya başarısızlık durumunda bu durumun sebeplerini ortaya çıkarmaktır. Bu durum öğrencinin doğru örnek üretip üretememesi, doğru üretebildiği örnek sayısı ile çözümlenebilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda örnek üretme stratejileri sorularının birden fazla cevabı bulunan matematiksel görevler olduğu göz önüne alındığında, bu stratejilerden öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını değerlendirilmesinde yararlanılabileceği fikri ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı bu çalışmanın diğer bir amacı ise öğrencilerin örnek üretme stratejilerine verdikleri cevapların matematiksel yaratıcılık bağlamında değerlendirilmesidir.

Bu çalışmada 11. sınıf öğrencilerine fonksiyon konusu ile ilgili 13 stratejiden oluşan örnek üretme envanteri uygulanmıştır. Bu envanter neticesinde öğrencilerin fonksiyon konusunda örnek üretme başarı durumları ve matematiksel yaratıcılıkları değerlendirilmiştir. Daha sonra öğrenciler ile yapılan klinik görüşmeler ile öğrencilerin verdiği cevaplar hakkında daha fazla bilgi sağlanmıştır.

Ayrıca bulgular, öğrencilerin örnek üretme uygulamasında nerelerde, neden zorlandığı konusunda ilerideki araştırmalar için yol gösterici olacaktır. Bu sayede öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanması için öğretmenlerin daha etkili bir ders planı hazırlamasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma Problemi

Çalışmanın araştırma problemleri ve bu problemlere ilişkin alt problemler şöyledir:

1. Lise öğrencilerinin örnek üretme stratejilerindeki başarıları ne düzeydedir?

1.1 Lise öğrencilerinin örnek üretmelerini hangi faktörler etkilemektedir?

2. Lise öğrencilerinin ürettikleri örneklere göre matematiksel yaratıcılıkları ne düzeydedir?

2.1 Lise öğrencilerinin ürettikleri örneklere göre matematiksel yaratıcılıklarını etkileyen faktörler nelerdir?

Sayıltılar

Araştırmada aşağıdaki durumlar varsayılmıştır:

1. Öğrencilerin veri toplama araçlarını samimiyetle doldurdukları düşünülmektedir.
2. Uygulama sürecinde öğrencilerin bilgi, düşünce ve deneyimlerini sürece yansıttıkları varsayılmaktadır.
3. Tanım ve değer kümeleri yazılmayan fonksiyonlarda öğrencilerin bu kümeleri Reel Sayılar’dan Reel Sayılar’a olacak şekilde kabul ettikleri varsayılmıştır.
4. Örnek üretme envanteri 3 farklı haftada uygulanmıştır. Öğrencilerin bu süreç içerisinde matematik dersleri devam etmiştir. Nicel bir karşılaştırma yapılmamasından dolayı öğrencilerin bilişsel durumunu etkileyecek büyük bir farklılık olmayacağı varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Çalışma Kars ve Manisa ilinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı üç devlet okulunun 11. sınıf öğrencileri ile 2021-2022 eğitim öğretim döneminde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin örnek üretme başarıları ve matematiksel yaratıcılıkları uygulanan envanter ile sınırlandırılmıştır.

Çalışmada yalnızca fonksiyon konusuna odaklanılmıştır. Çalışma fonksiyon çeşitlerinden birebir, örten, tek ve çift fonksiyonlar kavramları ile sınırlandırılmıştır. Fonksiyon konusuna ait başka bir kavram çalışmada kullanılmamıştır.

Çalışma Covid-19 pandemi dönemi sürecinde gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler fonksiyon konusunu öğrenme sürecini uzaktan eğitim yoluyla gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin internete erişim ve uygun öğrenme ortamına sahip olup olmadıkları çalışmanın sınırlılıklardandır.

Elde edilen sonuçlar araştırmanın yapıldığı ortam ile sınırlıdır.

Tanımlar

Örnek: Araştırmacılar tarafından örnekler çok çeşitli şekillerde tanımlanmış ve farklı kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Bu araştırmada öğretim ortamında kullanılan örneklerin iki farklı kullanımı ve buna bağlı olarak tanımı verilecektir. Bunlardan birincisi; örnekler soyut kavramları somutlaştırmak, genel prosedürleri belirtmek için kullanılan pedagojik uygulamalardır (Rowland, 2008). Bir diğeri ise alıştırma olarak adlandırılan açıklayıcı ve uygulamaya yönelik akıcılık kazandırmak için kullanılan pedagojik araçlardır (Rowland, 2008).

Örnek Uzayı: Bireyin belirli bir duruma, uyarana veya isteğe yanıt olarak erişebildiği alandır (Bills, 2006).

Örnek Üretme: Örnek üretme, farklı bireylerin farklı stratejiler kullandığı bir problem çözme aktivitesidir (Zaslavsky ve Peled, 1996).

Matematiksel Yaratıcılık: Matematiksel yaratıcılık, yaklaşımı değiştiren veya çeşitli yöntemler öneren öğrenci tarafından gösterilen esneklik; yöntemlerin genişletilmesi veya iyileştirilmesi ile gösterilen detaylandırma; kısa sürede birçok fikrin üretilmesiyle gösterilen akıcılık; özgünlük, öğrencinin yeni veya alışılmadık yaklaşımları denemesidir (Hollands,1972, aktaran Haylock, 1987). Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmaların rehberliğinde matematiksel yaratıcılığın alt boyutları izlenmiştir. Bunlar;

Akıcılık: Bireylerin ürettikleri fikirlerin sürekliliğini ve fikirlerin toplam sayısıdır (Torrance, 1974, aktaran Leikin, 2009). Bu çalışmada akıcılık öğrencilerin süreç boyunca ürettiği doğru örnek sayısıdır.

Esneklik: Bireylerin fikirlerini değiştirebilme sayısı, bir soruna çeşitli şekillerde yaklaşabilmesi ve çeşitli çözümler üretebilmesidir (Torrance, 1974, aktaran Leikin, 2009). Bu çalışmada esneklik öğrencilerin ürettiği farklı örnek türleri ve kategorileridir.

Özgünlük (Orjinallik, Yenilik): Bireylerin zihinsel veya sanatsal bir etkinliği benzersiz düşünebilmesi ve benzersiz ürünleridir (Torrance, 1974, aktaran Leikin, 2009). Bu çalışmada özgünlük öğrencilerin ürettiği nadir örneklerdir.

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Örnek Kavramı ve Örneklerin Matematikteki Yeri

Matematik eğitiminde çeşitli şekillerde kullanılan örnekler hem matematik disiplinin gelişiminde hem de matematiği öğrenmede merkezi bir role sahiptir. Matematik doğası gereği kuramlar ve tanımlardan oluşmakta ve bu süreci zihinde canlandırmak kimi zaman öğrenciler için zorluklar çıkarmaktadır. Örnekler tanımların zihinde netleştirilmesi ve bu tanımların gerçek hayattaki somut karşılıklarını görebilmek için sıkça kullandığımız araçlardır. Halmos (1985, akt. Aydın, 2014), bir kavramı öğrenmek ve tam olarak kavrayabilmek için bireyin mümkün olan en geniş örnek stoğunu oluşturduğunu ve yeni bir kavram öğrenirken ilk olarak o kavram ile ilgili örnek inşa ettiğini ifade ederek örneklerin matematik eğitimindeki önemini vurgulamıştır.

Literatürde örnek kelimesinin birçok amaçla kullanıldığını belirten Watson ve Mason (2005), örnek için aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır:

- Kavram ve ilkelerin sembolize edilmesi;
- Genel tanım ve teoremlerin yerine kullanılması;
- Ders kitaplarında veya öğretmenler tarafından belirli bir tekniğin gösterilmesi;
- Öğrenciler tarafından kullanılan ve alıştırma olarak adlandırılan, belirli teknikleri uygulamayı, akıcılık kazanmanın öğrenilmesi için kullanılan sorular;
- Tümevarımlı akıl yürütme için kullanılan temsiller;
- Matematik yapmayı motive etmek için kullanılacak bağlamsal durumlar.

Bills ve arkadaşları (2006), matematikçiler için önemli olanın örnekler değil, bu örnekler ile ne yapıldığı, nasıl araştırıldığı, genelleştirildiği ve algılandığı olduğunu vurgulamışlardır. Matematikçiler aşina olmadıkları bir durum ile karşılaştıklarında özelden genele gidebilecek şekilde örnekler inşa etmektedirler. Bu açıdan incelendiğinde örnekler tahmin yürütemediğimiz durumlarda kavramlar ile ilgili anlamamızı genişletecek araçlardır. Çeşitli öğrenme kuramları örneklerin matematik disiplini için merkezi bir rol aldığını fakat sadece öğrenme ve öğretme etkinlikleri için değil, öğrenenlerin deneyimlerinin değerlendirilmesi, öğreticilerin mesleki deneyim kazanması gibi birçok etkisi olduğunu savunmuşlardır (Bills ve diğerleri, 2006).

Öğrenenlerin örnekler için zaman ayırması ve örnekler üzerine düşünmesi, bir kavram veya tekniğin temel özelliklerine odaklanılmasını veya aralarındaki farklılıkların fark edilmesini sağlayacaktır. Bu noktada öğreticiler seçtikleri örnekleri özenle seçmeli, öğrenen bu örnek ile neleri yapar, nasıl çalışır, nasıl genelleştirir sorularını temele alarak seçimler yapmalıdır. Bu seçimler yapılırken öğrencilerin matematiği onlara sunulan şekilde anlamlandıracağı unutulmamalıdır. Örneğin sınıf ortamında seçilen örneklerin sadece düzgün çokgenlerden veya tam sayılardan oluşmaması öğrenenleri farklı düşünmeye teşvik edecektir (Watson ve Mason, 2005). Böylelikle çokgen denildiğinde öğrencilerin aklına sadece düzgün çokgenler değil daha geniş çokgen kavramı gelecektir. Fakat öğrenme ortamında öğreticinin niyeti ne olursa olsun örneklemenin bireysel olduğu ve öğretmenin genellemeleri ile öğrencilerinin genellemelerinin farklı olabileceği unutulmamalıdır. Watson ve Mason (2005, s. 58), öğrencilerinin kendi örneklerini üretmelerinin örnek uzaylarının genişlemesine katkı sağlayabileceğini, bu durumun genellemelerin veya ayırt edici özelliklerin fark edilmesi için önemli olduğunu savunmuşlardır. Böylece öğrenciler neyin değişebileceğini, bu değişikliğin ne kadar farklılık gösterebileceğini, birini bir başkasıyla ilişkilendirebilmek için alternatif temsil yolları keşfedebilmektedirler.

Kişisel Örnek Uzayı

Örnek uzayı, bir veya daha fazla matematiksel nesnenin ilişkilendirme ve inşa yöntemleri ile birlikte akla getirme deneyimidir (Goldenberg ve Mason, 2008). Her bireyin sahip olduğu örnek uzay esnektir yani bu mekanlar genişleyebilir ve bireyin sahip olduğu bağlantılar başka örneklere erişimini sağlayabilir. Örnek uzayı matematik yapabilmek ve anlamlandırabilmek için önemli görülmüş ve çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. Matematik öğrenmek Watson ve Mason (2002), tarafından sayısal, mekansal, soyut nesneleri ve ilişkileri kişisel olarak tecrübe etmeyi, bunları anlamlandırmayı, bu anlamlandırmaları gelecek deneyimlerle ilişkilendirebilmek olarak tanımlanmıştır. Bu ilişkilendirmenin ne kadar kuvvetli olacağını belirleyen etmenlerden bir tanesi ise öğrencinin sahip olduğu ön bilgilerdir. Öğrenilen her bilgi bireylerin kişisel uzayında zamanı gelince kullanılmak üzere depolanacaktır. Matematiğe ait depolanan her bir tanım ve tekniğin bir anlamı olduğu örnekler ile anlaşılmaktadır. Bu bağlamda düşünüldüğünde öğretmenin ne söylediği ve ne yaptığının yorumlanması, öğrencinin her an erişebileceği örnekleri örnek uzayında toplaması ve bu örnekler arasındaki bağlantının zenginliği ile doğrudan ilgilidir (Bills ve diğerleri, 2006).

Öğretmenler Açısından Örnekler

Örneklerin, öğrenciler ile teoremler ve matematiksel kavramlar arasında aracılık yaptığı göz önüne alındığında sınıf ortamında öğretim için faydalı bir araç olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle belirli hedeflere ulaşmak isteyen bir öğretmenin seçeceği örnekleri rastgele değil özel olarak inceleyerek seçiyor olması gerekmektedir. Seçilen örnekler öğrenmeyi destekleyebileceği gibi doğru bir şekilde seçilmeyen örnekler kavram hatalarına sebep olabilir ve öğrenmeyi engelleyebilirler.

Seçilen örneklerin yararlı olabilmesi için; şeffaf ve genelleştirilebilir özelliklerinden en az bir tanesinin veya hepsinin bulunmasına dikkat edilmelidir (Rissland-Michener, 1978). Burada şeffaflık ile kast edilen o seçimi örnek kılan özelliği öğreniciye açık bir şekilde sezdirmektir. Genelleştirme ise bir şeyin o konunun örneği olabilmesi için nelerin gerekli olduğu ve nelerin değiştirilir olduğu hakkında genel fikir vermesidir. Sınıf ortamında kullanılan örnekler öğrencilerin yapıların yüzeysel özelliklerini görmelerinden ziyade o örnekler ile genelleştirmeler yapmalarına yardımcı olacak şekilde seçilmelidir (Bills ve Rowland, 1999). Matematik yapmak veya matematiği öğrenmek demek aynı zamanda bu genel yapıda nelerin değiştirilebilir nelerin ise sabit kalabileceği hakkında bilgi sahibi olmak demektir.

Öğretim hedeflerine ulaşmanın temele alındığı sınıf ortamında aynı zamanda öğrencilerin ön bilgileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Öğretmenler örnek seçiminde öğrencilerin önyargılarını ve geçmiş deneyimlerini göz önünde bulundurmalıdır (Bills ve diğerleri, 2006). Öğrencilerin var olan şemaları ile yeni şemaları arasında bağlantı kurulmasına dikkat edilmelidir. Kimi zaman bu şemalarda dengesizlik durumu kasıtlı olarak yaratılmalı; örnek olan durumlar ve olmayan durumlar verilerek öğrencinin örneklerin özellikleri hakkında farkındalık yaratarak ilgisi canlı tutulmalıdır. Bu durumda öğretim ortamında öğretmenin seçtiği her bir örneğin hedeflenen davranışlara ulaşabilmek için dikkatli seçilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Öğretmenlerin örnek seçimini kolaydan zora doğru sınıflandırma yaparak sunması öğrencilerin daha zor örneklerden önce deneyim kazanması açısından önemlidir. Öğretmenin kullandığı örnekler gibi bu örneklerde hangi sayıların kullanılacağı da stratejik bir seçimdir (Hill, Rowan ve Ball, 2005). Bu seçimler zamanla öğrencilerin parmak hesabı yapmadan hesaplama yapmasını sağlayacak şekilde özel olarak seçilmelidir. Öğrenmenin, sadece sunulan şey değil öğrenin zihninde canlanan görüntüler olduğu unutulmamalıdır. Bu bağlamda ders anlatımı sırasında temel araçlardan biri olan örnekler öğretmenler tarafından öğretim hedefleri doğrultusunda öğrencileri teşvik etmek, ön yargılarını yıkmak gibi amaçlarla dikkatli bir şekilde planlanarak seçilmelidir.

Öğrenci Açısından Örnekler

Öğrenciler bir konuyu ilk defa öğrenirken öğretmenlerin beklentileri öğrencinin tanımı veya prosedürü genelleyebilmesi ve özümseyebilmesi olmaktadır. Oysaki öğrenciler için verilen her bir örnek yeni bir adımdır. Planlanarak verilen her bir örnek ile öğrenenin kişisel örnek uzayı genişleyerek ilgili konunun prosedürüne dair genel bir çerçeve çizilmesine yardımcı olmaktadır.

Eğitim psikologları ve matematik eğitimcileri matematiksel kavramların kazanılmasını kolaylaştırabilecek çeşitli öğretim stratejilerini açıklamışlardır. Bu açıklamaların birçoğunun odak noktası örnekleme hareketi olmuştur. (Charles, 1980). Örnekleme hareketi bir kavrama dair örneğin sunulması veya örneği olmayan bir örnek verilmesi olarak tanımlanabilir. Kimi araştırmacılar olumlu örneklerin (kavramın örneği) daha faydalı olduğunu vurgularken Wilson (1986) gibi araştırmacılar tanıma neyin dahil edilmediğini görmemizin daha fazla bilgi sağlaması açısından örneği olmayan durumların öğrenme ortamında daha yararlı olabileceğini savunmuşlardır. Her iki durumda da unutulmamalıdır ki öğrenme ortamı örnek çeşitliliği açısından ne kadar zengin olursa öğrenme de o doğrultuda daha sağlam olacaktır.

VanLehn (1986, akt. Reimann ve Schult, 1996) örneklerin öğrenciler için ne kadar önemli olabileceğini; sayıları çıkarırken yapılan sistematik hataların %85'inin ders kitabı örneklerinin sebep olduğu öğrenme hatasından kaynaklı olduğunu söyleyerek dolaylı yoldan açıklamıştır. Matematiksel muhakemeyi öğrenmek ve matematiksel yeteneğin gelişmesinde önemli rol oynayan örneklerin seçiminde, altta yatan genellemelerin açık olarak sezdirilmesi önemlidir. Aksi takdirde öğretmen tarafından verilen örnekler amacına uygun şekilde algılanamayacak ve kullanılamayacaktır. Dahası bu tarz örnekler yanlış genellemelere sebep olabilecektir.

Bir konuyu ilk defa öğrenirken öğrenenlerin örnekleri çok sık kullanmasının sebeplerini Reimann ve Schult (1996) üç şekilde açıklamışlardır. Bunlar:

- Örnekler problemlerin yorumlanmasına yardımcı olurlar
- Kontrol problemi olarak kullanılabilir (Bir denkleme birden fazla değişiklik uygulandığında yanlış bir kararı geriye dönük izlemek, bilişsel olarak zorlu bir görevdir. Bazı özel çözümleri içeren örnekler değişikliklerin kontrolü için yardımcı olabilirler.)
- Genelleme problemlerine rehberlik edebilir (Örneğin öğrenciler kendi çözümlerini, örnek çözümler ile karşılaştırarak benzerliğe dayalı bir şema oluşturabilir.)

Tüm bu açıklamalar birlikte değerlendirildiğinde öğretim ortamında öğretmenin seçmiş olduğu örnekler kritik bir öneme sahiptir fakat daha da önemlisi bu sürecin bir parçası olarak öğrencinin örnekler üzerinde çalışmasıdır. Bu bağlamda düşünüldüğünde öğrenciler sürecin bir parçası olmalı ve örneklerle çalışması için teşvik edilmelidir.

Örnek Üretme

Sanayi çağından bilgi çağına geçtiğimiz bu yüzyılın en temel özelliklerinden bir tanesi değişimin sürekli ve hızlı gerçekleşiyor olmasıdır. Bu nedenle eğitim sisteminin kazandırması gereken becerilerde de değişimler meydana gelmiştir. Bu temel becerilerden bir tanesi yeni fikirler üretmektir (Cansoy, 2018). Bu çalışmada matematik derslerinin önemli bir parçasını oluşturan ve çok çeşitli amaçlarla kullanılan örneklerin öğrenciler tarafından oluşturulmasına odaklanılmıştır.

Öğrenenin örnek üretmesinin birden çok amaca hizmet ettiğini düşünülmektedir. Bunlardan ilki öğrencinin öğrenme olayının tam olarak gerçekleştirmesidir diyebiliriz; çünkü örnek üretme öğrencinin tanımı kullanabilmesi için yarar sağlayan aktivitelerden bir tanesi (Dahlberg ve Housman, 1997) olarak öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır.

Her öğrencinin aynı zamanda aynı konuya bir örnek üretmesi kişi sayısı kadar farklı cevabın üretilmesi, tek bir cevabın olmaması göz önüne alındığında bu stratejinin açık uçlu bir görev olduğu düşünülebilir. Bu görevi yerine getirebilmek için öğrenciler tanımı bilmeli ve kurallar dizinini takip etmek yerine çözüm yollarını düşünmelidir (Sağlam Kaya, 2019). Bu açık uçlu görevler matematiksel yeteneğin gelişimine katkı sağlarken öğrencinin derse aktif katılımını da sağlayacaktır.

Watson ve Mason (2005), on üç örnek üretme stratejisi örneği vermişlerdir. Bu liste şu şekildedir:

Örnek oluşturmak:

Bu görev, öğretmenlere öğrencilerin ne bildiği hakkında bilgi sağlarken daha sonraki çalışmalar için ön bilgi oluşturur.

Bazı kısıtlamalar ile örnek oluşturmak:

Bu görev, öğrencileri tesadüfi ve rastgele örnek seçiminden ziyade örneği bulabilmelerini sağlayan ilke/ilkelere yönlendirir. Öğrenciler bu ilkeyi bulduklarında ise sınırsız sayıda örnek oluşturabilirler.

Sırayla kısıtlamalar ekleyerek örnek oluşturmak:

Bu görev, öğrencilerin hangi örnek sınıfına ulaşabildiğini gösterirken bazı genellemeler yapabilmesini sağlamaktadır. Örneğin: Bir fonksiyon örneği veriniz. Birebir fonksiyon örneği veriniz. Birebir ve örten bir fonksiyon örneği veriniz.

Benzer veya benzer olmayan örnekler oluşturmak:

Bu görevde, benzer örnekleri bulmak öğretmenlere, öğrencilerin örnek ile alakalı neleri fark ettiği konusunda bilgi verirken benzer olmayan örnekleri bulmak öğrencilere örneklerin olası varyasyonlarını sezdirmeye yardımcı olacaktır.

***Karşıt örnek ve örnek olmayan örnekleri oluşturmak*:**

Bu görevde, karşıt örnekler aynı zamanda başka bir sınıfa ait örneklerdir. Örnek olmayan örnekler ise kavramın sınırlarının anlaşılmasını sağlayacaktır.

***Beklentileri yıkmak*:**

Bu görevde amaç öğrencilerin aşırı genellemelerinden uzaklaşmasını sağlamaktır. Örneğin: "Altıgen denildiğinde öğrencinin aklına sadece düzgün altıgen gelmemelidir" (s.168).

Belirtilen kısaltmaları karşılayan tüm örnekleri karakterize etmek:

Bu görevde, öğrencilerin örnek ile ilgili verilen kısıtlama hakkında daha fazla bilgi edinmesi amaçlanmaktadır.

***Tersine çevirmek*:**

Bu görevde, öğrenciye soru değil sorunun cevabı verilmektedir. Öğrenci verilen cevaba istinaden bir soru oluşturmaktadır.

Ayrımları keşfetmek:

Bu görev, matematiksel nesneler hakkında bilgi edinmenin en güçlü yanıdır. Tanımların sınırlarının anlaşılması için kullanılmaktadır.

***Kemikleri gömmek*:**

Bu göreve başlangıç örneğin son aşamasıdır. Burada öğrenciye daha geniş bakış açısı kazandırmak ve kendi cümleleri ile problem oluşturma deneyimi sağlamak amaçlanmaktadır. Örneğin: "3 ile 2,5'un çarpılması gereken bir örnek oluşturunuz" (s. 170).

Yöntemlerin veya nesnelerin özelliklerini başlangıç noktası olarak kullanmak:

Bu görevde örneğin cevabı kullanılmaz fakat yöntemin kendisi süreci yapılandırmak için kullanılır.

Bulmak:

Bu görevde, bulmak fiili ile öğrencilerin alışılagelmiş olan örneklerden daha farklı rotasyonlarda çalışması amaçlanmaktadır.

Tahmin edilemeyen örnek bulmak:

Bu görev, diğer stratejiler kadar düşünme gerektirmeyebilir fakat amaç öğrencilerin seçimleri tesadüfi yapması ve alışılagelmedik örneklerle uğraşmasıdır.

Örneğin: bir zar atınız üst yüze gelen sayılar ile oluşan ikinci dereceden denklemin grafiğini çiziniz.

Öğrenme ortamının matematiksel görevler ile zenginleştirilmesi pedagojik bazı yararlar sağlayacaktır. ‘Matematiksel görevler öğretmenlerin hedeflerinden, konu ve kavram bilgilerinden ve öğrencilerin hazır bulunuşluk ve anlayışlarından etkilenen veya onları etkileyen öğretim materyalleri olarak ifade edilmektedir’ (Sullivan, Clarke ve Clarke, 2012, aktaran Polat ve Dede, 2020). Matematiksel görevler, öğrencilerin problem çözme becerisi, yaratıcı düşünme becerisi geliştirmeleri, matematiksel düşünme becerisi kazanmaları ve matematiksel eğilime sahip olmaları için sınıf ortamında aktif olarak kullanmalıdır. Araştırmacılar öğretmenlere yönelik 3 farklı matematiksel görev türü açıklamışlardır. Bu görev türlerinden bir tanesi ise açık uçlu görevlerdir. Açık uçlu görevler ‘öğrencilerin özel bir matematiksel içeriği keşfetmelerini ve bu içeriğe yönelik olası farklı çözüm yollarını ve çoklu doğru cevapları araştırmalarını sağlamayı amaçlamak’ olarak tanımlanmıştır (Sullivan, Clarke ve Clarke, 2012, aktaran Polat ve Dede, 2020). Açık uçlu görevler içeren örnek üretme stratejileri öğrencilerin, anlayışlarını değerlendirmek, düşüncelerini derinleştirmek gibi amaçlara hizmet etmektedir. Aynı zamanda öğrencinin örnek üretmesini istemek Swan (2005) tarafından açık uçlu görevler listesine alınmış ve dikkatli seçilen bu örneklerin öğrencilerin birbirlerine sordukları soruların kalitesini dahi etkilediğini vurgulamıştır.

Matematiksel Yeteneğinin Gelişimi

Matematikte başarılı olmak için araştırmacıların farklı söylemlerinden öne çıkan kavramlardan bir tanesi matematiksel yetenektir. Jensen (1973, akt. Haylock, 1987) matematiksel yetenek ve matematik başarısının yüksek korelasyonlu olduğunu göstermiştir. Matematiksel yetenek; nicel yetenek, nedensel yetenek, uzamsal yetenek, tümevarım/tümdengelim yeteneklerinin bir bütünü olan çok boyutlu bir yapıdır (Kattou ve diğerleri, 2013). Matematiksel yeteneğin çok boyutlu yapısı araştırmacıları başka değişkenler ile ilişkisini araştırmaya sevk etmiştir.

Literatürde matematiksel yetenek ile ilgili yapılan çalışmaların dikkat çeken ortak noktalarından bir tanesi matematiksel yetenek ile matematiksel yaratıcılık arasındaki ilişkinin varlığının gösterilmesidir. Örneğin Starko (1994, akt. Kattou ve diğerleri, 2013) matematiksel yaratıcılığın matematiksel yeteneğin gelişiminde önemli bir payının olduğunu ileri sürmüştür. Bu nedenle örnek üretme stratejileri ile lise öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıklarının değerlendirilmesinin temele alındığı bu çalışmada matematiksel yeteneğin açıklanması gerekli görülmüştür.

Usiskin (2000) matematiksel yeteneğin gelişimini incelediği teorisinde matematiksel yetenek düzeylerini hiç yeteneğin olmadığı Düzey 0'dan, en üst basamak olan Düzey 7'ye kendi matematiklerini oluşturan dahi matematikçiler basamağına kadar ilerletmektedir. Yine aynı çalışmada tanımlanan her seviyeden bir sonraki seviyeye geçiş için harcanan büyük çabaya odaklanılmış ve öğrencilerin matematiksel yeteneğinin gelişmesi için matematiksel yaratıcılıklarının desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Usiskin (2000) matematiksel yeteneğin gelişimsel basamaklarını şu şekilde açıklamaktadır;

- ***Yetenek Düzeyi 0;*** Bu düzeydeki yetişkinler herhangi bir aritmetik beceriye sahip değillerdir. Yeteneğin olmadığı seviyedir.
- ***Yetenek Düzeyi 1;*** Matematiksel yeteneğin en alt düzeyidir. Bireyler bu düzeyde temel aritmetik becerileri yapabilir durumdadır. İlköğretimi bitirmiş bir bireyin bu basamakta olması beklenir.
- ***Yetenek Düzeyi 2;*** Bu seviyedeki bireyler cebiri 'sokak matematiği' olarak görmezler. Büyük bir çoğunluk bu seviyeye ulaşamayabilir. Genellikle liseyi bitirmiş bireyler bu düzeydedir.
- ***Yetenek Düzeyi 3;*** Bu seviyedeki bireyler temel ispatları kolaylıkla yapabilirler. Bu seviyeye ulaşmak için sadece sınıf matematiği yeterli değildir. Matematiğe dair bulmacaları çözmek, satranç oynamak veya bilgisayar yazılımları ile ilgilenmek bu seviyedeki bireylerin ilgilerinden birkaçıdır.
- ***Yetenek Düzeyi 4;*** Bu seviyedeki bireylerin doğuştan matematik yeteneğine sahip oldukları fakat yine de bu seviyeye ulaşabilmeleri için büyük çaba sarf etmeleri gerekmektedir. Sıradan okul program veya kursları bu seviyeye ulaşmak için yeterli değildir. Lise de bulunan bir öğrencinin bulunabileceği son seviye olan bu düzeyde öğrenci matematikçilerle matematik konuşabilir, ispatlar yapabilir ve diğer stratejileri deneyebilir.

- ***Yetenek Düzeyi 5;*** Bu düzeyi yüksek lisans veya doktora seviyesinde matematik ile ilgilenenler oluşturmaktadır. Üretken matematikçi olarak adlandırılan bu seviyede diğer seviyelerde ihtiyaç duyulandan daha fazla çaba ve çalışkanlık gerekmektedir.
- ***Yetenek Düzeyi 6;*** Bu seviyedeki bireyler en iyi üniversitedeki matematikçilerin en üst yüzde birkaçıdır ve 'istisnai matematikçi' olarak adlandırılır. Örneğin Cahit Arf bu seviyedeki matematikçilerdendir.
- ***Yetenek Düzeyi 7;*** Bu seviye en üst basamaktır. Bu basamakta matematikçiler temel fikirleri öğrendikten sonra yeni ilişkileri keşif eder ve matematiği kendi kendilerine geliştirirler. Örneğin Ramanujan bu basamakta yer almaktadır.

Usiskin'in (2000), kuramının son basamağı kendi matematiklerini geliştiren yaratıcı matematikçiler aittir. Her bireyi maksimum kapasitesine ulaştırmak, matematiksel yeteneklerini geliştirmek ve matematiği başarmalarını sağlamak eğitim öğretim ortamının yegane isteklerinden biridir. O halde öğreticiler ders ortamını kasıtlı olarak düzenlemeli ve öğrenenlerin yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik ders planı hazırlamalıdır.

Matematiksel Yaratıcılık

İnsan hayatı değiştikçe eğitim kurumları da toplumun beklentilerine yönelik değişimler geçirmektedir. Bu değişim eğitim öğretim faaliyetlerini de etkilemektedir. Bu nedenle eğitimciler öğrenme, öğretme becerileri, yaklaşımları, modelleri, kuramları geliştirme çabası içerindedirler (Gelen, 2017). Eğitimde yaşanan tüm bu gelişmeler belirlenen 21. yy. becerileri ile paralellik göstermektedir. "21st Century Learning Fremawork" olarak bilinen AASL tarafından eğitim ortamında kurumların ortak bir standardı yakalamak ve bireylerin gelişen dünyaya ayak uydurabilmeleri için bazı beceriler belirlenmiştir. Yaratıcı düşünme becerisi bunlardan bir tanesidir. Aynı zamanda ülkemizde de ilk defa 2005 matematik öğretim programında matematiksel yaratıcılık öğrencinin sahip olması gereken beceriler başlığının altında yer almıştır. Tüm bunlar birlikte düşünüldüğünde yaratıcı birey kimdir sorusu cevabını aradığımız ilk soru olmaktadır. Sternberg (2000) göre yaratıcı bireyler alışılmadık, çoğunluğa karşı gelen yeni fikirler üretebilen kişilerdir. Bu nedenle kendini tekrar etmeyen toplumlar için eğitim ortamının yaratıcı bireyler yetiştirebilecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın da temellerinden birini oluşturan matematiksel yaratıcılık sürekli değişen dünyaya ayak uydurabilen ve bu değişimin bir parçası olabilen, yeni ve değerli fikirler üretebilen bireyler yetiştirebilmek için her öğrencinin sahip olması gereken becerilerden bir tanesi olarak görülmektedir. Bu nedenle matematik eğitiminde yaratıcılık kavramı bu kısımda tanımlanacak ve öneminden bahsedilecektir.

Matematik eğitiminde yaratıcılığı nasıl tanımlarız? Literatürde bu sorunun cevabı için standart bir tanım bulunmamakta, uzmanlar tarafından farklı şekillerde tanımlar verilmektedir. Yaratıcılık kavramı ile matematiksel yaratıcılık kavramı literatürde birbirinden ayrılmıştır. Yaratıcılık sorunlara duyarlı olma, mevcut fikirleri yeniden düzenleme olarak tanımlanırken matematiksel yaratıcılık önemli fikirlerin üretilmesi, diğer alanlardan gelen yenilikçi fikirlerin yeni alana dönüştürülmesi ve teorik fikirlerin pratik hale getirilmesi sürecidir (Sing, 1987).

Matematiksel yaratıcılık sadece orijinal bir sonucu keşfeden profesyonel matematikçilerin özel alanı olarak görülmemeli öğrencilerin bilinen bir sonucu veya stratejiyi keşfetmesi de matematiksel yaratıcılığı tanımlamaktadır (Sriraman, 2005). Burada her birey kendi seviyelerinde çalışarak yaratıcılık sergileyebilirler.

Tarihsel süreçte insanlık, önce basit matematiksel becerileri öğrenmiş ve her öğrenme yeni bir soruyu da beraberinde getirmiştir. Sorulan her soru bireyin sahip olması gereken matematiksel yeterliliğin ne olması gerektiğine dair değişim geçirmiştir. Artık öğretmenlerin, öğrencilere sadece kuralları ve formülleri öğretmesi yeterli veya yararlı olmamaktadır; bu nedenle öğretmenler öğrencilere mutlaka soru sormayı da öğretmelidirler (Sheffield, 2009). Sorular sormak, problemler ortaya koymak matematikte yaratıcılığa ulaşmanın itici gücüdür. Sheffield (2005) matematikte yaratıcı öğrencilere dair yedi ölçüt belirlemiştir. Bunlar:

- *Bilgileri işleme sürecinde esnektir.* Yaratıcı öğrenciler bir hesabı uygun şekilde görsel, sembolik veya grafik temsiline dönüştürebilir.
- *Ters işlem.* Problemi çözerken öncelikle başlangıç çözümünden başlayarak çözerken nihai hedefe geri dönüp oradan çözmeye devam edebilirler.

- *Problem çözerken orijinal yaklaşımlara sahiptir.* Yaratıcı öğrenciler kimsenin düşünmediği benzersiz yollardan çözebilirler problemleri.
- *Akıl yürütmesini matematiksel şıklık-açıklık-netlik içerisinde anlatır.* Sorunun çözümünü ani şekilde bulsalar bile diğerlerinin onların düşüncelerini anlayabilecekleri şekilde sunarlar.
- *Matematiksel bağlantılar ve ilişkiler konusunda meraklıdır. '*Neden', 'farz edelim' gibi sordukları sorular ile problemi derinlemesine araştırır.
- *Zor problemleri çözebilmek için enerji ayırırlar ve istikrarlıdır.* Zor problemleri çözerken vazgeçmezler.
- *Problemi derinlemesine inceler.* Matematiksel yaratıcılık orijinal bir problemi çözdükten sonra öğrencinin ilgili problemi incelemeye devam etmesiyle meydana gelir.

Matematiksel yaratıcılık ile yapılan araştırmaların dikkat çeken ortak noktalarından biri üstün yetenekli çocuklarla çalışılmış olmasıdır. Bu bağlamda yapılan matematiksel yaratıcılık ile üstün yetenekli kavramını eş anlamlı olarak gören Krutetskii (1976, akt. Haylock, 1997) problem çözme aktivitesi sırasında, verilen cevapların bağımsızlığının ve orijinalliğinin matematiksel yaratıcılığı karakterize edebileceğini söylemiştir. Matematiksel yaratıcılığa sadece üstün yetenekli öğrencilerde mi ulaşabiliriz? Bu soruyu Meissner (2010) cevaplarken matematiksel yaratıcılıkta zihinsel aktivitelerin hem bilinçli hem de sezgisel olduğunu söylemiş; tüm öğrencilerin yaratıcı düşünmelerini sağlayabilmek için öğrenciyi sürekli meşgul etmenin, öğrencinin merakını uyandırmanın, gizli ilişkileri keşfetmesini sağlamanın önemine değinmiş, dahası onları sergi ve müze gibi gezilere götürerek her öğrencide yaratıcılığın geliştirilebileceğini ifade etmiştir.

Matematik sorularına verilen yanıtlardaki düşünme esnekliği ve özgünlüğün matematiksel yaratıcılığın kanıtı olduğunu fakat okullarda matematiğin hem öğretilmesi hem de değerlendirilmesi sürecinde çocukları dar alanlarda düşünme, rutin süreçlere ve matematiksel problemler hakkında yakınsak düşünmeye yönlendirecek yaklaşımların seçilmesi matematiksel yaratıcılığın gelişme sürecini ihmal etmek anlamına gelmektedir (Haylock, 1997). Sak ve Maker (2006), matematiksel yaratıcılığı ıraksak düşünme biçiminde kendini göstereceğini ve ıraksak düşünmenin özgünlük, esneklik, akıcılık ve detaylandırma bileşenlerinden oluşan dört temele dayandığını ifade etmişlerdir. Leikin (2009), bu dört temeli şöyle açıklamaktadır:

Akıcılık: Fikirlerin sürekliliğini, temel ve evrensel bilginin kullanımı ile ilgilidir.

Esneklik: Fikirleri değiştirmek, bir soruna çeşitli şekillerde yaklaşmak ve çeşitli çözümler üretmekle ilgilidir.

Özgünlük (Orjinallik, Yenilik): Benzersiz bir düşünme biçimi ve zihinsel veya sanatsal bir üretkenliğin benzersiz ürünü ile karakterize edilir.

Detaylandırma: Fikirleri tanımlama, aydınlatma ve genelleştirme yeteneğini ifade eder.

Matematik Eğitiminde Yaratıcılığı Geliştirme Yolları

Toplumda yerleşmiş olan kanının aksine araştırmacılar matematiksel yaratıcılığın doğuştan gelen bir özellik olmadığını geliştirilebilir olduğunu savunmaktadır. Örneğin Sak (2014), insanlar ya yaratıcıdır ya değildir düşüncesinin doğru olmadığını hem bireyleri hem kaynaklarımızı geliştirmemizin yaratıcılığı da geliştireceğini söylemiştir. Burada hem bireylerin hem de kaynakların gelişmesi doğrudan öğretmenleri ilgilendiren temel sorumluluklardan bir tanesidir. Öğretmenler sınıfa getirdikleri görevleri matematiksel yaratıcılığı destekleyecek ve geliştirecek şekilde hazırlamaya özen göstermelidir. Bir matematiksel görev türü olan matematik problemleri açık uçlu ve kapalı uçlu problemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Burada kapalı uçlu problemler matematiksel bilgileri geliştirmeye odaklanırken açık uçlu problemler ise öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmeye odaklanmaktadır (Bahar ve Maker, 2015). Bu bağlamda problemler, sınıf ortamında zengin ve etkili bir şekilde kullanılırsa bu amaca hizmet edecektir. Burada kullanılan problem türlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle araştırmanın bu bölümünde problemlerin sınıflandırılmasına ve daha sonra matematiksel yaratıcılığı geliştiren problem türlerinin açıklanmasına yer verilmiştir.

Problem türlerinden ilki, problemi sunan ve çözen bireylerin problem durumu, çözüm yöntemi ve çözüm hakkında bilgi sahibi olup olmamasına göre sınıflandırılan Maker ve Schiever (2005, akt. Güçyeter, 2009) tarafından geliştirilen DISCOVER Problem Matrisi'dir (DPM). Bu sınıflandırmalara göre yapılandırılan matrise ait problem türleri şöyledir:

***Problem türü* I:**

Problem ve problemin çözüm yöntemi öğretmen tarafından öğrencilere açıkça verilir ve öğretmen doğru cevabı bilir. Problemin çözümü için tek bir yöntem, tek bir doğru cevap vardır ve bu yöntem öğrenci tarafından bilinir veya öğrenilmiştir.

Problem türü II:

Problem öğretmen tarafından açıkça verilmiştir fakat çözüm yöntemi ve cevap sadece öğretmen tarafından bilinir.

Problem türü III: Problem öğretmen tarafından verilmiştir. Problemin tek bir cevabının olmasının yanında öğretmen problemin birden fazla çözüm yöntemini bilmektedir.

Problem türü IV:

Bu problem türünde de problem öğretmen tarafından açıkça verilmiştir. Problemin birden fazla çözüm yöntemi ve cevabı vardır. Öğretmen çözüme dair bir aralık bilir. Öğrenci çözüm yöntemlerinden birini kullanarak doğru cevaplardan birine ulaşabilir.

Problem türü V:

Problem açıkça verilmiştir fakat hem çözüm yöntemi hem de cevap öğrenci ve öğretmen tarafından bilinmemektedir. Birden fazla çözüm yöntemi ve doğru kabul edilen cevabı vardır. ‘Araştırmanızın sonuçlarını hangi yollarla paylaşırsınız?’ sorusu gibi sorular V. tür problemlere örnek olabilir.

Problem türü VI:

Problem, problemin çözüm yöntemi ve çözümü ne öğretmen ne de öğrenci tarafından bilinmez. Bu problem türü diğer problem türlerine göre daha karmaşıktır. Burada örneğin gerçek hayattan bir problem durumu belirlenir ve öğrencinin bu durum üzerinden problem tanımlaması ve tanımladığı probleme uygun bir çözüm yolu ile çözüm üretmesi beklenmektedir.

DPM’ de yer alan altı tür problemin incelenmesi yukarıda verilen değişkenler açısından incelenerek Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1

DISCOVER Problem Matrisine Göre Problem Türleri

Problem Türü	Problem Durumu		Yöntem		Çözüm	
	Öğretmen	Öğrenci	Öğretmen	Öğrenci	Öğretmen	Öğrenci
I	Bilinen	Bilinen	Tek	Bilinen	Tek	Bilinmeyen
II	Bilinen	Bilinen	Tek	Bilinmeyen	Tek	Bilinmeyen
III	Bilinen	Bilinen	Değişen	Bilinmeyen	Tek	Bilinmeyen
IV	Bilinen	Bilinen	Değişen	Bilinmeyen	Değişen	Bilinmeyen
V	Bilinen	Bilinen	Bilinmeyen	Bilinmeyen	Bilinmeyen	Bilinmeyen
VI	Bilinmeyen	Bilinmeyen	Bilinmeyen	Bilinmeyen	Bilinmeyen	Bilinmeyen

Matematik eğitiminde öğrencilerin matematiksel yaratıcılığını geliştirmeyi temel hedeflerimiz arasına alırsak bu amaç için çeşitli araçlara ihtiyaç duyulacağı anlamına gelecektir. Bu araçların açık uçlu görevler olması matematiksel yeteneğin gelişmesi ve dolayısı ile matematiksel yaratıcılığın gelişmesine katkı sağlayacaktır (Sheffield, 2000). Sullivan ve diğerleri (2013), birden fazla olası yanıtı olan matematiksel görevleri açık uçlu görev olarak tanımlamışlardır. Bu tanım göz önüne alındığında örnek üretme sürecinin açık uçlu görevler olarak alınabileceği görülmektedir. Aynı zamanda örnek üretme sürecinde problemlere verilecek olan cevapların hem öğretmen hem de öğrenci tarafından bilinmeyen olması sayısız çözüm elde edileceğini göstermektedir. 'Birden fazla çözüm yöntemi ve çözüm gerektiren problem türleri öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının geliştirilmesinde etkin olarak kullanılabilir (Güçyeter, 2011). O halde öğrenci örneklerinin kullanılması matematiksel yaratıcılığın gelişmesi için öğretmenlerin sınıf içerisinde etkili olarak kullanılabilecekleri bir araç olacaktır.

İlgili Araştırmalar

Bu bölüm iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda matematik eğitiminde örnek ve örnek üretme süreci ile ilgili yapılan araştırmalara yer verilmiştir. İkinci kısımda ise matematiksel yaratıcılık ile ilgili yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

Matematik eğitiminde örnek ve örnek üretme süreci ile ilgili araştırmalar: Matematik eğitiminde, öğretmen ve öğrenciler arasında kavramların iletilmesi için bir araç olarak kullanılan örnekler sadece matematikçilerin değil birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Aynı zamanda hem öğretmen ve öğretmen adayları hem de öğrenciler ile bu konuda yapılan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır.

Rowland (2008), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının örnekleri hangi amaçla kullandıklarını ve örneklerin bu amaçlara ne kadar uygun olduğunu araştırmıştır. Bu amaçla sınav ile seçilen 12 matematik öğretmen adayının her birinin ikişer adet olmak üzere toplamda 24 dersi kayıt altına alınmıştır. İzlenen 24 dersin tamamı analiz aşamasına eklenmemiştir. Bu derslerden 18 tanesi katılımcıların ders planlarına göre veya rastgele seçilmiştir. Araştırmanın örtük amacı ise öğretmen adaylarının ders hazırlıklarında ve sınıf içerisindeki öğretimsel faaliyetlerindeki etkinliklerin matematik öğretmeye dair bilgileri arasındaki yolları keşfetmektir. Araştırmanın sonuç kısmında öğretmen adaylarının örnek seçiminde bazı hatalara düştükleri ve bu konuda rehberliğe ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Bu hataların temel sebebinin adayların sahip oldukları matematik bilgi eksikliğinden değil pedagoji bilgilerindeki eksikliklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışma Sağlam-Kaya (2019) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı 1- 36 meslek yılı tecrübeye sahip 196 lise matematik öğretmeni ile çalışmıştır. Çalışmanın belirlenen amaçlarından ilki öğretmenlerin öğrenci örneklerini kullanma düzeyleri ve bu örnekleri kullanma veya kullanmama sebeplerini ortaya çıkarmaktır. İkinci amaç ise bu kullanım düzeyleri ile öğretmenlerin bulundukları okul türü veya çalışma süreleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Araştırmaya katılan örneklem grubu 4 farklı lise türünden seçilmiştir. Bunlar en çok görülen okul türüyle doğru orantılı olacak şekilde şu sıradan oluşmaktadır; Anadolu Lisesi (AL), İmam Hatip Lisesi (İH), Meslek Lisesi (ML) ve Fen Lisesi (FL) öğretmenidir. Araştırmanın verileri Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretme stratejisine paralel olacak şekilde araştırmacı tarafından hazırlanan envanter ile toplanmıştır. Araştırmanın ikinci bölümünde ise öğretmenlerin öğrenci örneklerini kullanma sebeplerinin daha iyi anlaşılabilmesi için 16 öğretmen ile görüşme yapılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre 21 yıl veya daha fazla süre tecrübeye sahip öğretmenler öğrenci örneklerini daha sık kullanırken 6-10 yıl mesleki tecrübeye sahip öğretmenler en az kullanan gruptur. Bu karşılaştırma okul türlerine göre yapıldığında FL öğretmenleri en sık kullanan grup iken ML öğretmenleri en az kullanan grup olmuştur. Ancak regresyon analizi sonucunda sadece öğretmenlerin mesleki tecrübeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuş çalıştıkları okul türüne göre anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Aynı zamanda öğretmenler ile yapılan görüşmelerin sonucunda hem öğretmenlerin ve öğrencilerin alan bilgilerinin hem de eğitim politikaları, öğrenci, aile ve sınıf ortamının neden olduğu kısıtlamaların öğrenci örneklerini kullanma sıklığında değişikliğe neden olduğu görülmüştür.

Zodik ve Zaslavsky (2008) araştırmalarında, matematik öğretmenlerinin hem örnek seçiminin hem de örnek üretme konusundaki düşüncelerinin temelde neye dayandığını karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar için önemli unsurlardan bir tanesi öğretmenlerin sınıf içerisinde kullandıkları örneklerin hangilerinin daha önceden planlandığı, hangilerinin ders sırasından kendiliğinden geliştiğini ayırt etmektir. Bu amaç ile araştırmanın ana katılımcıları mesleki deneyimi en az 10 yıldan oluşan, farklı sınıf seviyeleri ve başarı seviyelerine ders veren 5 ortaokul öğretmeni örneklem grubunu oluşturmuştur. Aynı zamanda üçü yedinci sınıf, altısı sekizinci sınıf ve altısı dokuzuncu sınıf olmak üzere 15 farklı öğrenci grubu çalışmaya katılım sağlamıştır. 15 öğrenci grubunun 7’si üst düzey, 6’sı orta düzey ve kalan 2’si zayıf düzey öğrenci grubunu oluşturmuştur. Çalışmanın verilerini gözlemlenen ve kayıt altına alınan 5 farklı öğretmene ait dersler, öğretmenlere ait ders planları ve notları ayrıca öğrencilerin çalışma kâğıtları oluşturmuştur. Bu sebeple araştırmacılar 54 ders, 22 sınıf gözlemi gerçekleştirmiştir. Dikkatle gözlemlenen derslerde araştırmacılar, öğretmenleri bireysel görüşlerine göre en iyi örneklerini yansıtabileceği dersleri oluşturmaya teşvik etmişlerdir. Öğretmenlerin örnek seçimi, örnekleri ele alışı hakkında bilgi sahibi olmak ve iyi örnekleri seçme konusundaki görüşlerini almak için hem ders öncesinde hem de ders sonrasında öğretmenler ile görüşme yapılmıştır. Analiz aşamasında öğretmenlerin iyi olarak adlandırdıkları örnek seçimleri araştırmacılar tarafından iki farklı soru ile kodlanmıştır; bunlardan ilki öğretmenin verdiği örnek gerçekten örnek mi? İkincisi ise verilen örnek matematiksel olarak doğru mu? Araştırmacılar iç tutarlılığı sağlamak için ilgili verilerin %15’ ini birbirlerinden bağımsız olarak kodlamışlardır. Gözlemlenen örneklerden 604 tanesi öğretmen tarafından oluşturulurken sadece 35 tanesi öğrenci tarafından oluşturulmuştur. Bu örneklerden 6'sı cebir 6'sı geometri olmak üzere toplam 12 tanesi yanlış verilmiştir. Gerekli koşulları sağlamayan 9, örnek olmayan 3 örnek kullanılmıştır. Araştırmanın sonuç kısmında öğretmenlerin örnekleri nasıl seçeceklerini veya üreteceklerini bilmediği, seçilen örneklerin ise uygulama yoluyla öğretime işaret ettiği vurgulanmıştır. Bu duruma etki eden bileşenlerden biri genel olarak öğretmenlerin bu alandaki tecrübeleridir.

Zaslavsky ve Peled (1996), 36 matematik öğretmeni, 67 matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, adaylardan karşıt örnek üretmelerini istemiş ve bu örnekleri oluşturma yollarını incelemiştir. Araştırmanın iki temel amacından birincisi; öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının örnek üretmede karşılaştıkları zorlukları belirlemek ve ikincisi ise öğretmenler ve adaylar için zorluğa sebep olacak etmenleri ortaya çıkarmaktır. Çalışma katılan 36 ortaöğretim matematik öğretmenin 5 yıldan fazla öğretmenlik deneyimi bulunurken 67 matematik öğretmen adayı lisans eğitiminin 3. yılında bulunmaktadır. Çalışma öğretmenler ile hizmet içi eğitim kapsamında, öğretmen adayları ile üniversitede matematik yöntemleri dersi sırasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrencilere yanlış bir ifade verilmiş ve bu ifadenin yanlış olduğunu gösteren en az bir örnek üretmeleri istenmiştir. Ayrıca katılımcılardan verdikleri örnekleri neden seçtiklerine dair ayrıntılı bir açıklama istenmiştir. Verilen cevaplar dört ana başlık altında kategorilere ayrılmıştır. Bunlar; doğruluk, üretkenlik, örneklerin bağlantılı olduğu matematiksel içerik ve altta yatan zorluklardır. Araştırmanın sonucunda her iki grubun da sınırlı içerik kullandığı ve doğru örnek üretmediği vurgulanmış bu durumun temel sebebi ise çalışılan konuda öğretmenlerin aşırı genelleme yapması gösterilmiştir.

Dahlberg ve Housman (1997) öğrencilerin yeni kavramları öğrenilmesindeki ilk aşamaya odaklanmışlar ve bu kavramlara dair ilk anlayışın nasıl gerçekleştirildiğini araştırmışlardır. Bu nedenle lisans öğretiminin üçüncü ve dördüncü sınıfında öğrenim gören 11 matematik öğrencisini daha önceki matematik performanslarına göre dört düzeye ayırmışlardır ve bu öğrenciler ile görüşmeler yapmışlardır. Bu görüşmelerde öğrencilerden daha önce öğrenmemiş olduğu matematiksel bir kavramın örneklerini kendi kendilerine üretmeleri istemişler ve doğrulama sürecinde öğrencinin sergiledikleri davranışlar ile ilgilenmişlerdir. Kavram verildikten sonra öğrencilerin öğrenmek için sergilediği dört strateji bulunmuştur, bunlar; örnek üretme, yeniden formüle etme, ayrıştırma-sentezleme ve ezberlemedir. Makalenin sonuç kısmında örnek oluşturma stratejisini öğrenme ortamında etkin olarak kullanan öğrencilerin tanımlama, ezberleme ve tanımı yeniden biçimlendirme stratejisini kullanan öğrencilere göre bir kavramı öğrenme sürecinde daha başarılı olduğu açıklanmıştır.

Watson ve Shipman (2008), üç soruyu temele alarak çalışmalarını yönlendirmişlerdir, bunlar;

1. Öğrencilerin daha önce karşılaşmadıkları bir nesneye ait örnek oluşturmaları mümkün mü?
2. Akademik olarak ileri düzeyde olmayan öğrencilerin matematiksel ilişkileri kendi örneklerini üreterek öğrenmeleri mümkün mü?
3. Eğer öyle ise ne tür koşullar öğrenmeye katkıda bulunabilir?

Bu araştırmada öğrencilerin deneyimlerden, üretilen örneklerin genel, ayırt edici özellikleri üzerine çıkarım yaparak yeni kavramları öğrenebileceğine dair sonuçlara ulaşmıştır.

Sağlam ve Dost (2016), 27 matematik lisans öğrencisinin gerçel analiz dersinde örnek üretme stratejilerini kullanmaları incelenmiştir. Bu nedenle öğrencilerin kullandıkları örnek üretme stratejilerini belirlenmiştir. Bu aşama 42 saatlik ders süresinin sonunda örnek üretme etkinliğini içeren 6 soru ile gerçekleştirilmiştir. Daha sonra soruların çoğunluğunu çözen ve ara sınavda başarılı olan 14 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrencilerin verdikleri cevapların nedenleri 'başlamaya nasıl karar verdin?', 'Ne düşündün?' gibi sorular ile araştırılmıştır. Örnek üretme stratejisine etki eden faktörlerden birinin öğrencilerin var olan örnek uzayları olduğu belirlenmiş ve öğrencilerin örnek uzaylarının genellikle geleneksel özellikler gösterdiği gözlenmiştir.

Zazkis ve Leikin (2007), sınıf ortamında genellikle öğretici tarafından kurulan öğrenen tarafından ise öğrenme aracı olarak kullanılan örneklere farklı bir perspektiften bakılmış ve örneklerin öğrenen tarafından tasarlandığında öğrencilerin bilgi ve anlayışlarını incelemek için kullanabilecek bir çerçeve önerilmiştir.

Bentley ve Stylianides (2017), çalışmalarında öğrenci örneklerini öğrenci düşüncelerine yönelik çıkarım yapmak amacıyla araç olarak kullanmışlardır. Çalışma İngiltere'de bulunan iki ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Her iki okulda da 11-12 yaş grubu ile çalışılmış ve çalışılan grup en başarılı sınıflardan seçilmiş (İngiltere'de tüm sınıflar başarı seviyesine uygun olacak şekilde yerleştiriliyor). 23 kişi birinci okuldan 29 kişi ikinci okuldan seçilerek toplamda 52 öğrenci araştırmanın veri grubunu oluşturmuştur. Araştırma öğrencilerin matematik derslerinde matematik öğretmenleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 'öğrenci örnekleri dersi' ve 'takip dersi' olarak adlandırılan ardışık iki ders saatinde çalışma yürütülmüştür. Öğrenciler için hazırlanmış PowerPoint bir sunusu yapılmış ve daha sonra öğrencilerden kendi örneklerini üretmeleri istenmiştir. Araştırmanın sonunda öğrenci tarafından zor olarak tanımlanan görevlerin başarı ile tamamlanmasında, onların beklentilerinde, kendi kendilerine konuyu algılamalarında ve özgüvenlerinde artış olduğu saptanmıştır.

Dinkelman ve Cavey (2015), fonksiyonlar konusu üzerine geliştirilmiş öğrenci örnek üretme görevlerini paylaşmışlardır. Çalışmada öğrencilerin fikirlerinin zaman içerisindeki gelişimine ve bu görevlerin bir değerlendirme aracı olarak kullanılmasına odaklanılmıştır. Çalışmaya katılan toplam 50 öğrenciye 14 maddeden oluşan görev listesi verilmiştir. Bu görev listesinde belirli kısıtlamalar ile verilen fonksiyonların üretilmesi istenmiştir. Araştırmanın sonuç kısmında öğretmenlerin bu görevleri, öğrencilerin konuyu anlayıp anlamadığını değerlendirebilmek için kullanabileceklerini söylenmiştir. Ayrıca ünite ilerledikçe öğrenci anlayışlarının nasıl değiştiğinin takip edilebileceği de vurgulanmıştır.

Furinghetti, Morselli ve Antonini (2011), özel bir problem türü olarak niteledikleri örnek üretme aktivitelerini, üniversite öğrencilerinin verilen bir takım takım özellikleri karşılayan örnekleri (bazı durumlarda istenen özellikleri karşılayan örnekler varken bazı durumlarda bulunmayan) üretmelerini istedikleri çalışmalarında kullanmışlardır. 14 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada Reel analiz konularını içeren 5 soru sorulmuştur. Ardından öğrenciler ile klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda öğrenen tarafından oluşturulan örneklerin sınıfta gerçekleştirilecek tartışmalar için çıkış noktası olarak kullanılabileceğini ve bu yüzden ispat öğretimi için doğal bir yaklaşım olabileceğini ifade etmişlerdir.

Matematiksel yaratıcılık ile ilgili yapılan araştırmalar: Matematiksel yaratıcılığa dair çalışmaların varlığı 1970'li yıllara kadar gitmektedir ancak eğitimde gerçekleşen reformlarla bu konuya olan ilgi artmış ve çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bir tanesinde Kattou ve diğerleri (2013), matematiksel yetenek ile matematiksel yaratıcılık arasında bir ilişki var mı sorusunu temele almıştır. Bu amaçla 9-12 yaşlarındaki 359 öğrenciye matematiksel becerileri ve matematiksel yaratıcılığı ölçen iki farklı test uygulanmıştır. 359 öğrenciden 143'ü 4. sınıf, 118'i 5. sınıf, 98'i ise 6. sınıf öğrencisidir. Çalışmanın tamamı elektronik ortamda gerçekleştirilmiştir. Matematiksel yetenek sayı duyusu, neden sonuç ilişkisinin incelenmesi, kağıt katlama ve uzamsal yeteneklerinin birleşimi olan çok boyutlu bir yapı olarak görülmüştür. Matematiksel yaratıcılık ise öğrencilerin açık uçlu veya çok çözümlü problemlere verdikleri yanıtların akıcılık, esneklik ve özgünlük alt boyutlarının bütünü olarak alınmıştır. Verilerin analizi matematiksel yaratıcılık ile matematiksel yetenek arasında pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuş ve matematiksel yeteneği yüksek olan öğrencilerin yaratıcılıkları da yüksek çıkmıştır.

Sriraman (2005) çalışmasında matematiksel yaratıcılık ile matematiksel üstün yetenek eş anlamlı mıdır sorusunu temele almıştır ve bu soruyu cevaplayabilmek için matematiksel yaratıcılık ve matematiksel üstün zekanın kavramlarının literatürünün sentezi ve analizi yapılmıştır. Aynı zamanda araştırmacı okul matematiği ile profesyonel matematik seviyelerindeki yaratıcılığı karşılaştırmıştır. Bu amaçla Sriraman (2005), Usiskin'in (2000) matematiksel yeteneğin gelişimine dair teorisini kapsamını genişleterek incelemiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgulara dayalı olarak matematiksel olarak üstün yetenekli olan öğrencilerin arasında matematiksel olarak yaratıcı öğrencilerin de olabileceği vurgulanmıştır. Bu öğrencilerin fark edilmesinin kelebek etkisi yaratabilecek kadar önemli olduğu ve bu bireylerin alanı ileriye götürecek öğrenciler olduğu ifade edilmiştir.

Akgül ve Kahveci (2016), müfredatı yaratıcı öğrencilerin ihtiyaçlarına göre şekillendirebilmek, erken yaşta yaratıcı öğrencilerin belirlenebilmesi ve şekillenebilmeleri için geçerli ve güvenli yaratıcılık ölçme ölçeğine ihtiyaç duymuşlardır. Bu nedenle ortaokul öğrencilerinin matematiksel yaratıcılığını belirlemek amacıyla ölçek geliştirmişlerdir. Ölçek 10-15 yaş arası beş, altı, yedi ve sekizinci sınıf öğrencileri için geliştirilmiştir. Çalışmaya İstanbul ilinde bulunan 4 farklı ortaokulun toplam 297 öğrencisi katılmıştır. Araştırmanın sonuçlarında ortaokul öğrencilerinin matematiksel yaratıcılıklarını değerlendirmek için uygun bir araç olduğu gösterilmiştir. Araştırmacılar bu ölçeğin öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının ölçülmesi ve matematikte üstün yetenekli öğrencilerin belirlenmesi amacıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Matematiksel yaratıcılık ve üstün yetenek ile ilgili çalışma yapan araştırmacılardan bir diğeri ise Mann (2006) olmuştur. Araştırmacı çalışmasında matematiksel yaratıcılığı tanımlamış, matematikte yaratıcı öğrencilere dair bir anlayış geliştirmiş ve matematik öğretimi için araçları incelemiştir. Araştırmacı problem çözme aktivitelerini matematiğin temel taşı olarak görmüş ve aktivitelerde bir başkasının çalışmasının tekrarının değil yaratıcı çözümler getirmeyi matematiksel yetenek olarak tanımlamıştır. Sadece hesaplama becerileri ve hesaplama hızı ile matematiksel yeteneğin belirlenemeyeceği vurgulanmıştır. Matematikte daha yaratıcı bireyler yetiştirmek için uygun müfredatın yanında öğretmen eğitimi programlarında ilgili alan bilgisine yönelik öğretime daha fazla vurgu yapılmasına ayrıca okul yönetim üyelerinin yenilikçi matematik öğretim yöntemlerinin uygulanması konusunda teşvik edici olmasını önermektedir. Çünkü araştırmacıya göre Böyle bir değişim gerçekleşmediği takdirde öğretmenlerin kendi çocukluk sınıf deneyimlerini uygulamaları kaçınılmaz olacaktır.

Leikin ve Lev (2013), matematiksel yaratıcılık, üstün yetenek ve matematiksel yetenek arasındaki ilişkiyi araştırmayı hedefe almışlardır. Bu nedenle çok çözümü olan görevleri kullanmışlar ve bu görevleri grup farklılıklarının tanımlanması ve farklı matematiksel görevlerin gücünü araştırılabilmesi için ikinci hedef olarak belirlemişlerdir. Bu hedeflere ulaşmak için üç farklı grup ile çalışılmıştır. 11 ve 12. sınıf öğrencilerinden oluşan üç grup toplam 51 kişiden oluşmakta ve bu grupların yapısı, üstün yetenekli, matematik başarısı yüksek ve normal öğrencilerden oluşmaktadır. 51 öğrencinin 6'sı üstün yetenekli, 27'si matematik başarısı yüksek, 18'i ise matematik başarısı normal olan grubun içerisindedir. Öğrencilere dört tanesinin çözülmesinin zorunlu bir tanesinin ise bonus olduğu toplam beş soru verilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevapların doğruluğunun yanında cevaplar akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık bağlamında da incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre üstün yetenekli öğrenciler incelenen tüm kriterlerde en yüksek puanı almışlardır. Matematik başarısı yüksek olan grup ise matematik başarısı normal olan gruba göre daha yüksek puana sahiptir.

Akar ve Şengil-Akar (2013) bir öğretim aracı olan CREACT'ın öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmek için kullanılabilir olduğunu söylemişlerdir. Bu öğretim aracının öğrencilerin çizim sanatlarında yaratıcı düşünmeleri üzerindeki etkililiğini araştırmışlardır. Bu nedenle toplam 23 kişilik bir grup olan 5. sınıf öğrencileri ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleşebilmesi için sınıf öğretmeni toplam iki oturumdan oluşan eğitim almış ve bu bağlamda derslerini planlamıştır. Çalışma her hafta 3 ders olacak şekilde toplam 3 hafta boyunca sürmüştür. Bu 9 ders, her birinde farklı kavram kullanılacak şekilde planlanmıştır. Bu kavramlar eğitim, sanat, teknoloji, para, oyun, sınav, yetenek, medya ve özgürlüktür. Öğretmen tarafından öğrencilerin uygulamış oldukları çalışma kağıtları toplanmış ve bu kağıtlar araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Ayrıca araştırmanın başında ön test ve sonunda son test uygulanmıştır. Bulgular, CREACT'in öğrencilerin yaratıcı performansını iyileştirdiği yönündedir.

Şengil-Akar ve Yetkin-Özdemir (2020), araştırmalarında üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığı ile yaratıcılıklarını incelemişlerdir. Bu nedenle 4 ortaokul öğrencisine grup olarak çalışabilecekleri 8 adet matematiksel modelleme etkinliği verilmiştir. Bu etkinliklerin bir kısmı öğrencileri farklı etkinler ile çalışma sürecine hazırlamak gibi farklı amaçlara hitap etmiştir. Matematiksel yaratıcılığın incelenmesi ve açıklanmasında ise bu etkinliklerden yalnızca bir tanesi kullanılmıştır. Modelleme etkinliklerine öğrencilerin çözümleri akıcılık, esneklik, fikirlerin birbirine bağlı olarak inşası ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri kurabilme becerileri yaratıcılık bağlamında incelenmiştir. Araştırmanın sonuç kısmında üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcılıklarının belirlenebilmesi için modelleme etkinliklerinden faydalanılabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin daha önce bilmedikleri bilgileri modelleme etkinlikleri ile etkileşimli bir süreçle inşa edebildikleri görülmüştür.

Leikin (2009), çok çözümü bulunan görevleri matematiksel yaratıcılığı keşfedebilmek için kullanmış ve matematiksel yaratıcılığın değerlendirilebilmesi için bir model sunmuştur. Araştırmacı, bireylerin yaratıcı potansiyellerini geliştirebileceği gibi tam tersine yoksun da bırakılabileceğini bu nedenle okul matematiğinin ne derece etkili olduğunun değerlendirilmesini ve aynı zamanda öğrencilerin de matematiksel yaratıcılıklarının değerlendirilmesinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Leikin aynı çalışmada üstün yetenekli, başarılı ve normal öğrenciler olarak ayırdığı 3 farklı grup ile çalışmasını yürütmüştür. Her grup matematiksel yaratıcılığın alt boyutu olan akıcılık, esneklik ve orijinallik bağlamında incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre üstün yetenekli öğrenciler başarılı öğrencilerin, başarılı öğrenciler ise normal öğrencilerin yaratıcılığından daha yüksekte yer almaktadır.

Bölüm 3
YÖNTEM

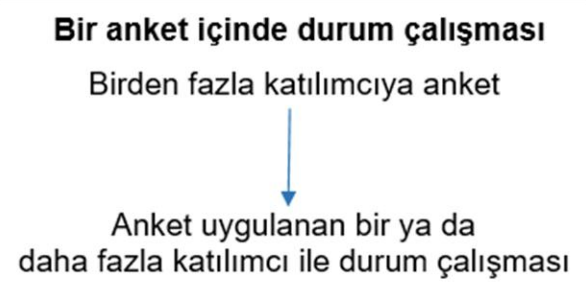
Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, veri toplanması sürecindeki işlem basamakları ve verilerin analizi hakkında bilgi verilecektir.

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, öğrencilerin örnek üretme stratejileri ve örnek üretme stratejilerinden yararlanarak matematiksel yaratıcılıklarının incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda karma yöntem kullanılarak desenlenen bu araştırma iki bölümden oluşmaktadır. İlk aşamada öğrencilere fonksiyon konusu ile ilgili örnek üretme stratejilerinden oluşan on üç açık uçlu soru içeren bir envanter uygulanmış ve cevaplar yazılı olarak toplanmıştır. Elde edilen dokümanlardan toplanan veriler ile öğrencilerin örnek üretme başarısı ve matematiksel yaratıcılığının detaylı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle araştırmanın ilk bölümü tarama modeline sahiptir. Araştırmanın ikinci bölümünde katılımcıların örnek üretme sürecine ve matematiksel yaratıcılıklarına etki eden faktörler bağlamında yürütülen yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. İkinci aşama da bu özellikleriyle durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Durum çalışmasına yönelik farklı araştırmacılar (örn. Merriam, 1998; Stake, 2005; Yin, 1981,1994) tarafından farklı desenler önerilmiştir. Bu çalışma da Yin'e (2018) göre bütüncül tek durum çalışması deseni kullanılmıştır. Yin (2018), anket araştırmalarının kullanıldığı durum çalışmalarını iki grupta incelenmiştir.

Şekil 1

Karma Desen Türleri (Yin, 2018, s. 115)



Karma yöntem araştırması tek bir çalışmada hem nicel hem nitel yöntemleri toplama, analiz etme ve karıştırma prosedürüdür (Creswell, 2011). Araştırmanın yöntemi olan karma yöntem araştırmalarının temel özellikleri şu şekildedir; (Creswell, 2007/2021);

- Nicel ve nitel verileri toplayarak araştırma sorularının cevaplanmaya çalışılması
- Nitel ve nicel yöntemlerin güçlü yanlarının kullanılması
- Deseni bir kuram veya felsefe içinde ele alma
- Nitel ve nicel verilerin birleştirilmesi ve bütünleştirilmesidir.

Araştırmanın verileri nicel verilerin toplanması ve toplanan nicel verilerin analizinin ardından nitel verilerin toplanması nedeni ile karma araştırma desenlerinden açıklayıcı ardışık desene sahiptir. Bu desende araştırmacı nicel verilerin açıklanması ve iyileştirilmesi için nitel bilgilere ihtiyaç duyar (Fraenkel vd., 2012).

Bu çalışma kapsamında örnek üretme envanteri yaratıcılık puanlarının hesaplanması nicel verileri oluşturmaktadır. Öğrencinin bu envanterde cevaplayabildiği/cevaplayamadığı soruların nedenlerinin araştırılması ve dolayısıyla yaratıcılık puanını oluşturan etmenlerin derinlemesine incelenmesi için ise çalışmanın nitel kısmını oluşturan bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Araştırmaya Katılan Öğrenciler

Araştırma Kars ve Manisa illerinde bulunan üç farklı okulda, 2021-2022 Güz döneminde, 11. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu okullar Kars Fen Lisesi, Manisa Gediz Anadolu Lisesi ve Manisa Fen Lisesi olarak belirlenmiştir. Belirlenen üç okul sınav ile öğrenci alan okullardır. Bu okulların 2019-2020 dönemine ait en düşük ve en yüksek yüzdelik dilimleri Tablo 2'de verilmiştir (MEB, 2019).

Tablo 2

Araştırmanın Uygulandığı Okullara Ait Yüzdelik Dilim

Okul Adı	En Düşük Yüzdelik Dilim	En Yüksek Yüzdelik Dilim
Kars Fen Lisesi	8.92	0.62

Okul Adı	En Düşük Yüzdelik Dilim	En Yüksek Yüzdelik Dilim
Gediz Anadolu Lisesi	3.88	1.15
Manisa Fen Lisesi	0.97	0.19

Okulların kontenjanları sırasıyla 120, 90 ve 90 kişiden oluşmaktadır ve çalışma tüm öğrencilere uygulanmıştır fakat her öğrencinin envanteri analiz kısmında kullanılmamıştır. Her üç okuldan toplamda 50 kişi belirlenmiş ve analiz belirlenen kişilerin envanteri ile yapılmıştır (Tablo 2). Bu duruma sebep olan bazı etmenler şu şekildedir; 13 sorudan oluşan envanter 3 parçaya ayrılmış ve idarenin belirlediği 3 farklı haftada 3 farklı ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Her üç envanteri bulunmayan öğrenciler belirlenmiş ve gruba dahil edilmemiştir. Bir diğer neden ise envantere ait sorular fonksiyon ünitesine aittir. Öğrenciler bu üniteyi 10. sınıfta, uzaktan eğitim kapsamında işlemişlerdir. Uzaktan eğitime katılamayan öğrenciler çalışmaya dahil edilmemiştir. Son olarak çalışmanın belirli bir sürecinde çalışmadan ayrılmak isteyen öğrenciler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Milli Eğitim Bakanlığının belirlemiş olduğu yıllık plana göre öğrenciler 10. sınıfta; fonksiyon, polinom ve ikinci dereceden denklemler ünitelerini, 11. sınıfta ise çalışmanın uygulandığı süreçte trigonometri ünitesini işlemişlerdir. Örneklemin 11. sınıf öğrencilerinden oluşması uygulanan envanter ile ilgili sorulara ait gerekli bilgi birikimine sahip olunması açısından önem arz etmektedir.

Tablo 3

Araştırmaya Katılan Öğrenciler Hakkında Bilgiler

Okul	Cinsiyet	Kişi Sayısı
Kars Fen Lisesi	Kız	14
	Erkek	4
Gediz Anadolu Lisesi	Kız	9
	Erkek	7
Manisa Fen Lisesi	Kız	11

Okul	Cinsiyet	Kişi Sayısı
	Erkek	5

Tablo 3’ten de görülebileceği üzere araştırmaya 34 kız öğrenci 16 erkek öğrenci olmak üzere toplamda 50 öğrenci ile devam edilmiştir. Öğrenciler yukarıda belirlenen nedenlerin dışında kalan grubun içerisinden rastgele seçilmiştir.

Envanterlerin analizinden sonra öğrenciler matematiksel yaratıcılık puanlarına göre düşük, orta ve yüksek puanlı olarak üç gruba ayrılmıştır. Daha sonra rastgele seçilmiş toplamda 8 öğrenci ile görüşme yapılmış ve öğrencilerin aldıkları puanların nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın verileri 2021-2022 güz döneminde toplanmıştır. Uygulanacak envanter hazırlandıktan sonra gerekli izinler alınmış ve karşılaşılabilecek sorunları önceden görmek için araştırmacı kendi öğrencilerinden oluşan üç kişilik bir grup ile pilot çalışmayı gerçekleştirmiştir.

Örnek üretme envanterinin uygulama süreci ekim ayının son haftasında 2 okulda eş zamanlı olacak şekilde başlatılmıştır. Bu nedenle veriler bu 2 okul için ekim ve kasım aylarında toplanmıştır. Kalan bir okulun veri toplama sürecinde öğrencilere uygulanan deneme sınavı ile çakışmalar yaşanmasından kaynaklı olarak envanterin son aşaması aralık ayının son haftasında uygulanarak süreç tamamlanmıştır. Okullarda envanterin uygulanması ile ilgili saatleri okul idaresi belirlemiştir. Üç envanter üç farklı haftada üç farklı derste uygulanmış ve her envanter için bir ders süresi (40 dakika) verilmiştir. Öğrencilerin envanteri doldurma sürecinde dersin öğretmeni sınıfta bulunmuştur. Belirlenen okullarda örnek üretme envanterinin uygulanmasının ardından envanterlerinin matematiksel yaratıcılık bağlamında analizi araştırmacı tarafından yapılmış ve belirlenen sekiz öğrenci ile bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmayı yürütmek amacıyla iki farklı veri toplama metodu kullanılmıştır. Bunlardan bir tanesi öğrencilerin doldurması gereken örnek üretme envanteri bir diğeri ise belirlenen öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerdir.

Örnek Üretme Envanteri ve Uygulanması

Araştırmanın verilerinin en büyük parçası örnek üretme envanterinin uygulanması ile toplanmıştır. Örnek üretme envanteri fonksiyon konusu ile ilgili toplamda on üç soru içermektedir. Hazırlanan her soru Watson ve Mason'un (2005), sınıf içi etkinlik için hazırlamış olduğu örnek üretme stratejilerini temele alarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan envanter daha sonra matematik eğitimi alanında uzman iki araştırmacı tarafından Watson ve Mason'ın (2005) vermiş olduğu strateji listesi ile karşılaştırılmıştır. Bu stratejilerin ne anlama geldiği araştırmacılara sunulmuş ve bu bağlamda envantere ait maddelerin bu açıklamalara uyup uymadığı tartışılmıştır. Tartışma maddelerinden ilki 'yazabildiğiniz kadar çok' ibaresinde 'yazabildiğiniz kadar farklı fonksiyon çeşidi' olarak değiştirilebileceği hususundadır. Fakat öğrencinin yazdığı fonksiyonda sayılarını değiştirmiş olması yaratıcılık puanına etki edeceği için bu madde değiştirilmemiştir. Bir diğer tartışma maddesi 13. soruya aittir. Sorunun ilk halinde a, b, c, d değişkenlerinin seçimi öğrencinin bir zar atması ve zarın üst yüzüne gelen sayılar aracılığı ile yapılmaktadır. Sorunun anlaşılır olabilmesi ve okul içerisinde zar kullanımının uygun olmayacağı düşüncesi ile bu değişkenler öğrencinin seçtiği rakamlar içerisinden yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda araştırmacının örnek üretme envanterinin içeriği Watson ve Mason'ın (2005) sunduğu örnek üretme stratejisi ile açıklanmıştır.

Tablo 4

Örnek Üretme Envanteri ve Stratejisi

Örnek Üretme Stratejisi	Örnek Üretme Envanteri	Açıklama
Öğrencilerden örnek oluşturmalarını istemek	Bir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız.	Fonksiyon olma şartları hatırlatılmıştır. Tanım, değer kümelerinde istenilen sayı grubu ile çalışabileceği, istenilen fonksiyon çeşidini seçebileceği hatırlatması yapılmıştır.

Örnek Üretme Stratejisi	Örnek Üretme Envanteri	Açıklama
Öğrencilerden bazı kısıtlamalarla bir örnek oluşturmalarını istemek	Birebir bir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok birebir fonksiyon örneği yazınız.	Birebir fonksiyon olma şartları hatırlatılmıştır. İstenilen sayı grubu ve fonksiyon çeşidini kullanabilecekleri uyarısı burada da yapılmıştır.
Kısıtlamaları sırayla ekleyerek öğrencilerin örnek oluşturmaları istemek	Birebir bir fonksiyon örneği veriniz. Hem birebir hem de tek fonksiyon olan bir fonksiyon örneği veriniz. Görüntü kümesi tam sayılardan oluşan birebir ve tek fonksiyon örneği veriniz.	Öğrencilere tek ve çift fonksiyon türleri hatırlatıldı. Verilen üç kısıtlamada kullanılan fonksiyonların birbirinden farklı olabileceği uyarısı yapıldı.
Öğrencilerden benzer veya benzer olmayan başka bir örnek oluşturmalarını istemek	$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x$ fonksiyonunun özelliklerini belirleyiniz ve bu fonksiyona benzer başka bir fonksiyon örneği veriniz. Bu fonksiyona benzer yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız. Bu şekilde yazabildiğiniz kadar çok örnek yazınız.	Fonksiyon çeşitleri hatırlatıldı.
Öğrencilerden karşıt örnekler ve örnek olmayanlar oluşturmalarını istemek	'Birebir olan bir f fonksiyonu aynı zamanda çift fonksiyon olması mümkün değildir' önermesinin yanlış olduğunu aksine örnek vererek gösteriniz.	Birebir ve çift fonksiyon hatırlatıldı. Aksine örnek verme yöntemi örnek ile hatırlatıldı.
Beklentilerini yıkmak	Hem çift hem de tek fonksiyon olan bir fonksiyon örneği veriniz. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız.	Çift fonksiyon ve tek fonksiyon çeşitleri hatırlatıldı.
Belirtilen kısıtlamaları sağlayan tüm örnekleri karakterize etmek	Tersi de fonksiyon olan fonksiyon örnekleri veriniz. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız. Bu fonksiyonlar ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?	Bir fonksiyonun tersinin de fonksiyon olabilmesi için gerekli şartların neler olduğunun bu soru için önemli olduğu uyarısında bulunuldu.

Örnek Üretme Stratejisi	Örnek Üretme Envanteri	Açıklama
Tersine çevirmek	Cevabı aşağıdaki fonksiyon olabilecek soru ne olabilir? Yazabildiğiniz kadar çok soru yazınız.	
Ayrımları keşfetmek	$f(x)=\|x\|$ Fonksiyonu $f(x)=f(-x)$ özelliğini sağlamaktadır. Bu özelliği sağlayan bir fonksiyon yazınız, yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği veriniz.	
Kemikleri gömmek	$f:R\rightarrow R, g:R\rightarrow R$ ve $fog(1)=7$ olmak üzere bu kuralı sağlayan f ve g fonksiyonları belirleyiniz. Belirlediğiniz fonksiyonları olabildiğince karmaşık seçiniz.	Bileşke fonksiyon konusunda bilgilendirme yapıldı.
Yöntemlerin veya nesnelerin özelliklerini başlangıç noktası olarak kullanmak	$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x^2$ fonksiyonu $f:[0,4]\rightarrow[0,16], f(x)=x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?	
Bulma	Öyle bir fonksiyon bulunuz ki bu fonksiyon birebir olsun fakat örten olmasın. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız.	Birebir ve örten fonksiyon çeşitleri hatırlatıldı.
Tahmin edilemeyen örnek oluşturma	$f:R\rightarrow R, f(x)=\frac{a}{b}x+\frac{c}{d}$ fonksiyonunda a, b, c, d değerlerini rakam olacak seçiniz ve bir f fonksiyonu elde ediniz. Elde ettiğiniz bu fonksiyonun grafiğini çiziniz.	

13 sorudan oluşan envanter öğrencilerin zihinsel olarak yorulmamaları ve çalışmanın sonuna doğru sıkılmamaları adına üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada ilk 5 soruyu, ikinci aşama sonraki dört soruyu ve üçüncü aşama ise son 4 soruyu içermektedir. Kağıtlar dağıtıldıktan sonra öğrencilere sorular ile

ilgili gerekli bilgilendirmeler yapılmış ihtiyaç olması halinde ise ilgili soruya ait fonksiyon özellikleri hatırlatılmıştır.

Örnek Üretme Sürecine İlişkin Görüşme

Öğrencilerin örnek üretme envanterine verdikleri cevapları ve öğrencilerin aldıkları puanları derinlemesine incelemek amacıyla 8 öğrenci ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmelere başlamadan önce öğrencilerin kimliklerinin paylaşılmayacağı hatırlatılmış bu nedenle samimi olmaları istenmiştir. Görüşmeler örnek üretme envanterinin uygulanması ve analizinin gerçekleşmesinin ardından gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerin yaratıcılık puanlarının sebeplerinin anlaşılabilmesi için görüşme soruları araştırmacılar tarafından açık uçlu olacak şekilde hazırlanmıştır. Görüşme esnasında görüşmenin akışına göre ilave sorular eklenmiştir. Bu nedenle yarı yapılandırılmış görüşmeler ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerin rahat olması adına görüşmeler sohbet tarzında idarenin belirlediği sınıfta gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler ortalama 15-20 dakika sürmüştür.

Görüşmede sorulan sorular şu şekildedir:

1. Daha önce buna benzer sorular ile hiç karşılaşmış mıydın? Karşılaştıysan hangileriyle karşılaşmıştın?
    a. Bu sorular matematik derslerinde kullanılan örneklerle benzerlik gösteriyor mu? Benzerlik gösteriyor ise hangi özelliklerinden dolayı benzer olduğunu düşünüyorsun?
    b. Bu sorular matematik derslerinde kullanılan örneklerden farklı mı? Farklı ise hangi özelliklerinden dolayı farklı olduğunu düşünüyorsun?
2. Bu sorular içinden sana en kolay gelen hangisiydi? Neden daha kolay olduğunu düşünüyorsun?
3. Bu sorular içinden sana en zor gelen hangisiydi? Neden daha zor olduğunu düşünüyorsun?
4. Bu soruda daha çok örneğin var. Sence neden buna daha çok örnek vermişsin?
5. Bu soruda daha az örneğin var. Sence neden buna daha az örnek vermişsin?

6. Bu tarz soruların derslerde kullanılmasının sana ne tür avantaj veya dezavantaj sağlayacağını düşünüyorsun?

Öğrencilerin yaratıcılık puanlarını öğrencinin ürettiği örnek sayısı, ürettiği örneklerin birbirinden farklı kategorilere ait olması gibi etmenler etkilemektedir. Bu sorular ile öğrencilerin yaratıcılık puanına etki eden etmenler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu nedenle öğrencilerin daha fazla örnek üretmesini etkileyen nedenler araştırılmış ve birbirinden farklı olarak üretilen örneklerin nedenlerine ilişkin bilgiler toplanmıştır. Aynı zamanda görüşmeler esnasındaki verilerin daha sonra analiz edilebilmesi için görüşmeler öğrenci izni alınarak ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Veri analizinin ilk aşaması öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması ile başlamaktadır. Watson ve Mason (2005) örnek üretme sürecini açık uçlu problem çözme aktivitesi olarak görmüşlerdir. Leikin'de (2009) çalışmasında çok çözümlü açık uçlu problemleri kullanarak öğrencilerin matematiksel yaratıcılığını değerlendirmiştir. Bu nedenle problem çözme sürecinin puanlandığı Leikin'in (2009) analiz yöntemi temel alınmıştır. Bu analiz için akıcılık, esneklik ve orijinallik/ özgünlük başlıkları alınmış ve araştırmacı tarafından bu çalışmaya uygun olacak şekilde tekrar uyarlanmıştır. Leikin (2009) çalışmanın yapıldığı kişi sayısına göre küçük ve büyük grup olmak üzere iki farklı puanlama haritası oluşturmuştur. Yine aynı çalışmada gruptaki kişi sayısı 10 ve 10'un üzerinde ise ($g \geq 10$) grup büyük grup olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada kişi sayısı $g \geq 10$ koşulunu sağladığından dolayı yalnızca büyük gruba ait hesaplama haritası açıklanmıştır.

Orijinallik/ özgünlük puanının hesaplanabilmesi için hem bireysel hem de grup cevapları birlikte incelenmiştir. Leikin (2009), belirli bir cevap üreten öğrenci yüzdesini P ile göstermiş ve verilen cevaplara göre ardışık cevaplarda şu şekilde üç farklı puan verilmiştir;

- Üretilen her orijinal/özgün cevap için en yüksek puan 10'dur. Burada bir cevabın orijinal olmasına gruptaki cevaplara bakarak karar verilmiştir. Eğer $P < \%15$ ise yani bu araştırmada 50 öğrenci olduğu düşünülürse yalnızca maksimum 7 kişi tarafından üretilen cevaplar orijinal/özgün olarak kabul edilmiş ve bu cevaplar 10 puan almışlardır.

- Kısmen geleneksel cevaplar için 1 puan verilmiştir. Bir cevabın bu gruba ait olabilmesi için $\%15 \leq P < \%40$ koşulunu sağlaması gerekmektedir. Bu araştırmada 7 ve 20 kişi arasında üretilen cevaplar için 1 puan kullanılmıştır.
- Geleneksel cevaplar için 0.1 puan verilmiştir. Geleneksel cevaplar $P \geq \%40$ koşulunu sağlamaktadır. Bu araştırma için 20 ve daha fazla kişi tarafından üretilen cevaplar geleneksel cevaplardır.
- Bir soruya ait toplam orijinallik puanı ise tüm puanların toplanması ile elde edilmektedir. Örneğin bir öğrencinin 3 orijinal, 1 kısmen geleneksel ve 1 adet geleneksel cevabı var ise öğrencinin yaratıcılık puanı 31.1'dir. Üretilen doğru örnek sayısı n ise orijinallik puanı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Oz}=\sum_{i=1}^{n} Oz_i$$

Akıcılık puanı yazılı bir kâğıtta hesaplanıyor ise Leikin'e (2009) göre şu şekilde hesaplanmaktadır;

- Öğrencinin ürettiği doğru cevap sayısıdır.

Aynı araştırmada esneklik puanının hesaplanabilmesi için ardışık cevaplarda şu adımlar izlenmiştir;

- İlk uygun/doğru cevap için 10 puan verilir.
- Bir sonraki cevabın puanı için daha önce verilen cevap/cevaplar kontrol edilir. Verilen cevap farklı bir cevap grubuna ait ise tekrar 10 puan verilir.
- Verilen cevap daha önce kullanılan cevap/cevaplardaki gruplardan birine ait fakat net bir şekilde küçük bir ayrımı var ise 1 puan verilir.
- Verilen cevap daha önce kullanılan cevap/cevaplarla birebir aynı gruba ait ise 0.1 puan verilir.

- Bir soruya ait toplam esneklik puanı ise tüm puanların toplanması ile elde edilmektedir. Üretilen doğru örnek sayısı n ise esneklik puanı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$Es=\sum_{i=1}^{n} Es_i$$

Bu çalışmaya göre bir cevabın yaratıcılık puanını esneklik puanı ile özgünlük puanının çarpılması ile elde edilmiştir:

$$\sum_{i=1}^{n} Es_i \text{ x } \sum_{i=1}^{n} Oz_i$$

Öğrenciye ait toplam yaratıcılık puanının hesaplanabilmesi için ise her soruya ait yaratıcılık puanı toplanır ve bulunan sonuç öğrencinin ürettiği örnek sayısı ile çarpılır:

$$n.(\sum_{i=1}^{n} Es_i \times Oz_i)$$

Tablo 5'te yaratıcılık puanın nasıl hesaplanacağı gösterilmektedir.

Tablo 5

Matematiksel Yaratıcılığın Puanlanması

YARATICILIK			
Akıcılık	Esneklik	Özgünlük	Yaratıcılık
	Es_i =10 Üretilen ilk örnek için	Oz_i =10 Özgün üretilen bir örnek	
1	Es_i =10 Farklı gruptan üretilen örnek için	Oz_i =1 Kısmen geleneksel üretilen örnek	

	Es_i =1 Aynı gruptan farklı temsil kullanılarak üretilen örnek için	Oz_i =10 Geleneksel üretilen örnek	$Es_i \times Oz_i$
	Es_i =0.1 Aynı gruptan ve aynı temsil kullanılarak üretilen örnek için	Oz_i =10 P<%15 Oz_i =1 15≤P<%40 Oz_i =0.1 P ≥%40	
Toplam Puan n	Es= $\sum_{i=1}^{n} Es_i$	Oz= $\sum_{i=1}^{n} Oz_i$	$\sum_{i=1}^{n} Es_i \times Oz_i$
Toplam Yaratıcılık Puanı		n.($\sum_{i=1}^{n} Es_i \times Oz_i$)	

Örnek üretme envanterinin analizi önce araştırmacı tarafından yukarıda verilen adımları izleyerek yapılmıştır. Daha sonra araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini sağlamak amacıyla grubun %10'unu oluşturan rastgele seçilen 5 öğrencinin envanteri başka bir araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. İki analizlerin sonuçları karşılaştırılmış ve karşılaştırma neticesinde yapılan değişiklikler ile analizlere son hali verilmiştir.

Görüşmelerin Analizi

Toplamda 50 öğrenciye uygulanan örnek üretme envanterine öğrencilerin ürettikleri örnekler araştırmacılar incelenmiş ve analiz edildikten sonra görüşmeler yapılmaya başlanmıştır. Araştırmanın verilerinin bir diğer kısmı yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler araştırmacının görüşmeden önce hazırladığı sorulara ek olarak görüşmenin akışına göre kişinin yanıtlarını ayrıntılı olarak inceleyebilmek için görüşme esnasında ilave sorular sorduğu görüşme çeşididir (Türnüklü, 2000).

Araştırma için farklı zamanlarda iki görüşme yapılmıştır. Bunlardan ilki araştırmanın pilot çalışması için iki farklı öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma sonrasında görüşme soruları tekrar düzenlenmiş ve son halini almıştır. Görüşmeler için 8 farklı öğrenciyle, 15 dakika ile 20 dakika arasında gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler ile öğrencilerin örneklerinde yaptıkları değişikliklerin temel sebepleri açığa çıkarılmaya çalışılmış ve buna yönelik sorular sorulmuştur. Bu sebeple önce öğrencilere kağıtları gösterilmiş hem soruları hem verdikleri cevapları hatırlayabilmeleri için süre tanınmıştır. Ses kayıt cihazı ile tüm görüşmeler öğrenci ve veli izni ile kayıt altına alınmıştır. Görüşme esnasında araştırmacı tarafından 'neden bu değişikliği yaptın?', 'senin için en kolay soru hangisiydi?' soruları sorularak üretilen örneklerin nedenleri araştırmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın görüşmelerinin analizi araştırmacılar tarafından belirlenen kodlar aracılığı ile yapılmıştır. Görüşmeler örnek üretmeye yönelik zorluk oluşturan etmenler, daha kolay örnek üretilmesini sağlayan etmenler, örnek üretme yönteminin kullanımının sağlayabileceği avantaj veya neden olabileceği dezavantajları ve son olarak örnek üretme sürecine ilişkin öğrenci görüşlerine yer veren 4 ana başlık altında incelenmiştir. Bu başlıklar altında gerekli temalar oluşturulmuştur. Öğrenci görüşmelerinin kodlanmasında kullanılan temaların bir kısmına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir;

Tablo 6

Öğrenci Görüşmelerine Yönelik Örnek Kodlama Tablosu

Temalar	Kodlar	Görüşme Örnekleri
Örnek Üretmeye Yönelik Zorluk Oluşturan Etmenler	Aşina Olunmayan Soru Türü	-Biz genellikle soruları çözme odaklı öğreniyoruz, sizin sorularınız açıklama istediği için ilk okuduğumda sorular garip geldi.
	Yanlış Yapmaya Yönelik Korku	-Çünkü zorlandığım için bir daha yazarsam yanlış yaparım diye korktum.
Daha Kolay Örnek Üretilmesini Sağlayan Etmenler	Farklı Tür Yazma İsteği	- x değerlerini değiştirmişim farklı olmasını istediğim için. Çeşit olsun istedim.
	Aşina Olunan Soru Türü	- Okulda da gördüğüm ve sıkça çözdüğüm bir soru olduğu için kolay geldi.

Araştırmanın Güvenirliği

Verilerin kodlanması sürecinde literatürde bulunan bir yöntem kullanılmamıştır. Verilerin kodlanması süreci araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir başka araştırmacının verilerin %10'unu yani rastgele seçilen 5 kişiye ait verileri analiz edilmiştir. Daha sonra her iki analiz karşılaştırılarak ortak bir yol haritası çizilmiş ve analizler buna göre gerçekleştirilmiştir.

Görüşmelerin analizleri de benzer şekilde önce araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş. Görüşme transkriptlerinin %10'u başka bir araştırmacı tarafından tekrar kodlanmıştır. Her iki araştırmacı bu kodlamaların ardından puanlama sürecini birbiri ile paylaşmıştır. Bu süreç ile öğrencilerin üretmiş oldukları cevapların esneklik puanının hangi kategoriye ait olduğu belirlenmiştir. Bu puanlama sürecine ilişkin gerekli bilgiler ilerleyen bölümlerde detaylı olarak anlatılmıştır.

Verilerin Geçerliği

Bu araştırmanın güvenirlik ve geçerliği için farklı veri kaynakları birlikte kullanılmıştır. Örnek üretme envanteri ve mülakatlar ile veri çeşitlemesi sağlanmıştır.

Nitel araştırmalarda iç geçerlilik, çalışmanın inandırıcılığı ile ilgilidir (Başkale, 2016). Bu nedenle örnek üretme envanteri uygulanmadan önce matematik eğitimi alanında uzman 2 öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve son hali verilmiştir. Ayrıca bir diğer veri toplama aracı olan görüşmeler sırasında öğrencileri yönlendirecek sorular sorulmamıştır.

Dış geçerlilik ise çalışmanın benzer katılımcılar ve benzer koşullarda tekrarlana bilirliğidir (Başkale, 2016). Bu nedenle araştırmanın veri toplama araçları, örneklemi ve analiz yöntemi detaylı olarak anlatılmıştır. Öğrencilerin örnek üretme envanterine verdikleri cevaplar ve görüşmeler sırasında alınan kayıtlar doğrudan verilmiştir.

Öğrenciler uygulamaların her adımda bilgilendirilmiş ve samimi cevaplar vermeleri konusunda motive edilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde bulgular ve yorumlar hem araştırma problemleri hem de verilerin analiz sonuçları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu nedenle öncelikle öğrencilerin örnek üretme stratejilerine yönelik ürettikleri örneklere dair bulgulara yer verilmiş daha sonra bu örneklerden elde edilen yaratıcılık puanlarına ilişkin bulgular verilmiş ve en son aşamada öğrenciler ile yapılan görüşmeler neticesinde öğrencilerin sorulara dair örnek üretmesi veya üretememesi sebepleri hakkında yapılan görüşmelere dair bulgulara yer verilmiştir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerine Yönelik Ürettikleri Örneklere İlişkin Bulgular ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 1. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye dair verdikleri stratejilerden ilki *'Öğrencilerden örnek oluşturmasını istemek'*tir. Bu nedenle öğrencilere; 'Bir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız.' sorusu yöneltilmiştir.

Bu basamakta öğrencilere tanım kümesinde, değer kümesinde, çalışılan fonksiyon çeşidi ve değişkenlerin katsayılarına ilişkin sayı kümesinde istenilen değişikliğin yapılabileceği ve seçilebileceği uyarısında bulunulmuştur. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 7

Öğrencilerin 1. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
31	1-5	10,2-32	0,2-31	2,2-1051
14	6-10	10-8-42,2	0,8-40,3	10 –2109,1
2	11-15	21-49	12-40	1572-3094
1	16-20	38	29	2560

Öğrencilerin matematiksel yaratıcılık puanlarının hesaplanırken Leikin'in (2009) hesaplaması temel alınmıştır. Matematiksel yaratıcılık puanının hesaplanabilmesi için yaratıcılığın alt boyutları incelenmiştir.

Alt boyutlarından bir tanesi olan akıcılık, öğrencinin doğru sayısını ifade etmektedir. Tablo 7'de görüldüğü gibi 1. soruya 31 öğrenci 1-5 adet, 14 öğrenci 6-10 adet, 2 öğrenci 11-15 adet, 1 öğrenci 16-20 adet doğru cevap üretmiştir. Tabloda toplam 48 öğrenci yer almaktadır. 2 öğrenci bu soruya doğru cevap veremediği için tabloda yer verilmemiştir. Araştırmanın analiz kısmında da bahsedildiği gibi öğrencinin doğru olarak ürettiği örnek sayısı 2 ise akıcılık puanı 2'dir.

Matematiksel yaratıcılığın bir diğer alt boyutu olan esneklik puanı ise üretilen ilk doğru örnek için 10'dur. Sonrasında üretilen her örnek için şu sıra izlenir; farklı bir cevap grubuna ait ise 10, aynı cevap grubuna ait fakat net bir şekilde küçük bir ayrımı var ise 1, birebir aynı gruba ait ise 0,1 puan verilir. Örneğin akıcılık puanı 1-5 olan bir öğrencinin esneklik puanı 31 ise toplamda 4 adet doğru cevabının bulunduğunu ve 3 örneğinin birbirinden farklı cevap grubuna ait olduğunu bir tanesinin ise aynı cevap grubu farklı temsili olduğu çıkarımında bulunabiliriz. Bu nedenle öğrencinin esneklik puanı 10+10+10+1=31 puan olarak hesaplanmıştır. Bu envanterin tüm soruları fonksiyon ünitesine aittir. Esneklik puanı hesaplanırken fonksiyon ünitesinde görülen alt başlıklar göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin polinom, mutlak değer, trigonometrik, üstel ve logaritmik fonksiyonlar farklı cevap grubuna ait kabul edilmiştir. Bunun yanında polinom fonksiyonların derecelerinde yapılan değişiklikler ile elde edilen fonksiyonlar aynı cevap grubuna ait fakat farklı temsili olarak kabul edilmişlerdir. Son olarak dereceleri aynı sadece katsayılarının veya tanım-değer kümelerinin değiştirilmesi ile elde edilen fonksiyonların aynı cevap kümesi benzer temsili olduğu varsayılmıştır. Bu iki değişikliğin birlikte yapıldığı cevaplar aynı cevap grubu farklı temsil grubuna dahil edilmiştir. Bu durum aşağıda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Tablo 7 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10,2 maksimum 32, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 10,8 maksimum 42,2, 11-15 adet üreten öğrencilerin minimum 21 maksimum 49, 16-20 adet üreten 1 öğrencinin ise esneklik puanının 38 olduğu görülmektedir. Öğrencilerin akıcılık puanı yani ürettikleri örnek sayısı arttıkça esneklik puanları da artmaktadır. Burada en büyük etmen öğrencilerin ürettikleri her örneğin esneklik puanına katkı sağlamasıdır fakat 1-5 adet örnek üreten grubun maksimum esneklik puanı daha fazla sayıda örnek üreten 6-10 ve 11-15 adet örnek üreten gruptaki bazı arkadaşlarından yüksektir. Bunun sebebi bu öğrencinin ürettiği birden fazla örneklerin birbirinden farklı cevap gruplarında üretmesi, akıcılık puanı daha yüksek olan öğrencinin ise örneklerini birbiri ile aynı cevap grubuna ait olacak şekilde üretmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu araştırma için kullanılan son alt boyut ise orijinalliktir. Orijinallik puanı hesaplanırken maksimum 7 kişi tarafından üretilen örneklere 10 puan, 7 ile 20 kişi arasında üretilen örneklere 1 puan, 20 ve 20'den fazla kişi tarafından üretilen örneklere ise 0,1 puan verilmiştir. Örneğin akıcılık puanı 1-5 olan bir öğrencinin orijinallik puanı 20,2 ise öğrencinin 4 adet doğru cevabının bulunduğunu ve bu 4 örnekten 2 örneğinden 10 puan diğer 2 örneğinden ise 0,1 puan alarak toplamda 20,2 puanı hesaplanmıştır.

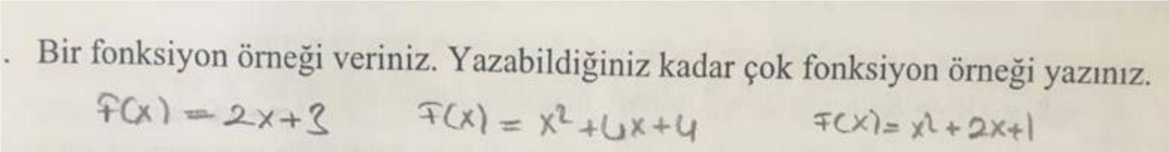
Tablo 7'ye göre 1-5 adet üreten öğrencilerin minimum 0,2 maksimum 31, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 0,8 maksimum 40,3, 11-15 adet üreten öğrencilerin minimum 12 maksimum 40, 16,20 adet üreten 1 öğrencinin ise orijinallik puanının 29 olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin bir soruya ait yaratıcılık puanları her esneklik ve her orijinallik puanlarının çarpılması ve daha sonra bu puanların toplanması ile elde edilir. Daha sonra o soruya ait akıcılık puanın çarpılması ile matematiksel yaratıcılık puanı elde edilir. Tablo 7 incelendiğinde 1-5 adet üreten öğrencilerin minimum 2,2, maksimum 1051, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 2109,1, 11-15 adet üreten öğrencilerin minimum 1572 maksimum 3094, 16-20 adet üreten 1 öğrencinin ise yaratıcılık puanının 2560 olduğu görülmektedir.

Araştırmanın tüm veri grubunun 1. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek A'da verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 2

Öğrenci Örnekleri

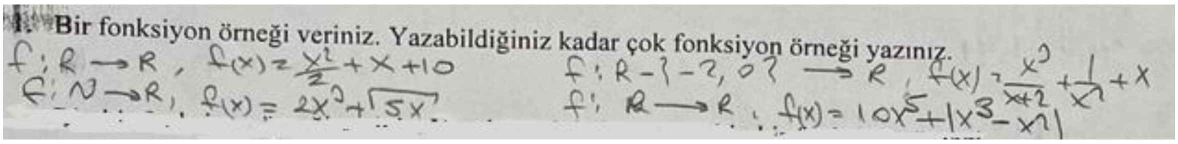

. Bir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız.

$f(x) = 2x+3$ $f(x) = x^2+4x+4$ $f(x) = x^2+2x+1$

Öğrenciler 1. soru çözülmeden önce fonksiyonun tanım, değer kümesi, fonksiyon çeşitleri ve sayı kümelerinde istenilen değişikliği yapabilecekleri konusunda uyarılmıştır. Tanım ve değer kümesi yazmayan öğrencilerin fonksiyonu reel sayılardan reel sayılara tanımladığı kabul edilmiş ve eğer bu tanım kümesinde yazılan ifadeler fonksiyon ise öğrenci cevabı doğru olarak kabul edilmiştir. (Bu durum ile ilgili sorular görüşmeler esnasında öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrenciler herhangi bir şey yazmıyorsa reel sayılardan reel sayılara kabul edildiğini ifade etmişlerdir) Bu nedenle bu öğrencinin 3 doğru cevabının olduğu kabul edilmiş ve akıcılık puanı 3 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 3

Öğrenci Örnekleri


1. Bir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız.

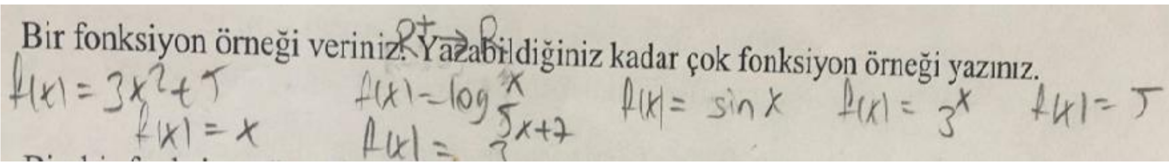
$f: R \to R$, $f(x) = \frac{x^2}{2} + x + 10$ $f: R - \{-2, 0\} \to R$, $f(x) = \frac{x^2}{x+2} + \frac{1}{x^2} + x$

$f: N \to R$, $f(x) = 2x^2 + \sqrt{5x}$ $f: R \to R$, $f(x) = 10x^5 + |x^3 - x^2|$

Öğrencinin esneklik puanı hesaplanırken öğrencinin ilk doğru cevabına 10 puan verilmiştir. Bu cevap araştırmacı tarafından polinom fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Öğrencinin bir alttaki örneğinde hem tanım kümesinin değiştirilmesinden hem de x değerinin üzerindeki değerin rasyonel olması dolayısı ile polinom fonksiyon olmamasından dolayı farklı cevap grubuna ait olarak alınmış ve bu örnek için esneklik puanı 10 olarak verilmiştir. Sol üst tarafta yer alan örnek bir önceki örnek ile aynı cevap grubuna ait fakat farklı bir temsili olarak kabul edilmiş ve esneklik puanını 1 olarak kabul edilmiştir. Öğrencinin bir diğer ürettiği örnek mutlak değer fonksiyonuna aittir. Bu örnek farklı cevap grubuna ait olduğu için bu örnek için esneklik puanı 10 olarak verilmiştir. Tüm bunlar birlikte incelendiğinde öğrencinin esneklik puanı 31 olarak bulunmuştur.

Şekil 4

Öğrenci Örnekleri



Bu öğrenciye ait orijinallik puanı şöyle hesaplanmıştır; 1. soruda 20 öğrenciden daha fazla sayıda polinom fonksiyonu yazıldığı için öğrencinin üç örneği ayrı ayrı 0,1 puan almıştır. Üstel fonksiyon örnekleri bu öğrenci ile birlikte 5 farklı öğrenci tarafından yazılmış bu nedenle öğrenci iki üstel fonksiyon örneğinden 10 puan almıştır. Logaritma fonksiyonuna ait örnek 2 öğrenci tarafından üretilmiştir. Bu nedenle öğrenci logaritma fonksiyonundan 10 puan ayrıca trigonometrik fonksiyonlara ait örnek yalnızca 5 öğrenci tarafından üretildiği için öğrenci bu örneğinden de 10 puan alarak 40,3 orijinallik puanı almıştır.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 2. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 2. stratejisi *'Öğrencilerden bazı kısıtlamalarla bir örnek oluşturmalarını istemek*'tir. Bu nedenle öğrencilere 'Birebir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok birebir fonksiyon örneği yazınız.' sorusu yöneltilmiştir.

Bu basamakta öğrencilere tanım kümesinde, değer kümesinde, çalışılan fonksiyon çeşidi ve değişkenlerin katsayılarına ilişkin sayı kümesinde istenilen değişikliğin yapılabileceği ve seçilebileceği uyarısında bulunulmuştur. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 8

Öğrencilerin 2. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanı

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
40	1-5	10- 22,1	0,1- 20	1-404,8
6	6-10	10,7-35	0,6-25,1	7,38-1648

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
3	16-20	12,7- 44	1,9-35	24,13-3808

Tablo 8’de görüldüğü gibi 2. soruya 40 öğrenci 1-5 adet, 6 öğrenci 6-10 adet, 0 öğrenci 11-15 adet, 3 öğrenci 16-20 adet doğru cevap üretmiştir. Tabloda toplam 49 öğrenci yer almaktadır. 1 öğrenci bu soruya doğru cevap veremediği için tabloda yer verilmemiştir.

Tablo 8 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 22,1, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 10,7 maksimum 35, 16-20 adet üreten öğrencilerin minimum 12,7 maksimum 44 esneklik puanının olduğu görülmektedir.

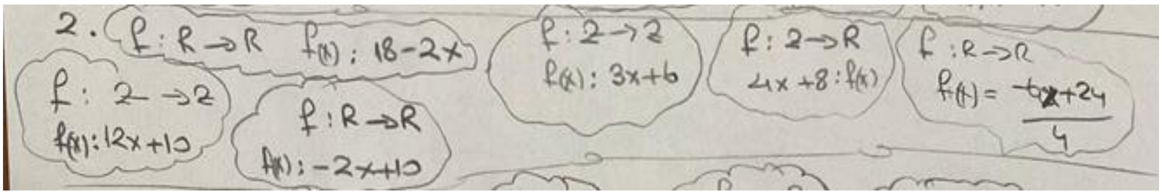
Yine tablo 8 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 0,1 maksimum 20, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 0,6 maksimum 25,1, 16-20 adet üreten öğrencilerin minimum 1,9 maksimum 35 orijinallik puanının olduğu görülmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 404,8, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 7,38 maksimum 1648, 16-20 adet üreten öğrencilerin minimum 24,13 maksimum 3808 matematiksel yaratıcılık puanının olduğu görülmektedir.

Araştırmanın tüm veri grubunun 2. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek B’de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 5

Öğrenci Örnekleri

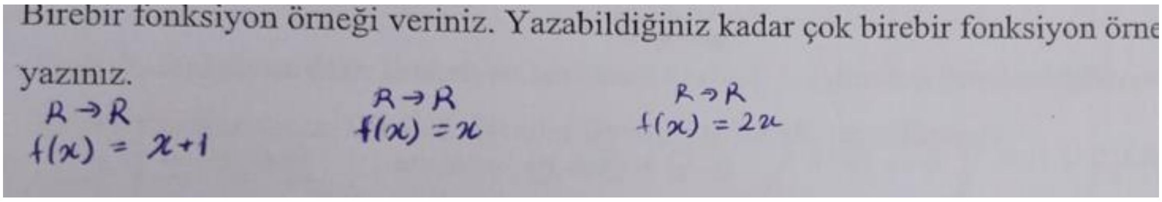


Öğrencinin 2. soru için doğru olarak ürettiği örnek sayısı 6 olduğundan akıcılık puanı 6 olarak hesaplanmıştır. Fonksiyonun tanım aralığını belirlemeyen

öğrencilerin tanım aralığı Reel Sayılar'dan Reel Sayılar'a olarak kabul edilmiş, bu aralıkta öğrencinin ürettiği örnekler birebir fonksiyon ise cevabı doğru olarak kabul edilmiştir.

Şekil 6

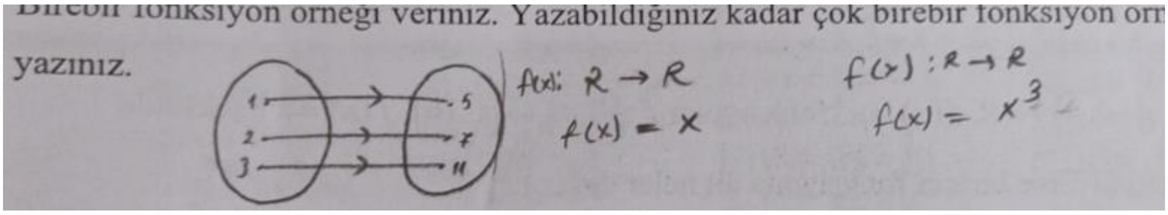
Öğrenci Örnekleri



Öğrencinin 2. soru için ürettiği örneklerin tamamı doğrudur. Esneklik puanı hesaplanırken ilk doğru örneği için 10 diğer iki örnek aynı cevap grubuna benzer bir temsiline ait olduğu için her birine 0,1 puan verilmiştir. Bu nedenle öğrencinin esneklik puanı 10,2 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 7

Öğrenci Örnekleri



Öğrencinin 2. Soruya ait orijinallik puanı 10,2'dir. Yalnızca 2 öğrenci şema üzerinde birebir fonksiyon örneği tanımladığı için öğrenci bu örneğinden 10 puan almıştır. Diğer iki örnek polinom fonksiyon grubuna ait ve grubun %40'ından fazlası tarafından kullanıldığından geleneksel cevap olarak alınmış ve her biri için 0,1 puan verilmiştir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 3. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik verdikleri 3. strateji *'Kısıtlamaları sırayla ekleyerek öğrencilerin örnek oluşturmaları istemek'*tir. Bu nedenle öğrencilere 'Birebir bir fonksiyon örneği veriniz. Hem birebir hem de tek fonksiyon olan bir fonksiyon örneği veriniz. Görüntü kümesi tam sayılardan oluşan birebir ve tek fonksiyon örneği veriniz.' sorusu yöneltilmiştir.

Yine bu basamakta da öğrencilere tanım kümesinde, değer kümesinde, çalışılan fonksiyon çeşidi ve değişkenlerin katsayılarına ilişkin sayı kümesinde istenilen değişikliğin yapılabileceği ve seçilebileceği uyarısında bulunulmuştur. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 9

Öğrencilerin 3. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
42	1-5	10 - 21	0,1 - 21	1 - 360
5	6-10	12,3 - 24	0,6 - 6	7,38 - 90
1	11-15	13,7	5,6	47,74

Tablo 9'da görüldüğü gibi 3. soruya 42 öğrenci 1-5 adet, 5 öğrenci 6-10 adet, 1 öğrenci 11-15 adet doğru cevap üretmiştir. Tabloda toplam 48 öğrenci yer almaktadır. 2 öğrenci bu soruya doğru cevap veremediği için tabloya yerleştirilmemiştir.

Tablo 9 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 21, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 12,3 maksimum 25, 11-15 adet üreten 1 öğrencinin 13,7 esneklik puanının olduğu görülmektedir.

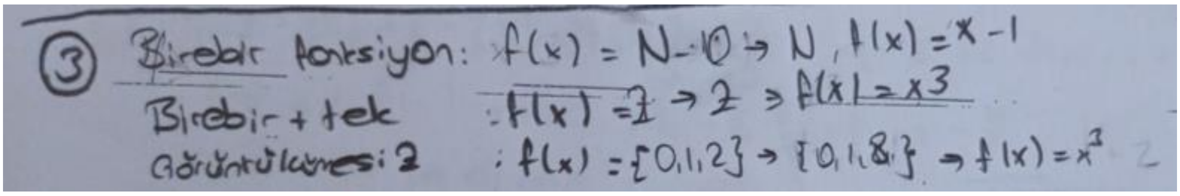
Tablo 9'a göre 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 0,1 maksimum 21, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 0,6 maksimum 6, 11-15 adet üreten 1 öğrencinin 7,6 orijinallik puanının olduğu görülmektedir.

Tablo 9'a göre 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 360, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 7,38 maksimum 90, 11-15 adet üreten 1 öğrencinin 47,74 matematiksel yaratıcılık puanının olduğu görülmektedir.

Araştırmanın tüm veri grubunun 3. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek C'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 8

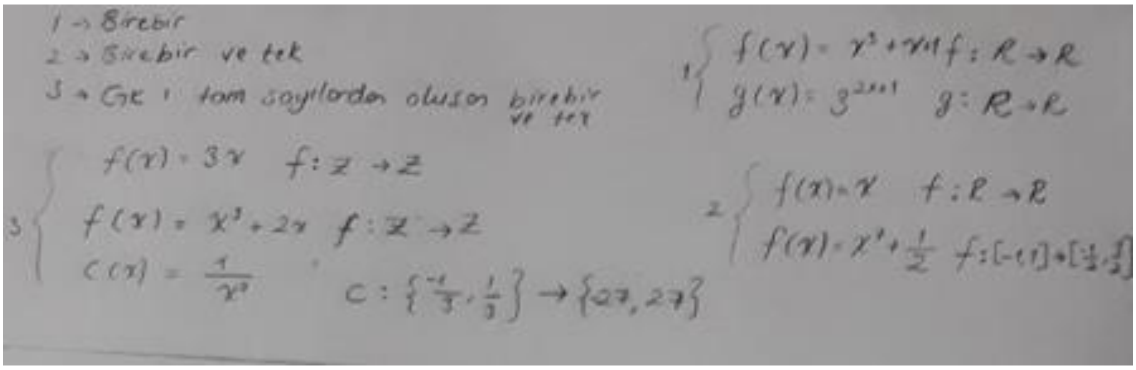
Öğrenci Örnekleri



3. soru kapsamında öğrencilere sıra ile kısıtlamalar verilmiştir. İlk kısıtlama olan birebir fonksiyon örneği için öğrencinin verdiği örnek doğrudur. Daha sonra birebir ve tek fonksiyon örneği istenmiş ve öğrencinin ürettiği örnek yine doğrudur fakat görüntü kümesi tam sayılardan oluşan birebir ve tek fonksiyon örneği kısıtlamasında öğrencinin verdiği örnek tek fonksiyon tanımına uymadığı için öğrencinin cevabı doğru olarak kabul edilmemiştir. Bu nedenle öğrencinin akıcılık puanı 2 olarak belirlenmiştir. Öğrenci bu kısıtlamada tanım kümesinde yer alan sayıların ters işaretlilerini de yerleştirmiş olsaydı soru hem doğru kabul edilecek hem de öğrenciler tarafından bu örnektekine benzer tanım ve değer kümesine benzeyen örnek bulunmadığından örnek orijinal olarak kabul edilecekti.

Şekil 9

Öğrenci Örnekleri



Öğrenci toplamda 7 örnek üretmiştir. Bunlardan yalnızca bir tanesi verilen koşulu sağlamamaktadır. Öğrencinin ilk ürettiği doğru örnek olan polinom fonksiyonu için esneklik puanı 10, diğer ürettiği örnek olan üstel fonksiyon farklı cevap grubuna ait olduğu için bu cevap için yine 10 diğer tüm fonksiyonlar polinom fonksiyon yani aynı cevap grubuna ait fakat farklı temsili olduğu için 1'er puan almıştır. Öğrencinin toplam esneklik puanı 24 olarak hesaplanmıştır.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 4. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik verdikleri 4. strateji *'Öğrencilerden benzer veya benzer olmayan başka bir örnek oluşturmalarını istemek*'tir. Bu nedenle öğrencilere '$f:[-4,4]\to R, f(x)=x$ fonksiyonunun özelliklerini belirleyiniz ve bu fonksiyona benzer başka bir fonksiyon örneği veriniz. Bu fonksiyona benzer yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız. Bu şekilde yazabildiğiniz kadar çok örnek yazınız.' sorusu yöneltilmiştir.

Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 10

Öğrencilerin 4. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
41	1-5	10-22	1-13	10-448
2	6-10	10,8-15	6-8	85,6–90

Tablo 10'da görüldüğü gibi 4. soruya 41 öğrenci 1-5 adet, 2 öğrenci 6-10 adet, 0 öğrenci 11-15 adet örnek üretmiştir. Tabloda toplam 43 öğrenci yer almaktadır. Tabloda yer almayan 7 öğrenci bu soruyu doğru cevaplayamamıştır.

Tablo 10 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 22, 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 10,8 maksimum 15 esneklik puanı bulunmaktadır.

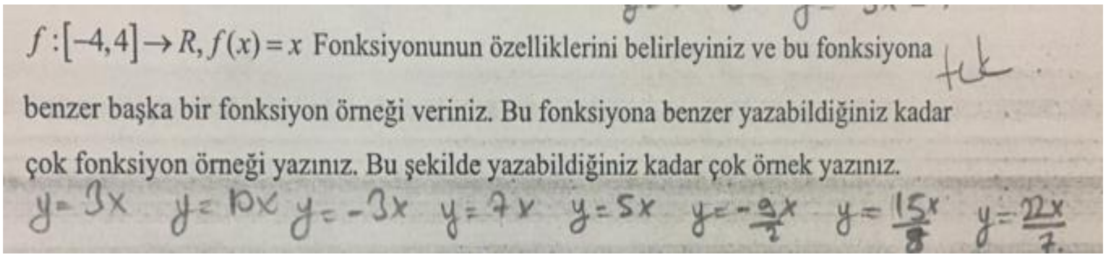
Tablo 10 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin orijinallik puanları minimum 1 maksimum 13, 6-10 adet üreten öğrencilerin orijinallik puanları minimum 6 maksimum 8 aralığında değişmektedir.

Tablo 10 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 448 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır. 6-10 adet üreten öğrencilerin minimum 85,6 maksimum 90 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 4. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek Ç'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 10

Öğrenci Örnekleri



$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x$ Fonksiyonunun özelliklerini belirleyiniz ve bu fonksiyona benzer başka bir fonksiyon örneği veriniz. Bu fonksiyona benzer yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız. Bu şekilde yazabildiğiniz kadar çok örnek yazınız.

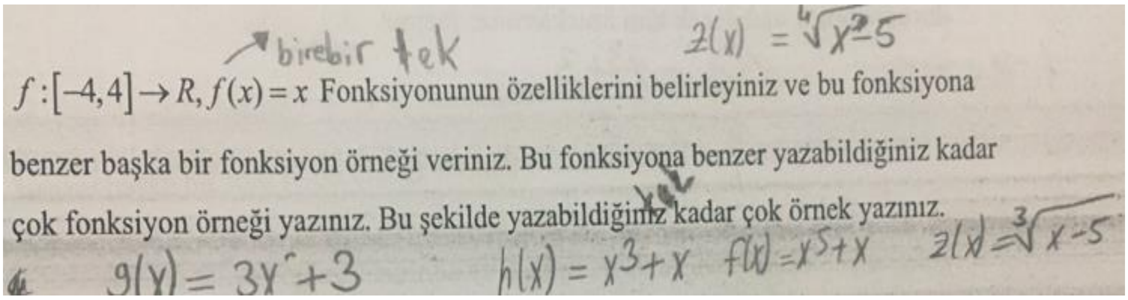
tek

$y=3x$ $y=10x$ $y=-3x$ $y=7x$ $y=5x$ $y=-\frac{9x}{2}$ $y=\frac{15x}{8}$ $y=\frac{12x}{7}$

Bu sorunun ana amacı verilen fonksiyona benzer başka bir fonksiyon üretmektir. Hiçbir öğrenci tarafından bu soru boş bırakılmamıştır fakat bu sorudan puan alamayan 7 öğrenci yalnızca verilen fonksiyonun özelliğini yazmış benzer örnekler üretmemişlerdir. Şekil 10'da kağıdı verilen öğrencinin akıcılık puanı 8'dir.

Şekil 11

Öğrenci Örnekleri



birebir tek $z(x)=\sqrt[4]{x^2-5}$

$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x$ Fonksiyonunun özelliklerini belirleyiniz ve bu fonksiyona benzer başka bir fonksiyon örneği veriniz. Bu fonksiyona benzer yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız. Bu şekilde yazabildiğiniz kadar çok örnek yazınız.

$g(x)=3x^2+3$ $h(x)=x^3+x$ $f(x)=x^5+x$ $z(x)=\sqrt[3]{x-5}$

Öğrenciler tarafından en çok varyasyonun üretildiği soru 4. soru olmuştur. Her öğrenci fonksiyona dair farklı bir özelliği fark etmiş ve buna yönelik örnekler üretmiştir. Fonksiyona dair fark edilen özelliklerden bazıları içine, birim, birebir, tek fonksiyon olmasıdır. Fakat her öğrenci farklı bir özelliğini fark etmiş ve buna istinaden soru üretmiştir. Bu durum her özelliği kullanan öğrenci sayısını 9 ile 20 arasında kısıtlı tutmuştur. Bu nedenle öğrencilerin her birinin doğru cevabı kısmen geleneksel grubunda bulunmuş ve 1 orijinallik puanı almışlardır. Şekil 11'de kağıdı verilen öğrencinin orijinallik puanı 4 olarak hesaplanmıştır.

Aynı zamanda tüm öğrenciler örneklerini polinom fonksiyon grubundan seçmiştir. Yalnızca 2 farklı öğrenci tarafından üstel fonksiyon ve trigonometrik fonksiyon üretildiğinden o sorulara ait orijinallik puanı 10 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 5. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 5. stratejisi '*Öğrencilerden karşıt örnekler ve örnek olmayanlar oluşturmalarını istemek*'tir. Bu nedenle öğrencilere ''Birebir olan bir f fonksiyonunun aynı zamanda çift fonksiyon olması mümkün değildir' önermesinin yanlış olduğunu aksine örnek vererek gösteriniz.' sorusu yöneltilmiştir.

Bu soruda öğrencilere 9. sınıfta mantık ünitesinde görmüş oldukları kanıt yöntemleri hatırlatılmış, aksine örnek yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Bu doğrultuda verilen önermeye uygun örnek verilmesi istenmiş ve yine istedikleri kadar örnek oluşturabilecekleri vurgulanmıştır. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 11

Öğrencilerin 5. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
4	1-5	10 - 12	10 - 30	100 – 360

Tablo 11'de görüldüğü gibi 5. soruya 4 öğrenci 1-5 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 4 öğrenci yer almaktadır. 46 öğrenci bu soruyu tamamen cevaplayamamış veya doğru olarak cevap verememiştir. Bu nedenle tabloda yer almamaktadır.

Tablo 11 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 12 esneklik puanı bulunmaktadır.

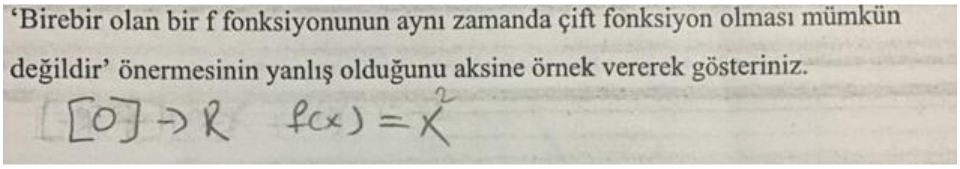
Tablo 11 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 30 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 11'e göre 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 100 maksimum 360 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 5. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek D'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 12

Öğrenci Örnekleri

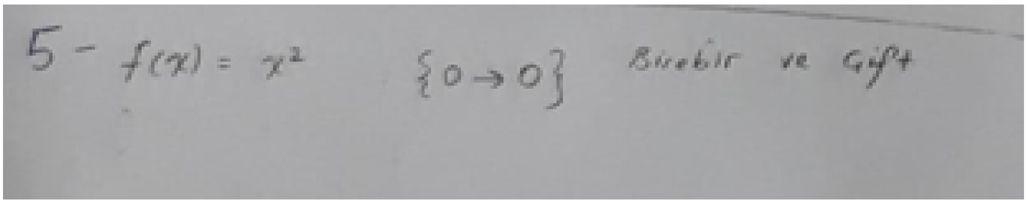

'Birebir olan bir f fonksiyonunun aynı zamanda çift fonksiyon olması mümkün değildir' önermesinin yanlış olduğunu aksine örnek vererek gösteriniz.

[0] -> R f(x) = x^2

Öğrencinin bu soru için yalnızca bir cevabı bulunmaktadır. Bu nedenle akıcılık puanı 1 olarak hesaplanmıştır. Bu soruya cevap veren 4 öğrencinin 3'ü soruya yalnızca 1 cevap üretmişlerdir. Bu nedenle bu 3 öğrencinin akıcılık puanı 1'dir

Şekil 13

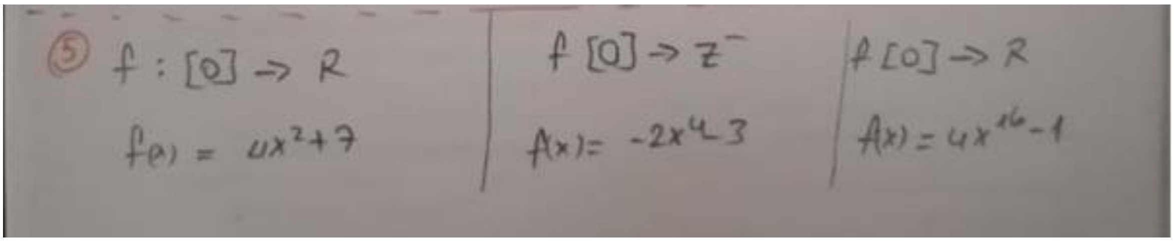
Öğrenci Örnekleri



5. soru bağlamında öğrencinin ürettiği yalnız 1 cevap olmasından dolayı esneklik puanı 10 olarak hesaplanmıştır. Bu soruya yalnızca 1 örnek üreten 3 öğrencinin de esneklik puanı 10 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 14

Öğrenci Örnekleri



Öğrenci soruya 3 farklı doğru cevap oluşturmuştur. Sorunun yalnızca 4 kişi tarafından çözülmüş olması nedeni ile üretilen her cevap orijinal cevap olarak tanımlanmıştır. Öğrencinin orijinallik puanı her soru için 10 puan olmak üzere 30 olarak hesaplanmıştır.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 6. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 6. stratejisi '*Öğrencilerin beklentilerini yıkmak*'tır. Bu nedenle öğrencilere 'Hem çift hem de tek fonksiyon olan bir fonksiyon örneği veriniz. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız.' sorusu yöneltilmiştir.

Öğrenciler fonksiyon ünitesinde tek ve çift fonksiyonları öğrenirken önce çift fonksiyonların özelliklerini sonra tek fonksiyonun özelliklerini öğrenmekte daha sonra ne çift ne de tek olmayan fonksiyonlar gösterilmektedir fakat bir fonksiyonun hem çift hem tek fonksiyon olabileceğine değinilmemektedir. Öğrencilere bir fonksiyonun çift/tek olması ne tek ne de çift olmaması öğretilmesinden dolayı öğrencilerin bir fonksiyonun hem çift hem tek fonksiyon olamayacağı düşüncesine sevk etmektedir. Bu nedenle örnek üretme stratejilerinin 6. basamağında bu soru seçilmiştir. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 12

Öğrencilerin 6. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
19	1-5	10 – 20,1	1- 12	10 – 330,3

Tablo 12'de görüldüğü gibi 6. soruya 19 öğrenci 1-5 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 19 öğrenci yer almaktadır. 31 öğrenci bu soruyu doğru cevaplayamadığı için tüm yaratıcılık bileşenlerinden 0 almış ve tabloda yer almamıştır.

Tablo 12 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 20,1 esneklik puanı bulunmaktadır.

Tablo 12 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 12 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 12 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 330,3 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 6. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek E'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 15

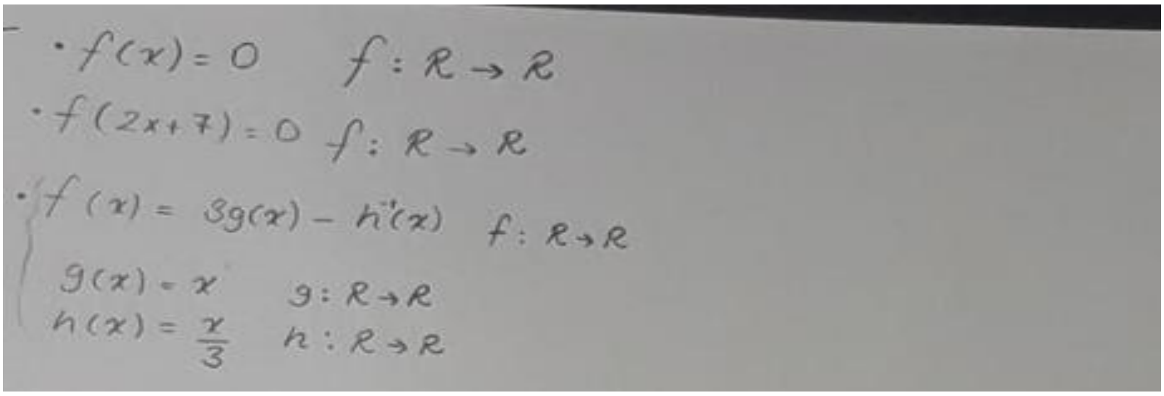
Öğrenci Örnekleri

Öğrenci 6. soru kapsamında 2 doğru örnek üretmiştir. Bu nedenle öğrencinin akıcılık puanı 2 olarak hesaplanmıştır. Bu soru 19 öğrenci tarafından

cevaplanmış fakat 2 öğrenci haricinde tüm öğrenciler bu soru için yalnızca 1 örnek üretmişlerdir.

Şekil 16

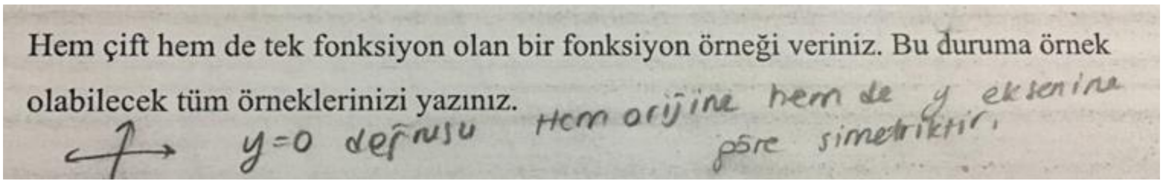
Öğrenci Örnekleri



Öğrenci bu soru için toplam 3 örnek üretmiştir. Doğru olarak ürettiği ilk örnek için esneklik puanı 10 olarak belirlenmiştir. Sırasıyla üretilen örnekler için esneklik puanı; benzer temsili için 0,1, farklı cevap grubu için 10 puan almıştır. Bu nedenle toplam esneklik puanı 20,1'dir.

Şekil 17

Öğrenci Örnekleri



19 öğrenci tarafından bu soru benzer şekilde yanıtlanmıştır. Bu nedenle bu cevaplar kısmen geleneksel olarak kabul edilmiş ve orijinallik puanı 1 olarak verilmiştir. Öğrenci soruya 1 doğru cevap üretmiştir. Bu nedenle orijinallik cevabı 1'dir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 7. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 7. stratejisi '*Belirtilen kısıtlamaları sağlayan tüm örnekleri karakterize etmek*'tir. Bu nedenle öğrencilere 'Tersi de fonksiyon olan fonksiyon örnekleri veriniz. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız. Bu fonksiyonlar ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?' sorusu yöneltilmiştir.

Yine bu basamakta da öğrencilere tanım kümesinde, değer kümesinde, çalışılan fonksiyon çeşidi ve değişkenlerin katsayılarına ilişkin sayı kümesinde istenilen değişikliğin yapılabileceği ve seçilebileceği uyarısında bulunulmuştur. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 13

Öğrencilerin 7. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
40	1-5	10–31,1	0,1–12,2	1–600,55

Tablo 13'te görüldüğü gibi 7. soruya 40 öğrenci 1-5 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 40 öğrenci yer almaktadır. 10 öğrenci bu soruyu doğru cevaplamadığı için tabloda yer almamıştır.

Tablo 13 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 31,1 esneklik puanı bulunmaktadır.

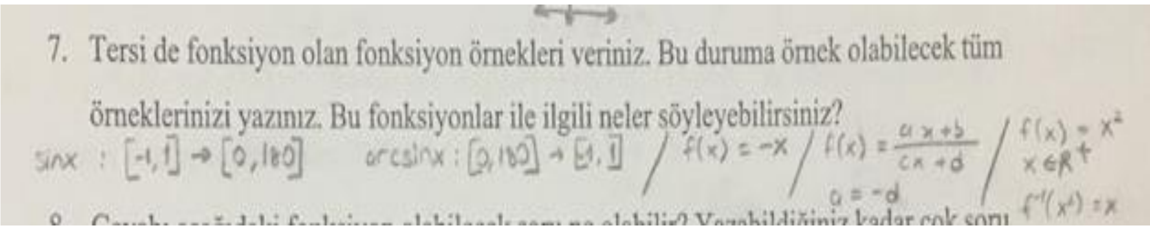
Tablo 13 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 0,1 maksimum 12,2 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 13 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 600,55 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 7. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması EK-F'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 18

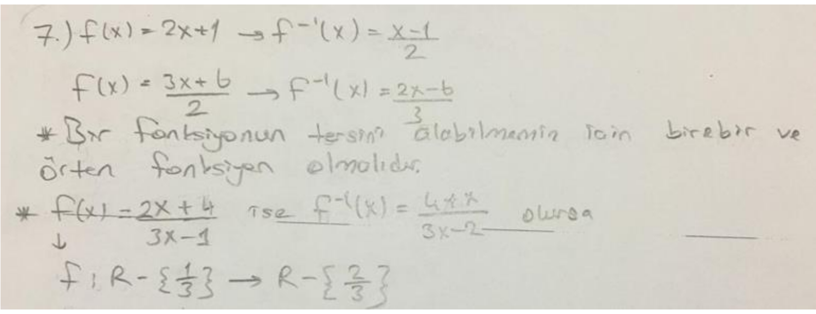
Öğrenci Örnekleri



Öğrenci toplam 4 farklı örnek üretmiştir. İlk örneğinde tanım ve değer kümelerinin yerlerini yanlış yazmış fakat öğrencinin yaptığı yanlışın bilgi eksikliğinden değil anlık bir hata olduğu belirtilmiş ve bu sorusu doğru olarak kabul edilmiştir. Tanım ve değer kümesi öğrenci tarafından belirtilmemiş her soru Reel Sayılar'dan Reel Sayılar'a olarak kabul edilmiştir. Verilen ikinci örnek bu aralıkta birebir ve örtendir, o halde tersi de fonksiyondur. Bu örnek doğru olarak kabul edilmiştir. Fakat verilen 3. ve 4. örnekler bu tanım aralığında birebir ve örten olmadığından dolayı doğru kabul edilmemiştir. Bu nedenle öğrencinin akıcılık puanı 2 olarak belirlenmiştir.

Şekil 19

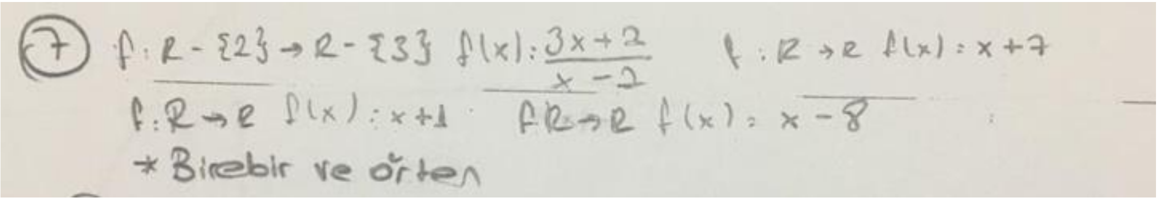
Öğrenci Örnekleri



Öğrencinin verdiği tüm cevaplar doğrudur. Verilen ilk örnek polinom fonksiyonudur ve esneklik puanı 10'dur. İkinci sıradaki örneğe bir önceki örneğin aynı grubu benzer temsili olmasından dolayı 0,1, üçüncü sıradaki örneğe bu iki örnekten farklı grupta olmasından dolayı 10, son olarak dördüncü örnek diğer üç örnekten farklı bir grupta olmasından dolayı yine 10 esneklik puanı verilmiştir. Öğrencinin toplam esneklik puanı 30,1 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 20

Öğrenci Örnekleri



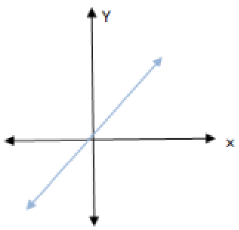
Öğrencinin toplam 5 doğru örneği bulunmaktadır. Öncelikle üç adet polinom fonksiyonu vardır. Bu soru için 20'den fazla öğrenci tarafından birinci dereceden polinom fonksiyonu üretilmiştir. Bu nedenle her üç cevabın de orijinallik puanı 0,1 olarak belirlenmiştir. Böylece öğrenci toplamda 0,3 puan almıştır. Öğrencinin vermiş olduğu rasyonel formdaki fonksiyon 7'den az sayıda öğrenci tarafından üretilmiştir. Bu nedenle bu cevabın orijinallik puanı 10'dur. 7'den fazla 20'den az öğrenci tarafından birebir ve örten fonksiyonların tersinin de fonksiyon olacağı söylenmiştir. Bu nedenle bu cevabın orijinallik puanı 1'dir. Öğrenci toplamda 11,3 puana sahiptir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 8. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 8. strateji '*Tersine çevirmek*'tir. Bu nedenle öğrencilere 'Cevabı aşağıdaki fonksiyon olabilecek soru ne olabilir? Yazabildiğiniz kadar çok soru yazınız.' sorusu yöneltilmiştir.' Bu soru kapsamında öğrencilere aşağıdaki fonksiyon grafiği verilmiştir:

Şekil 21

8. soruya ait grafik



Grafiğin başlangıç noktasından geçip geçmediğinin belirsiz olduğu, öğrencilerin bu konuda özgür seçim yapabileceği vurgulanmıştır. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 14

Öğrencilerin 8. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
25	1-5	10- 50	1- 41	10- 2050
1	6-10	90	90	8100

Tablo 14'te görüldüğü gibi 8. soruya 25 öğrenci 1-5 adet, 1 öğrenci 6-10 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 26 öğrenci yer almaktadır. 24 öğrenci bu soruya doğru cevap veremediği için tabloda yer almamış ve matematiksel yaratıcılık puanı 0 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 14 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 50, 6-10 adet örnek üreten 1 öğrencinin 90 esneklik puanı bulunmaktadır.

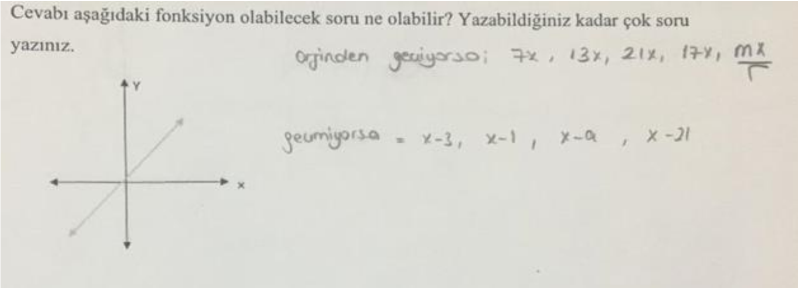
Tablo 14 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 41, 6-10 adet örnek üreten 1 öğrencinin 90 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 14 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 2050, 6-10 adet örnek üreten 1 öğrencinin 8100 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 8. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek G'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 22

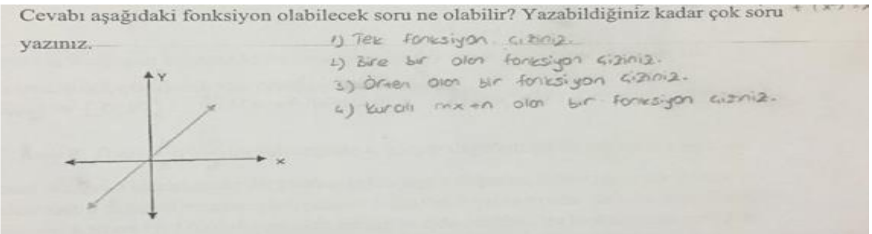
Öğrenci Örnekleri



Örnek üretme envanterinin 8. sorusunda 24 öğrencinin matematiksel yaratıcılık ve alt bileşenlerinin puanı bulunmamaktadır. Bahsi edilen tüm öğrenciler Şekil 22'de verilen cevaba benzer örnekler üretmişlerdir. Bu nedenle bu öğrencilerin akıcılık puanı 0 olarak belirlenmiştir.

Şekil 23

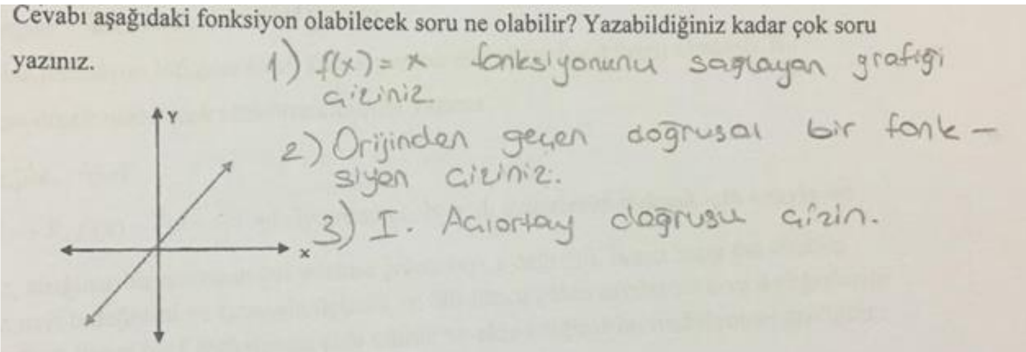
Öğrenci Örnekleri



Soru kapsamında öğrencilerin ürettikleri örneklerin birbirinden bağımsız olması nedeni ile her cevap farklı gruba ait olarak kabul edilmiştir. Şekil 23'te üretilen her örnek için 10, toplam 40 esneklik puanı verilmiştir.

Şekil 24

Öğrenci Örnekleri



Öğrencilerin yaygın olarak ürettikleri örnek orijinden geçen x doğrusuna aittir. Bu örnek 7'den fazla 20'den az sayıda öğrenci tarafından üretilmiştir. Bu nedenle bu ve benzeri cevaplar kısmen geleneksel olarak kabul edilmiştir. Öğrencinin üretmiş olduğu kısmen geleneksel her iki örnek için orijinallik puanı 1 toplamda 2 olarak belirlenmiştir. Öğrencinin vermiş olduğu üçüncü örnek sadece 1 kişi tarafından üretilmiştir. Bu nedenle bu soru için 10 puan verilmiştir. Şekil 24'te bulunan örnek için toplam 12 orijinallik puanı verilmiştir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 9. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 9. stratejisi '*Ayrımları keşfetmek*'tir. Bu nedenle öğrencilere ' $f(x)=|x|$ fonksiyonu $f(x)=f(-x)$ özelliğini sağlamaktadır. Bu özelliği sağlayan bir fonksiyon yazınız, yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği veriniz.' sorusu yöneltilmiştir.

Öğrencilere tanım kümesinde, değer kümesinde, çalışılan fonksiyon çeşidi ve değişkenlerin katsayılarına ilişkin sayı kümesinde istenilen değişikliğin yapılabileceği ve seçilebileceği uyarısında bulunulmuştur. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 15

Öğrencilerin 9. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
40	1-5	10-22	0,1-21	1-360

Tablo 15'de görüldüğü gibi 9. soruya 40 öğrenci 1-5 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 40 öğrenci yer almaktadır. 10 öğrenci soruya doğru cevap vermediği için tüm yaratıcılık alt boyutlarında 0 almış ve tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 15 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 22 esneklik puanı bulunmaktadır.

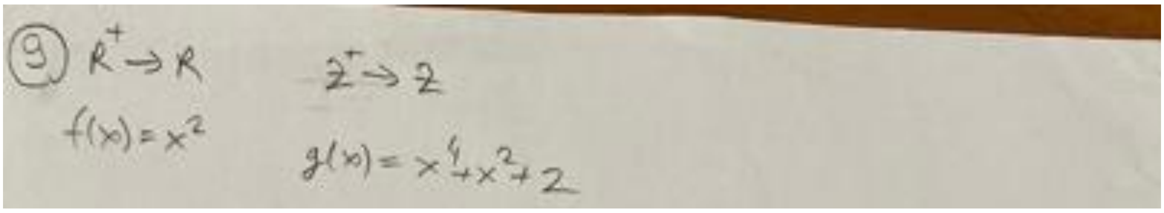
Tablo 15 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 0,1 maksimum 21 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 15 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 360 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 9. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek H'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 25

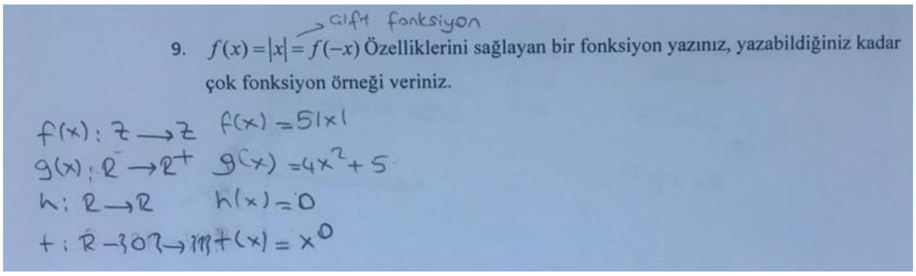
Öğrenci Örnekleri



Daha önce de bahsedildiği gibi öğrencilerin akıcılık puanı doğru ürettikleri örneklerin sayısıdır. Şekil 25'te verilen öğrenci kağıdının akıcılık puanı 0'dır. Bu kağıdın örnek olarak verilmesinin benzer hatayı birden fazla öğrencinin yapmasından kaynaklanmaktadır. Çift ve tek fonksiyonlar tanım kümesinde simetrik elemanlara sahip olmalıdır. Oysa burada öğrenci yalnızca pozitif tam sayılar ve reel sayılar ile çalışarak soruyu doğru yanıtlayamamıştır. Bu ve benzeri hatalar öğrencilerin çift-tek fonksiyon tanımlarını eksik bildiklerini veya bilmediklerini düşündürmektedir.

Şekil 26

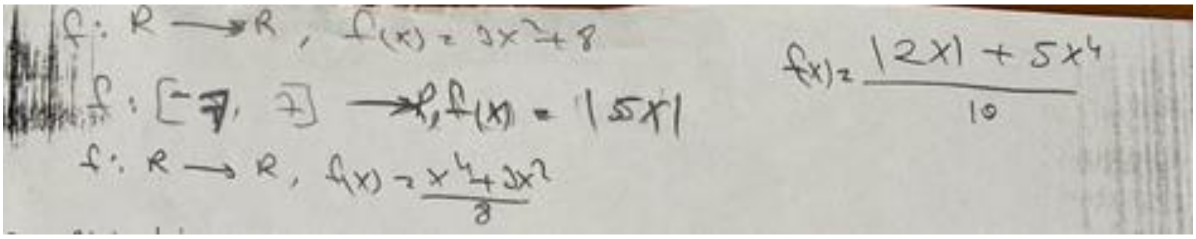
Öğrenci Örnekleri



Öğrencinin esneklik puanı 21,1’dir Öğrencinin ilk örneği mutlak değer fonksiyonuna aittir. İlk doğru cevap için esneklik puanı 10’dur. Bir sonra verilen örnek polinom fonksiyondur ve farklı cevap grubuna aittir. Bu nedenle esneklik puanı tekrar 10 olarak belirlenmiştir. h(x)=0 fonksiyonu polinom fonksiyonu ile aynı cevap kümesi farklı temsili olarak kabul edilmiş ve 1 puan olarak belirlenmiştir. Öğrencinin verdiği son örnek bir önce verilen örneğin benzeri olduğu için aynı temsili olarak kabul edilmiş ve esneklik puanı 0,1’dir.

Şekil 27

Öğrenci Örnekleri



9. soru kapsamında öğrencilerin üretmiş oldukları örneklerin tamamı katsayıları tam sayılardan oluşan polinom fonksiyonlara aittir. Bu örnek türü 20 öğrenciden daha fazla sayıda kişi tarafından üretildiğinden orijinallik puanı 0,1 olarak belirlenmiştir. 9 öğrenci mutlak değer fonksiyonu örneği üretmiştir. Bu örneklerin orijinallik puanı 1’dir. Yalnızca 1 öğrenci köklü iade içeren bir örnek ve yine farklı 1 öğrenci trigonometrik fonksiyon örneği üretmiştir. Bu nedenle bu örnekler için orijinallik puanı 10 olarak belirlenmiştir. Şekil 27’de kağıdı verilen öğrenci ilk örneği olan polinom fonksiyonu için 0,1; 2 adet mutlak değer içeren fonksiyon için 1 toplamda 2 orijinallik puanı almıştır. Aynı zamanda öğrencinin üretmiş olduğu son örnek rasyonel sayı içerdiğinden dolayı polinom fonksiyon olmasına rağmen 1 puan almıştır. Öğrencinin toplam orijinallik puanı 3,1’dir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 10. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason’ın (2005) örnek üretmeye yönelik 10. strateji ‘*Kemikleri gömmek*’tir. Bu nedenle öğrencilere ‘ $f:R\rightarrow R, g:R\rightarrow R$ ve $fog(1)=7$ olmak üzere bu kuralı sağlayan f ve g fonksiyonları belirleyiniz. Belirlediğiniz fonksiyonları olabildiğince karmaşık seçiniz.’ sorusu yöneltilmiştir.

Bu soruda öğrencilere bileşke fonksiyon hatırlatılmıştır. Fonksiyonların tanım aralıkları sorunun içinde verildiği için sadece verilen koşulu sağlayan fonksiyonların üretilmesi istenmiştir. Öğrencilere fonksiyon seçiminde istenilen fonksiyon çeşidini ve istenilen sayı grubunu seçebileceği vurgulanmıştır.

Tablo 16

Öğrencilerin 10. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
40	1-5	10-23	0,1–14	1–565
2	6-10	18-24	5,4-24	129,6–738

Tablo 16'da görüldüğü gibi 10. soruya 40 öğrenci 1-5 adet, 2 öğrenci 6-10 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 42 öğrenci yer almaktadır. 8 öğrenci soruya doğru cevap vermediği için tüm yaratıcılık alt boyutlarında 0 almış ve tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 16 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 23 6-10 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 18 maksimum 24 esneklik puanı bulunmaktadır.

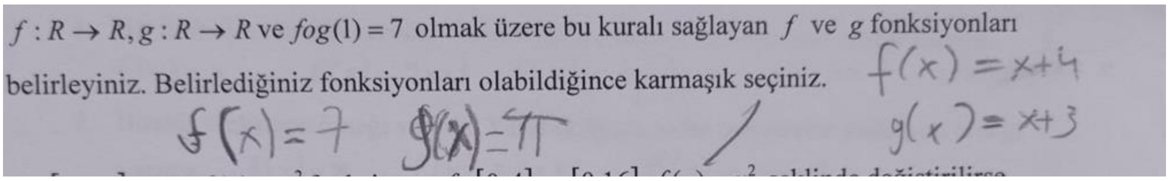
Tablo 16 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 0,1 maksimum 14, 6-10 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 5,4 maksimum 24 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 16 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 565, 6-10 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 129,6 maksimum 738 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 10. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek I'da verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 28

Öğrenci Örnekleri

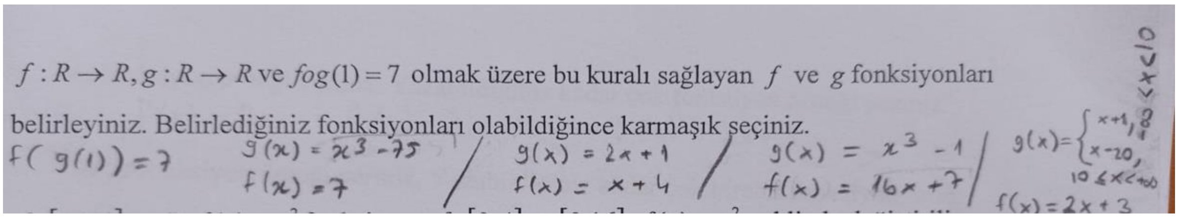

$f: R \to R, g: R \to R$ ve $fog(1) = 7$ olmak üzere bu kuralı sağlayan f ve g fonksiyonları belirleyiniz. Belirlediğiniz fonksiyonları olabildiğince karmaşık seçiniz.

$f(x) = 7$ $g(x) = \pi$ / $f(x) = x+4$ $g(x) = x+3$

Bu soru kapsamında öğrencilerin doğru olarak ürettikleri f ve g fonksiyonları birlikte düşünülmüş ve doğru ikili için akıcılık puanını 1 olarak kabul edilmiştir. Örneğin cevabı verilen öğrenci 2 adet doğru ikili oluşturduğu için akıcılık puanı 2 olarak kabul edilmiştir.

Şekil 29

Öğrenci Örnekleri

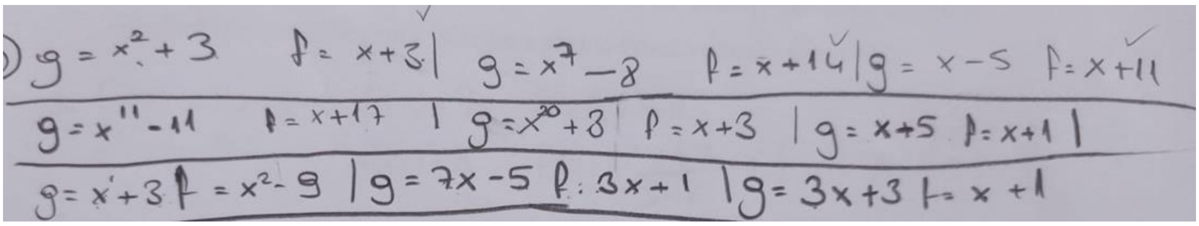

$f: R \to R, g: R \to R$ ve $fog(1) = 7$ olmak üzere bu kuralı sağlayan f ve g fonksiyonları belirleyiniz. Belirlediğiniz fonksiyonları olabildiğince karmaşık seçiniz.

$f(g(1)) = 7$ $g(x) = x^3 - 75$, $f(x) = 7$ / $g(x) = 2x+1$, $f(x) = x+4$ / $g(x) = x^3 - 1$, $f(x) = 16x+7$ / $g(x) = \begin{cases} x+1, & 0 \le x < 10 \\ x-20, & 10 \le x < +\infty \end{cases}$ $f(x) = 2x+3$

Öğrencilerin esneklik puanı elde edilirken tüm değişiklikler göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencinin ilk ürettiği örnek grubu 10 puan almıştır. Bu örnek hem 7. dereceden hem de sabit fonksiyona sahiptir. Daha sonra üretilen örnek grubunun içerisinde 1. dereceden denklem olması nedeni ile aynı cevap grubunda farklı temsili olarak alınmış ve 1 puan verilmiştir. Yine benzer şekilde bir sonra üretilen örnek incelenmiş ve o örnek için de esneklik puanı 1 olarak belirlenmiştir. Üretilen bir sonraki örnek ise parçalı fonksiyon olması nedeni ile farklı cevap grubunda kabul edilmiş ve esneklik puanı 10 olarak belirlenmiştir. Öğrencinin toplam esneklik puanı 22 olarak alınmıştır.

Şekil 30

Öğrenci Örnekleri


$g = x^2 + 3$ $f = x+3$ | $g = x^7 - 8$ $f = x+14$ | $g = x-5$ $f = x+11$
$g = x^{11} - 11$ $f = x+17$ | $g = x^{20} + 3$ $f = x+3$ | $g = x+5$ $f = x+1$ |
$g = x' + 3$ $f = x^2 - 9$ | $g = 7x - 5$ $f: 3x+1$ | $g = 3x+3$ $f = x+1$

10. soruya cevap üreten öğrencilerin çoğunluğu tarafından hem f fonksiyonunu hem g fonksiyonunu 1. dereceden denklem formunda üretilmiştir. Bu nedenle benzer olarak üretilen örnekler 0,1 puan polinom fonksiyon fakat derecesi 1'den farklı olan örnekler için 1 puan, rasyonel, köklü veya polinom fonksiyon dışında verilen her fonksiyon örneği ise 10 puan olarak alınmıştır. Bu nedenle öğrencinin orijinallik puanı 5,4 olarak hesaplanmıştır.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 11. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 11. strateji '*Kemikleri gömmek*'tir. Bu nedenle öğrencilere '$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x^2$' fonksiyonu $f:[0,4]\rightarrow[0,16], f(x)=x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?' sorusu yöneltilmiştir.

Öğrencilere fonksiyonun tanım, görüntü, değer ve fonksiyon türleri ile ilgili fark edilen tüm değişiklikleri yazabildikleri kadar çok yazabilecekleri söylenmiştir. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 17

Öğrencilerin 11. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük-En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük-En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük-En yüksek)
39	1-5	10-40	1–22	10-880

Tablo 17'de görüldüğü gibi 11. soruya 39 öğrenci 1-5 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 39 öğrenci yer almaktadır. 11 öğrenci soruya doğru cevap vermediği için tüm yaratıcılık alt boyutlarında 0 almış ve bu nedenle tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 17 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 40 esneklik puanı bulunmaktadır.

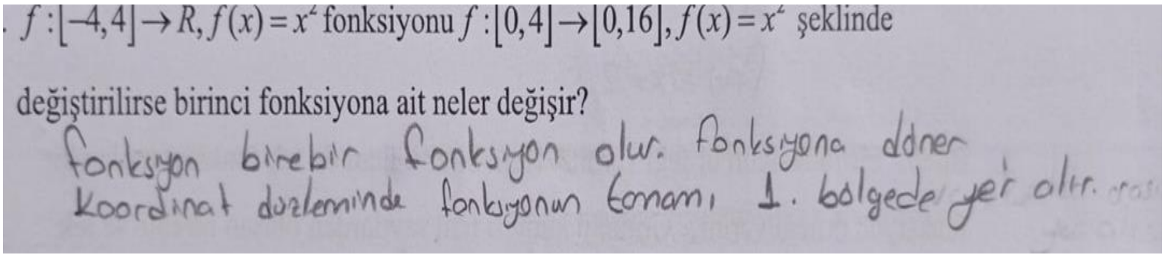
Tablo 17 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 21 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 17 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 880 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 11. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek İ'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 31

Öğrenci Örnekleri

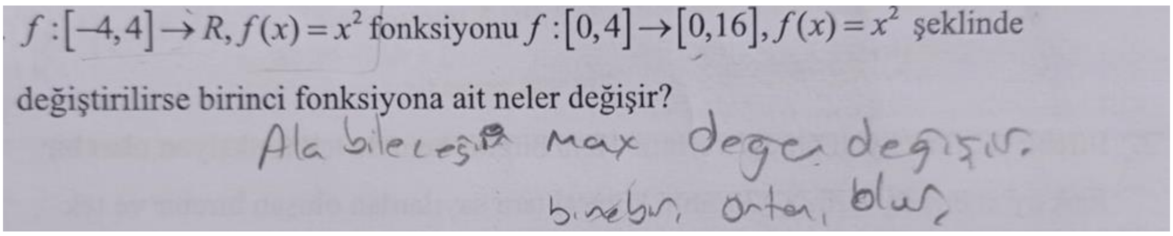

$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x^2$ fonksiyonu $f:[0,4]\rightarrow[0,16], f(x)=x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?

fonksyon birebir fonksyon olur. fonksyona döner
koordinat düzleminde fonksyonun tamamı 1. bölgede yer alır.

Şekil 31'de verilen öğrenci örneğinde 3 farklı örnek bulunmaktadır. Bu örneklerden yalnızca iki tanesi doğrudur. İlk verilen ifade de fonksiyon olmasına rağmen öğrenci yalnızca ikinci ifadenin fonksiyon olduğunu söylediğinden bu ifadesi yanlıştır. Bu nedenle öğrencinin akıcılık puanı 2 olarak belirlenmiştir.

Şekil 32

Öğrenci Örnekleri

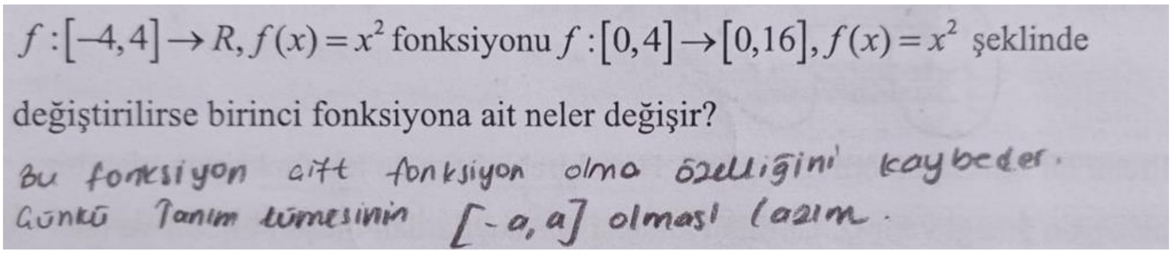

$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x^2$ fonksiyonu $f:[0,4]\rightarrow[0,16], f(x)=x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?

Ala bileceği max deger degişir.
birebir, örten, olur

Öğrencinin vermiş olduğu 3 örnekten yalnızca 2 tanesi doğrudur. Her iki fonksiyonun alabileceği maksimum değer aynı olacağından bu örnek kabul edilmemiştir. Esneklik puanı verilirken her öğrencinin verdiği her doğru örnek farklı cevap grubunda kabul edilmiştir. Bu nedenle öğrencinin 2 doğru örneği için 10 puan toplamda 20 esneklik puanı verilmiştir.

Şekil 33

Öğrenci Örnekleri


$f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x^2$ fonksiyonu $f:[0,4]\rightarrow[0,16], f(x)=x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?

Bu fonksiyon çift fonksiyon olma özelliğini kaybeder. Çünkü tanım kümesinin $[-a, a]$ olması lazım.

Öğrencilerin bu soru için ürettiği örnekler ve üretme sayıları şu şekildedir;

16 öğrenci tanım kümesi değişir/daralır, 7 öğrenci değer kümesi değişir, 16 öğrenci fonksiyon birebir olur, 6 öğrenci örten olur gibi yaygın cevaplar vermişlerdir. Maksimum 7 öğrenci tarafından üretilen cevaplar orijinal kabul edilmiş ve 10 puan verilmiştir. Bu soru kapsamında aynı cevabı veren 20'den fazla öğrenci bulunmamasından dolayı 0,1 puan alan kişi bulunmamaktadır. 7'den fazla üretilen cevaplar ise 1 puan almışlardır. Bu soru için tanım kümesi değişir veya birebir olur cevabını veren öğrencilerin orijinallik puanı 1'dir. Şekil 33'te verilen cevap yalnızca 1 öğrenci tarafından üretildiğinden orijinallik puanı 10 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 12. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason'ın (2005) örnek üretmeye yönelik 12. strateji '*Bulmak*'tır. Bu nedenle öğrencilere 'Öyle bir fonksiyon bulunuz ki bu fonksiyon birebir olsun fakat örten olmasın. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız.' sorusu yöneltilmiştir.Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 18

Öğrencilerin 12. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
35	1-5	10-20	1-11	10-220
2	6-10	15-24	6	90-144

Tablo 18 incelendiğinde 12. soruya 35 öğrenci 1-5 adet, 2 öğrenci 6-10 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 37 öğrenci yer almaktadır. 13 öğrenci soruya doğru cevap vermediği için tüm yaratıcılık alt boyutlarında 0 almış ve tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 18'e göre 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 20 6-10 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 15 maksimum 24 esneklik puanı bulunmaktadır.

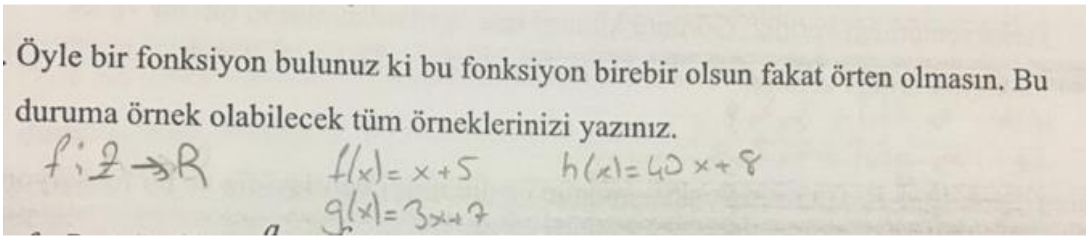
Tablo 18'e göre 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 11 6-10 adet örnek üreten her iki öğrencinin de 6 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 18'e göre 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 220 6-10 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 90 maksimum 20 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 12. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek J'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 34

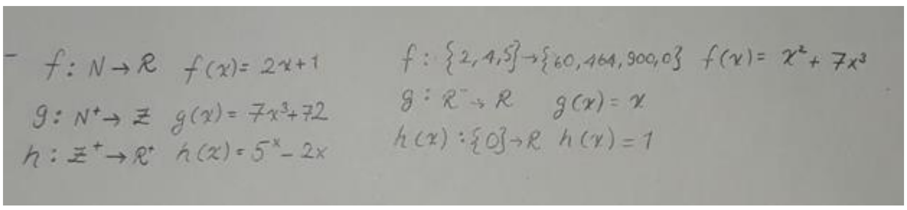
Öğrenci Örnekleri



Öğrencinin doğru olarak ürettiği örnek sayısı akıcılık puanını belirlemektedir. 3 adet doğru cevabı bulunduğundan akıcılık puanı 3'tür.

Şekil 35

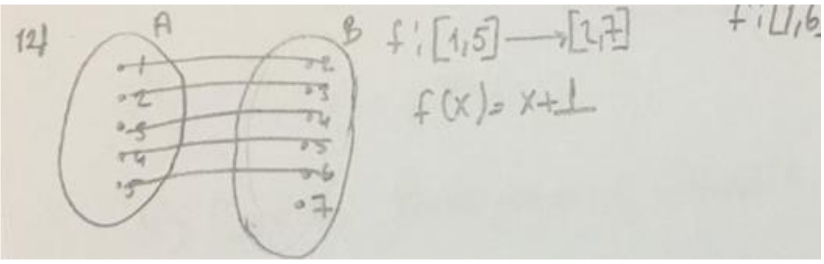
Öğrenci Örnekleri



Şekil 35’te örneği verilen öğrencinin esneklik puanı 24 olarak hesaplanmıştır. İlk polinom fonksiyon için 10, sonrasında dört adet polinom fonksiyonlar için 1 toplamda 4, üstel fonksiyon için ise tekrar 10 puan verilerek toplam esneklik puanı elde edilmiştir.

Şekil 36

Öğrenci Örnekleri



Verilen öğrencinin orijinallik puanı 11’dir. Sebepleri şu şekildedir: Şema temsiline birebir fonksiyon yalnızca 2 öğrenci tarafından üretilmiştir bu nedenle orijinallik puanı bu örnek için 10 puandır. Bu soruyu yanıtlayan tüm öğrencilerin tamamı tarafından polinom fonksiyon üretilmiştir fakat her öğrencinin tanım, değer kümesi ve fonksiyonlarının katsayılarının birbirinden farklı olması nedeni ile üretilen bu örneklere 1 puan verilmiş ve öğrencinin toplam orijinallik puanı 11 olarak bulunmuştur.

Öğrencilerin Örnek Üretme Stratejilerinden 13. Soruya Verdikleri Cevaplara ve Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Bulgular

Watson ve Mason’ın (2005) örnek üretmeye yönelik 13. strateji ‘*Tahmin edilemeyen örnek oluşturmak*’tır. Bu nedenle öğrencilere ‘ $f : R \to R,\ f(x) = \frac{a}{b}x + \frac{c}{d}$ fonksiyonunda a, b, c, d değerlerini rakamlar kümesinden seçiniz ve bir f fonksiyonu elde ediniz. Elde ettiğiniz bu fonksiyonun grafiğini çiziniz.’ sorusu yöneltilmiştir.

Genellikle ders esnasında veya matematik kitaplarında kullanılan örneklerin sayıları tam sayılar kümesinden seçilmektedir. Öğrenciler rasyonel sayılarla çalışmaktan veya sonucun rasyonel sayılar kümesinde gelmesinden kaçınmaktadır. Bu nedenle öğrenciler seçilen a, b, c, d değerlerinin birbirinin katı olmayacak şekilde seçmeleri konusunda cesaretlendirilmişlerdir. Bu soruya ilişkin üretilen örneklerin görselleri ve ayrıca tüm grubun cevap sayısı, akıcılık, esneklik, orijinallik ve yaratıcılık puanına ilişkin tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 19

Öğrencilerin 13. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılık Puanını

Öğrenci Sayısı	Akıcılık Puanı	Esneklik Puanı (En düşük- En yüksek)	Orijinallik Puanı (En düşük- En yüksek)	Matematiksel Yaratıcılık Puanı (En düşük- En yüksek)
39	1-5	10-10,2	0,1-12	1-100

Tablo 19'da görüldüğü gibi 13. soruya 39 öğrenci 1-5 adet doğru örnek üretmiştir. Tabloda toplam 39 öğrenci yer almaktadır. 11 öğrenci bu soruyu doğru cevaplayamadığı için tüm yaratıcılık bileşenlerinden 0 almış ve tabloda yer almamıştır.

Tablo 19 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 10 maksimum 10,2 esneklik puanı bulunmaktadır.

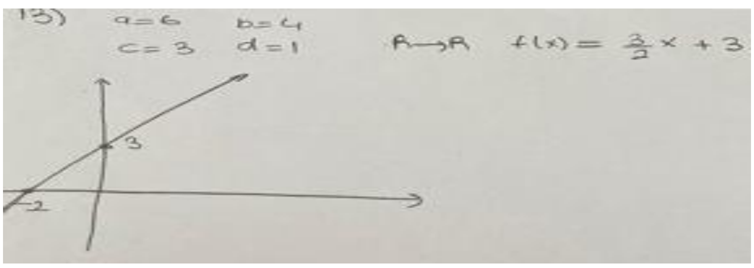
Tablo 19 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 0,1 maksimum 12 orijinallik puanı bulunmaktadır.

Tablo 19 incelendiğinde 1-5 adet örnek üreten öğrencilerin minimum 1 maksimum 100 matematiksel yaratıcılık puanı bulunmaktadır.

Araştırmanın tüm veri grubunun 13. soruya ait matematiksel yaratıcılıklarının hesaplanması Ek K'de verilmiştir. Ayrıca matematiksel yaratıcılık ve matematiksel yaratıcılığın alt boyutlarına ilişkin puanların hesaplanması öğrenci örnekleri ile birlikte aşağıda verilmiştir:

Şekil 37

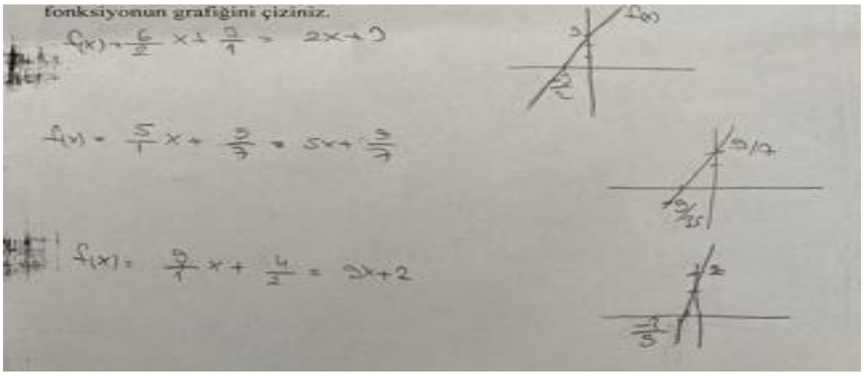
Öğrenci Örnekleri



Soru kökünde üretebildiğiniz kadar üretiniz ibaresi bulunmadığından dolayı öğrenciler bu soru için 1 örnek üretmişlerdir. Bu nedenle soruyu doğru yanıtlayan tüm öğrencilerin akıcılık puanları 1 olarak belirlenmiştir. Yalnızca 1 öğrenci 13. soru için 3 örnek üretmiş ve akıcılık puanı 3 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 38

Öğrenci Örnekleri



Öğrenci 13. soru için toplam 3 farklı örnek üretmiştir. Esneklik puanı ilk doğru cevap için 10 daha sonra sırası ile benzer temsilleri için 0,1 ve 0,1 puan alarak toplam 10,2 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 39

Öğrenci Örnekleri

Bu sorunun cevabında öğrencilerin yapmış olduğu 5 farklı seçenek oluşmuştur. Soruda a, b, c, d değişkenlerini rakamlar kümesinden seçilmesi istenmiştir. Bu nedenle yazılan birinci dereceden denklemin eğimi pozitif yönlü olmalıdır. Çizilen grafiğin eğimi negatif yönlü ise soru doğru kabul edilmemiştir. 3 öğrenci soruyu boş bırakmıştır. Diğer seçeneklerden 2 tanesi ise sırası ile şöyledir; öğrenciler denklemlerin katsayılarını rasyonel olacak biçimde veya tam sayı olacak şekilde seçmişlerdir. Son olarak öğrenciler denklemlerin konumunu ve eğimini doğru çizmiş fakat denklemin katsayılarını belirlememiştir. Tüm bu 3 durum doğru cevap olarak kabul edilmiş fakat orijinallik puanları değişkenlik göstermiştir. Örneğin;

- Denklem katsayıları rasyonel ise 10
- Denklem katsayıları tam sayı ise 1
- Katsayılar belirlenmemiş fakat grafik doğru ise 0,1 orijinallik puanı verilmiştir.

Örneğin yukarıda cevabı verilen öğrencinin grafiği doğru fakat katsayıları belirlenmediği için orijinallik puanı 0,1 olarak verilmiştir.

Öğrenciler ile Yapılan Yarı-yapılandırılmış Görüşmelere İlişkin Bulgular

Araştırma katılımcılarından 9 öğrenciyle, öğrenci kağıtlarında verilen cevapları derinlemesine inceleyebilmek için yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler 4 farklı ana başlık altında incelenmiştir. Bunlar; örnek üretmeye yönelik zorluk oluşturan etmenler, daha kolay örnek üretilmesini sağlayan etmenler, örnek üretme yönteminin kullanımının sağlayabileceği avantaj veya neden olabileceği dezavantajları ve son olarak örnek üretme sürecine ilişkin öğrenci görüşlerine yer verilmiştir.

Örnek Üretmeye Yönelik Zorluk Oluşturan Etmenler

Araştırmaya katılan öğrencilerin örnek üretememesinin veya daha az örnek üretmesinin nedenleri araştırılmış ve çeşitli etmenler bulunmuştur. Bu etmenlerden ilki örnek üretme sorularının öğrencilerde oluşturduğu bilişsel yüktür. Öğrencilerin örnek üzerinde birden fazla değişikliği aynı anda yapamamanın oluşturduğu bilişsel yük örnek üretmeye ya da daha fazla örnek üretmeye engel olmuştur. Bunun yanında, kavrama ilişkin bilgi eksikliği-yanlış bilmek veya kavram yanılgılarına sahip olmak gibi etmenler yine örnek üretmeye ya da daha fazla örnek üretmeye engel olarak görüşmelerde ortaya çıkmıştır. Araştırmacı tarafından öğrencilere ‘neden denkleme ait tanım/görüntü/katsayısı değişikliğini yaptın?’, ‘neden daha fazla örnek üretmedin’, ‘en zorlandığın soru hangisiydi?’, ‘benzer soru şu an sorulsa ne değişiklikler yaparsın?’ veya ‘neden daha fazla değişiklik yapmadın?’ gibi sorular sorularak öğrenci cevaplarının arkalarında yatan nedenler incelenmiştir. Bunlardan ilki öğrencilerin cevaplara ilişkin yaşadığı zorluklardır. Bu zorlukların altında yatan nedenlerden biri öğrencilerin birden fazla değişikliği aynı anda yapmaların gereken soruların bulunmasıdır. Bu durumun oluşturduğu bilişsel yük, öğrencilerin örnek üretmede güçlük çekmelerine ya da daha az örnek üretmesine neden olduğu görülmektedir.

> ÖF: Farklı bir cevap verebilirdim. Ancak zorlandığımda cevap vermekten çekiniyorum.
>
> ÖD: Çift fonksiyonlar genelde. Bir fonksiyonun tersini belirlemek benim için zor oluyor çünkü fonksiyonun tersini alacağımız zaman tanım kümesi ve görüntü kümesi değişiyor buna uygun bir fonksiyonu yazmak benim için daha zor oluyor. Fonksiyonu tanımsız yapacak değeri tanım kümesinden aynı zamanda onun tersinde tanımsız yapacak değeri çıkarmak iki taraftaki değişikliği düşünmek gerekiyor. Bu ikisi işin içine girince kafam karışıyor.
>
> ÖS: Anlaşılması biraz daha güç ve onun değerlerini bulmayı kafamda canlandıramadım o yüzden yaparken zorlandım.

Öğrencilerin önceki öğrenmelerinden kaynaklı olarak bazı kavram yanılgılarına sahip oldukları, tanımı tam olarak bilmedikleri ve bu sebeple doğru örnek üretemedikleri veya daha az örnek ürettikleri görülmektedir.

> ÖD: Parabol vermeyi düşündüm ama o zaman birebir fonksiyon olmazdı bu yüzden cebirsel bir ifade vermeyi düşünmedim. Ya da çift dereceden fonksiyon bunlar birebir olmazdı bu yüzden birinci dereceden verdim. Ya da x in üzeri tek olan bir fonksiyon yazsam da ben bunu tanımladığım tanım kümesine göre birebir fonksiyon yapabilirim.
>
> ÖM: Çift ve tek aynı olamaz diye öğrettiler bize. Bize önce yanlış şeyleri sonra doğru şeyleri öğretiyorlar ne kadar doğru bilemeyeceğim o yüzden önce çiftleri sonra tekleri yazdım. Bir de bize üsleri tek olanlar tek üstleri çift olanlar çift ikisi birlikte olursa ne tek ne çift diyoruz o yüzden çiftleri ve tekleri ayrı ayrı yazdım. (Genel olarak öğrencilere çift, tek, ne tek ne çift fonksiyonlar öğretilmektedir. Hem çift hem tek fonksiyon öğretilmemektedir. Bu durum öğrencinin aşırı genelleme yapmasına sebep olabilmektedir.)

Öğrencilerin aşina olmadıkları soru türünün bulunması, yanlış yapma korkusuna sahip olması ve cevaba yönelik bazı beklentilerinin olması yine örnek üretmeyi olumsuz yönde etkileyen etmenlerdir. Yukarıda sorulan sorulara ek olarak araştırmacı tarafından öğrencilere ‘daha önce çözdüğün sorulara benziyor mu?’, ‘benzemiyorsa hangi yönlerden benzemiyor?’ soruları da sorulmuştur. Öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

ÖF: Acaba tanımsızlığa sebep olur muyum tedirginliği ile tanım ve görüntü kümelerini değiştirdim.

ÖF: Emin olduğum doğru 3 cevabı yazdıktan sonra yanlış bir cevap yazmak istemedim.

ÖA: Çünkü zorlandığım için bir daha yazarsam yanlış yaparım diye korktum.

ÖA: Mesela 6. soru gibi bir soru hiç görmemiştim. Ya tek ya çift soruyorlar ikisini aynı anda sormuyorlar.

Öİ: Daha önce hiç böyle sorular ile karşılaşmadım. Bu sorular sana bir f fonksiyonu yerine 1 koy gibi değil olayın mantığını anlamaya yönelik sorulardı. Fonksiyonu anlamak ve gerçekten öğrenmek istiyorsak bu soruları çözmeliyiz.

ÖD: 13. soru başta zorlamıştı beni ama değer verdikçe kolay olduğunu gördüm. İlk başta değer verdikçe kesirli sayı çıkıyordu alışmışım tam sayı çıkmasına. Kesirli çıkınca grafikte tökezledim. Rasyonel olunca biraz tedirgin oluyorum. Hangisi daha büyük, payda eşitliyoruz. Grafikte yerini doğru yerleştiremem gibi düşündüm.

ÖO: 5. soruyu ilk çözmeye çalıştığımda bulamamıştım ama sonra aklıma 0 fonksiyonu geldi ve onu yazdım. Bunun haricinde başka bir şey yazabilir miyim diye düşündüm ama aklıma gelmedi. Bu soru bize gösterilen soru tarzlarının dışında bir soruydu, daha önce karşılaştığım sorulardan biraz farklı olduğu için zorlandım.

ÖE: Bize normalde ne tek ne çift fonksiyonlar gösteriliyor ama 6. soruda hem tek hem çift fonksiyon istenmiş bu yüzden bunu düşünmek diğerlerine göre daha zordu.

Tüm öğrencilerin uygulanan envanterden not almayacaklarını bilmelerine rağmen yanlış yapmaktan korktukları bu nedenle daha az örnek ürettikleri görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin aşina olmadıkları örnekler ve sayılarla karşılaşmaları üretilen örnek sayısını etkilemektedir.

Öğrencilerin daha az cevap üretmesine neden olan etmenlerden bir diğeri de birden fazla kısıtlamanın bulunmasıdır. Kısıtlamanın fazla olduğu sorularla birlikte düşünüldüğünde, kısıtlamanın az olduğu sorularda öğrenciler daha fazla örnek üretmişlerdir. Öğrencilere ‘neden bu soruda daha çok örneğin var’, ‘neden bu soruda daha az örneğin var’, ‘senin için en kolay soru hangisiydi, neden?’ soruları sorularak öğrenci görüşleri alınmıştır. Bu duruma ilişkin öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

ÖA: Bu sorular içinde bana en kolay gelen 1. Soruydu, çünkü temel bir soruydu. Aşırı bilgi gerektirmiyordu, direk fonksiyon ile ilgiliydi. Sanırım en çok bu soruya örnek vermişim.

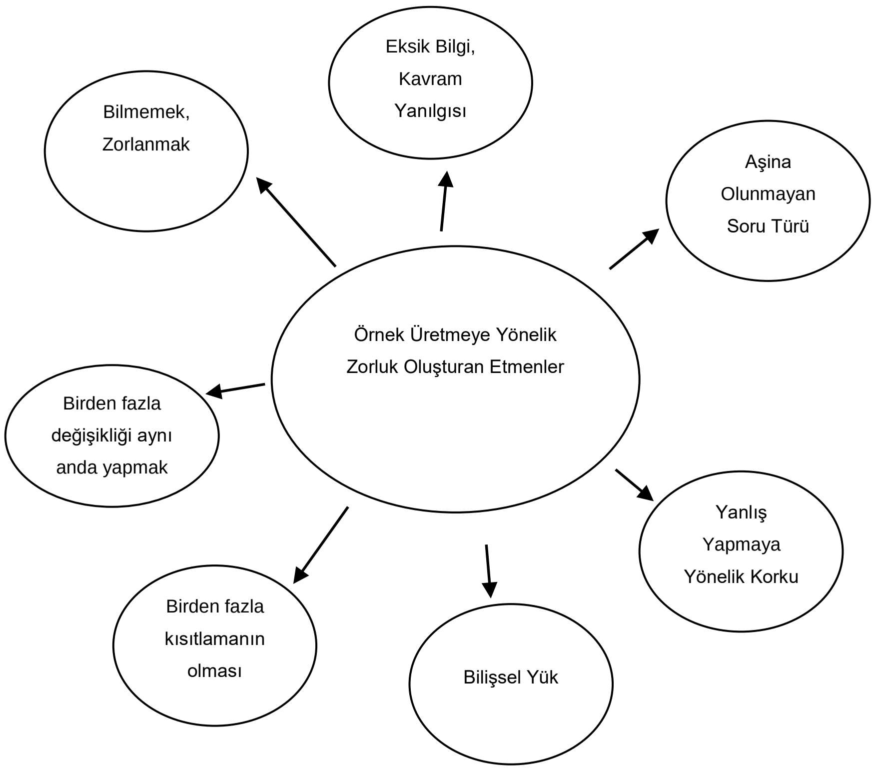
ÖM: En çok örneğim 1. soruda çünkü sınırlandırılmamıştı ve daha ucu açıktı. Daha az sınırlandırılmıştı. Olabildiğince farklı şey yazmaya çalıştım ama bu sayıyı yazayım bu sayıyı yazayım gibi belli bir düzene göre gitmedim. Soru olabildiğince çok yazın dediği için çok yazmaya çalıştım.

ÖM: En az örneğim 12. soruda çünkü en çok koşul orada vardı. Koşullar arttıkça verdiğim örnekler azaldı.

Örnek üretme envanteri incelendiğinde öğrencilerin akıcılık puanını koşul sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Öğrenci cevapları ile bu durum uyuşmaktadır.

Şekil 40

Örnek Üretmeye Yönelik Zorluk Oluşturan Etmenler



Daha Kolay Örnek Üretilmesini Sağlayan Etmenler

Araştırmacı tarafından ‘senin için en kolay soru hangisiydi?’, ‘en çok bu örnekte cevabın var, neden?’ ve ‘neden bu değişiklikleri yaptın?’ soruları ile örnek üretmeyi kolaylaştıran etmenler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu etmenlerden ilki tüm öğrenci cevaplarının içerisinde bulunan bilmek dolayısı ile aşina olmaktır. Ders kitaplarında, okulda karşılaşılan, öğrencilerin sıkça soru çözdüğü örneklerin akıcılık puanı daha yüksektir.

> ÖF: 1. soru okulda da gördüğüm ve sıkça çözdüğüm bir soru olduğu için kolay geldi.
>
> Öİ: Çünkü birinci soru örnek üretebileceğim en kolay soruydu. Çünkü fonksiyonun tanımını biliyordum nelerin fonksiyon olduğunu nelerin fonksiyon olmadığını, tanım kümesinde değer kümesinden iki yere gidemeyeceğini bildiğim için.
>
> ÖM: Mesela burada tek ve çift fonksiyonlar çok fazla. Yanındaki bir sayıyı bile değiştirdiğimizde farklı bir fonksiyon oluyor ve bu ihtimalleri arttırıyor ki ihtimallerin artması dediğim şeylerden bir tanesi. (Neleri değiştirebileceğini bilmek.)
>
> ÖS: 1. ve 2. soru en kolay sorulardı çünkü normalde hep karşılaştığımız, yapılması zor olmayan, derslerde hep istenen, hep gördüğümüz şeyler o yüzden kolaydı. Yapılması daha kolay ve şimdiye kadar o konuyla ilgili daha fazla örnek gördüğüm için en kolay onlar geldi onları yazdım.
>
> ÖE: İlk sorulara benzer sorular derslerimizde çözüyorduk o yüzden en başta çözdüğüm sorular bana daha kolay geldi.

Öğrencilerin daha kolay örnek üretmesini sağlayan bir diğer etmen bağlamın etkisidir. Yakın zamanda işledikleri konular, birbiri ile bağlantılı örnekler öğrencilerin ürettikleri örnekleri etkilemiştir. Farklı bir soru bir başka sorunun cevabında örnek üretme konusunda tetikleyici olmuştur.

> ÖA: O an önce aklıma trigonometri geldi çünkü o an işliyorduk sonra x değerli bir şey yazmak istemişim.
>
> ÖA: Çok aşırı boş bırakmak istemedim. Bir de yazarken diğerleri aklıma geldiği oldu dönüp onlara ekleme yapmak istedim.
>
> Öİ: İlk birinci soruda biraz afallamışım 2 ye doğru toplamışım 3. soru bir tık kolay geldi.

Farklı tür örnek yazmak, örnek üretme sürecinin sınırsız örnek alternatifine sahip olması ve temel bilgi içeren sorular yine daha kolay örnek oluşturulmasını sağlamıştır. Aşağıda bu durumu açıklayan öğrenci alıntıları yer almaktadır:

> ÖA: Çünkü hepsi aynı tarzda olsun istemedim bir tane sabit, trigonometri, x değerlerini değiştirmişim farklı olmasını istediğim için. Çeşit olsun istedim. (farklı tür örnek yazma)

ÖD: Değişiklik olsun diye önce sabit sonra doğrusal fonksiyon olsun istedim. (farklı tür örnek yazma)

Öİ: Arkadaşlarımdan daha farklı cevap vermek istedim. Önce bir soru yazdım herkesin onu yazacağını düşündüğüm için aralık vermek istedim. Grafik kolay olsun diye çizdim. (farklı tür örnek yazma)

ÖM: Olabildiğince farklı şey yazmaya çalıştım ama bu sayıyı yazayım bu sayıyı yazayım gibi belli bir düzene göre gitmedim. Soru olabildiğince çok yazın dediği için çok yazmaya çalıştım. (farklı tür örnek yazma)

ÖM: İlk sayfadaki sorular çok ucu açık geldi, daha milyonlarca şey yazılabilir çünkü net bir ayrım vermemişsiniz. (sınırsız örnek alternatifi).

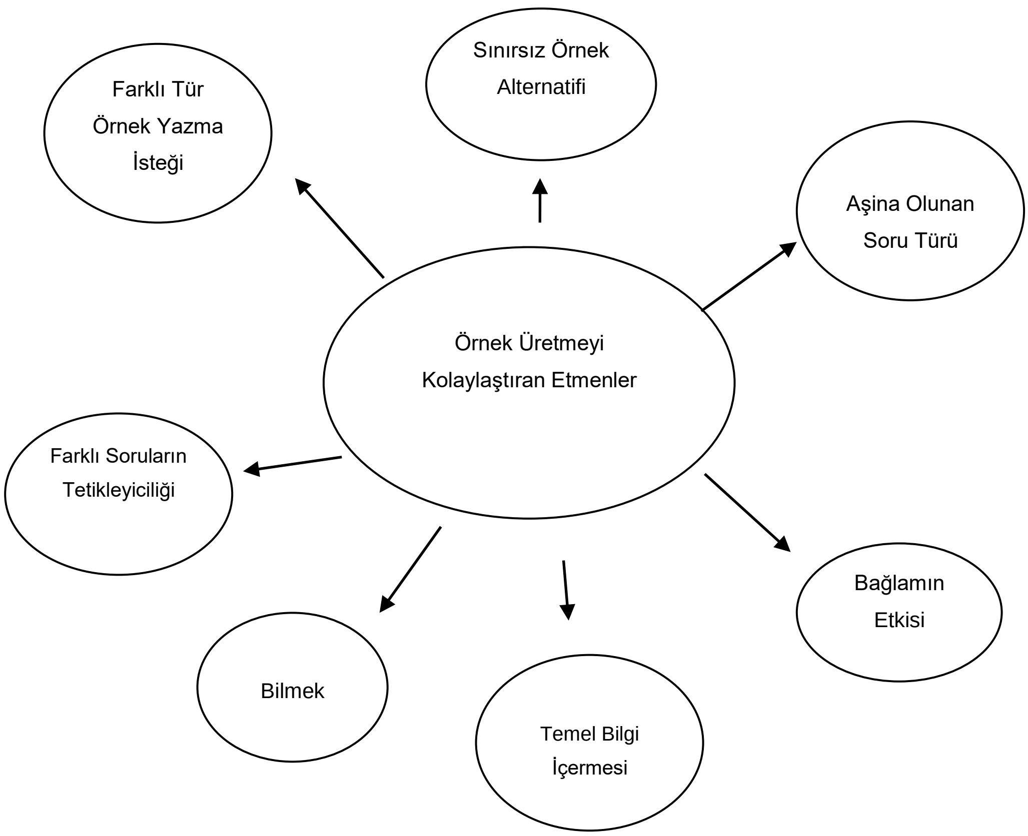
ÖA: En kolay soru 1. soruydu çünkü temel bir soruydu. Aşırı bilgi gerektirmiyordu, direk fonksiyon ile ilgiliydi. Sanırım en çok bu soruya örnek vermişim. (temel bilgi gerektiren soru).

ÖO: Bana en kolay gelen soru 1. soruydu çünkü fonksiyonun mantığının ne olduğunu biliyorum. İlk aklıma polinom fonksiyon geldi bu soruda ama her fonksiyon çeşidinden yazmak istediğim için başka fonksiyonlarda yazdım. Daha başka trigonometrik fonksiyon ekleyebilirdim veya x^3, x^2 yazabilirdim.

ÖE: En çok 1. soruya örnek verdim çünkü birçok çeşit üretebilirdim 2x, 2x+1, 2x+2 gibi. Milyonlarca şey üretebilirdim ama diğer sorularda özellikli örnekler vardı bu yüzden onlara daha az örnek ürettim.

Şekil 41

Öğrencilerin Daha Kolay Örnek Üretmesini Sağlayan Etmenler



Örnek Üretme Yönteminin Kullanılmasının Avantajları-Dezavantajları

Örnek üretme stratejilerinin derslerde kullanılmasının sağlayabileceği avantajlar ve neden olabileceği dezavantajlar öğrencilere sorulmuş ve şu cevaplar alınmıştır:

> ÖA: Avantajı; daha iyi anlarım çünkü soru kalıbı bize verilip çözülürse ezberlemiş gibi oluyoruz burada kendim düşünüp yazdım. Dezavantajı; Sınav sistemi çok bu sorular gibi değil, sınavda işime yaramazdı ama sınav sistemi değişmiş olsaydı işime yarardı.
>
> ÖD: Eğer ben o an o örneği verebilirsem bir daha unutmayacağımı düşünüyorum. Bu da gireceğim sınavlarda avantaj sağlar bana.
>
> ÖM: Bunu hiç düşünmemiştim. Olabilir aslında sadece öğrenme süremizi kısaltır diye düşünüyorum çünkü onu yaratmaya çalışırken biraz daha koşulları gözümüzün önüne getirmeye çalışacağız ama bunu yapsak da yapmasak da konunun sonuna geldiğimizde konu ile ilgili öğreneceğimiz şeyi öğrenmiş olacağız. Fazladan bir şey öğrenmiş olmayacağız. Zaman kaybı dezavantajı olur. 30 kişinin aynı anda onu üretmesi öğretmenin ders sırasında hepsini kontrol etmesi fazladan zaman demek.
>
> ÖO: Bence bu sorular matematikle özel olarak ilgilenenler için yarar sağlayabilir çünkü bazı öğrenciler matematiği yalnızca sınav için öğreniyor onlar için zaman kaybı olabilir.

Örnek üretme stratejilerinin avantajları; kalıcı öğrenme sağlayacağı, bu yöntemin onları düşünmeye sevk etmesi iken sınav sisteminin farklı bir yapıda olması dezavantajları içerisinde sayılmıştır.

Örnek Üretmeye Dair Öğrenci Görüşleri

Tüm öğrencilerden görüşmeye başlarken, çözdükleri soruları değerlendirmeleri istenmiş, soruları çözerken ne düşündükleri hakkında görüşleri alınmıştır. Öğrenciler konuların benzer olduğunu fakat test kitaplarında, derslerde bu soruların çoktan seçmeli olarak verildiğini, örnek üretmenin ise sınırsız örnek alternatifi sunduğunu, tanımları düşündürdüğünü ve daha kapsamlı bir öğrenme şansı verdiğini söylemişlerdir. Öğrencilerin örnek üretme stratejisine dair görüşleri şu şekildedir:

> ÖA: Genelde sorular daha çok çözme odaklı, denklem veriyor bunu çözün gibi. Burada daha klasik böyle karşılaşmamıştım.

Öİ: Daha önce hiç böyle sorular ile karşılaşmadım. Bu sorular sana bir f fonksiyonu yerine 1 koy gibi değil olayın mantığını anlamaya yönelik sorulardı.

ÖM: Eğitim sistemimiz biraz daha beşlik arasına tıkışık olduğu için bu kadar ucu açık değil ama buna benzer aşağıdakilerden hangisi birebir fonksiyondur ya da değildir gibi sorular soruluyordu ama şıklıydı.

Bölüm 5
Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde araştırma verilerinin analizlerine ait sonuç, tartışma ve öneriler alt başlıklar altında incelenecektir.

Sonuç ve Tartışma

Örnek üretme aktiviteleri açık uçlu görev kategorisinde yer alan ve birden fazla cevabı ve çözüm yöntemi olan sorular olarak literatürde yer almaktadır. Bu nedenle sınıfta öğretim ortamını zenginleştirici ve öğrencilerin yaratıcılıklarını tetikleyici bir rol üstlenebileceği düşünülmektedir. Bu araştırmada da öğrencilerin örnek üretme stratejilerine ilişkin başarıları ve matematiksel yaratıcılıkları incelenmiştir. Verilerin yorumlanması araştırmacının oluşturduğu kodlar ile gerçekleştirilmiştir.

En çok örnek, '*bir örnek veriniz'* sorusu olan 1. soruda üretilmiştir. Bu sonuç Sağlam-Kaya'nın (2019) çalışmasında elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Araştırmacı bu çalışmasında öğretmenler tarafından en sık kullanılan öğrenci örneklerinin 'öğrencilerden bir örnek üretmesini istemek' olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde öğrenciler bu tür örnekler ile sınıf ortamında ve ders kitaplarında sıkça karşılaştıklarını belirtmektedirler. Dolayısıyla öğrencilerin bu tür sorulara alışık olması daha çok soru üretmelerinin bir nedeni olarak ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda matematiksel yaratıcılık anlamından en çok farklı örneğin verildiği soru yine birinci soru olduğu görülmektedir. Öğrenciler, ürettikleri örneklerdeki farklılıkları, örnek olarak verdikleri fonksiyonlarda tanım ve değer kümelerini değiştirerek, oluşturdukları fonksiyonları türünü çeşitlendirerek (doğrusal fonksiyon, ikinci dereceden fonksiyon, mutlak değerli fonksiyon, polinom fonksiyon…) sağlamışlardır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler göz önüne alındığında bu durumun nedeninin birinci sorunun fonksiyon kavramına ilişkin sadece en temel, yani tanım düzeyinde bilgi içermesi olduğu söylenebilir. Bu durum öğrencilerin verdikleri örnekleri manipüle etmelerini kolaylaştırmıştır. Ayrıca envanterin diğer soruları da göz önüne alındığında bu soruda başka kısıtlamanın olmaması ve bu durumun öğrenci tarafından yanlış yapma ihtimalinin azalması olarak algılanması daha çok örnek verilmesine neden olmuş olabilir.

Öğrencilerin ürettiği örnek sayısı ile örnek üretme sürecine eklenen kısıtlama sayısı arasında ters orantı olduğu görülmektedir. Birinci soru gibi temel bilgi gerektiren sorularda, sorunun daha basit olması, ek bilgi içermemesi ve karmaşık yapıda olmaması daha çok örnek üretilmesi olumlu yönde etkilemiştir. Bu durum öğrencinin yaratıcılığın ilk boyutu olan akıcılık puanını da olumlu yönde etkilemektedir. Ancak öğrencilerin ikinci sorudan itibaren akıcılık puanının dolayısıyla yaratıcılık puanlarının düşmesindeki en temel neden, örnek üretme sorularına eklenen kısıtlamaların oluşturduğu bilişsel karmaşıklık olduğu düşünülmektedir. Bu bilişsel karmaşıklık öğrencilerin örnek uzayının yeterli genişlikte olmaması ve öğrencinin etkili öğrenmeyi gerçekleştirmemiş olması ile bağlantılı olabilir çünkü etkili öğrenme mevcut ve hızlı erişilebilen önemli ve faydalı örneklere sahip olmayı ve duruma göre bu örnekleri değiştirme esnekliğine sahip olmayı içerir (Michener, 1978). Aynı zamanda örnekleri değiştirebilme esnekliği verilen kısıtlamayı sağlayan bir örnek üretmek için yönteme sahip olmak ile doğrudan bağlantılıdır. Watson ve Mason (2005), sınıf ortamında farklı kişilerin listelerinin paylaşılmasının başka olasılıklar olduğunun fark edilmesi ve bir başka öğrencinin kullandığı kuralların genellemesini oluşturmanın örnek üretmek için yöntemleri fark edilmesinde yararlı bir görev olarak görmüşlerdir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bir diğer veri, öğrencilerin yanlış cevap üretme konusundaki çekinceleri olduğu görülmektedir. Zor ya da karmaşık örnek üretme aktivitelerinde öğrencilerin yanlış cevap verme korkusu örnek üretmelerini olumsuz olarak etkileyen bir etken olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler, kısıtlamanın daha fazla olduğu sorularda yalnızca emin oldukları cevapları vererek riske girmek istemediklerini ifade etmişlerdir. Bu durum sınıf içinde gerçekleşen öğretimin bir yansıması olduğunu düşündürmekte, örnek üretmedeki başarı kadar öğrencilerin yaratıcılıklarını da etkilemektedir. Benzer bir durum Watson ve Mason (2005) tarafından bulunmuştur. Araştırmacılar çalışmaya katılan kişilerin ürettikleri örnek sayısını etkileyen durumun neyi içermeyeceği konusunda duyulan endişeden kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır.

4. soru örnek üretme stratejisi '*öğrencilerden benzer veya benzer olmayan başka bir örnek oluşturmalarını istemek'* şeklindedir. Öğrenciler arasında en çok bireysel farklılığın oluştuğu soru bu olmuştur. Her öğrenci verilen fonksiyon örneğine dair farklı bir özelliği fark etmiş ve bu bağlamda yeni bir fonksiyon

üretmiştir. Bu durum öğrencinin tanımını daha iyi bildiği özelliği fark etmesi ya da ön plana çıkarması ile ilişkilendirilebilir. Örneğin fonksiyonun tek fonksiyon olduğunun fark edilmesi, öğrencinin tek fonksiyonunun özelliklerini bildiğini işaret ederken tersi durumda ise tanımı ve kavramı özümsenmemiş, öğrenilmemiş özellikler öğrenciler tarafından vurgulanmamıştır. Benzer şekilde öğrenci aynı fonksiyonun birebir olduğunu fark edemiyor ise bu kavrama ilişkin özellikler tam olarak öğrenilmediği için yazılmamış olabilir. Bu durum matematik konularının öğretimine yönelik hazırlanacak örnek üretme envanterlerinin aynı zamanda, öğrenciler tarafından konunun hangi noktalarının daha iyi anlaşıldığının ortaya çıkarılmasında bir ölçme aracı olarak kullanılabilir olduğunu düşündürmektedir. Örnek üretme envanteri öğretmenler için, öğrencilerin bir kavram hakkında nasıl düşündüklerini, önemli fikirleri gerçekten kavrayıp kavramadıklarını dahası öğrencilerin bu matematiksel kavramları yazma becerilerini ve bu konuda ne kadar rahat olduklarını değerlendirmenin etkili bir yoludur (Dinkelman ve Cavey, 2015). Geleneksel ödevler yerine bu görevleri kullanmak birden fazla amaca hizmet edecektir. Ayrıca bu tür görevlere yönelik cevapların sınıf içinde tartışılması, öğrencilerin bir kavrama yönelik farklı bakış açıları geliştirmelerine ve çok yönlü düşünmelerine yardımcı olacağı ve bu durumun aynı zamanda öğrencilerin matematiksel yaratıcılığını geliştireceği düşünülmektedir.

Öğrenciler tarafından en az örnek 5. ve 6. soru da üretilmiştir. Bu sorular sırasıyla '*öğrencilerden karşıt örnekler ve örnek olmayanlar oluşturmalarını istemek' ve* '*beklentileri yıkmak*'tır. Her iki soru da öğrencilerin var olan kavram yanılgıları ve bilişsel haritaları ile ilgili detaylı bilgi sağlamıştır. Örneğin öğrencilere çift, tek ve ne çift ne tek fonksiyondan bahsedilmesi öğrencilerde hem tek hem çift fonksiyon olamayacağı algısı yaratmaktadır. Ders esnasında seçilen bu örnekler öğrencilerin bazı yanlış imajlar edinmesine neden olmaktadır. Benzer durum hem birebir hem çift fonksiyonlar için geçerlidir. Öğrenciler bir fonksiyonun hem birebir hem çift olamayacağını ifade etmişlerdir. Bu durum kimi öğrenciler tarafından grafik ile ifade edilmeye çalışılmıştır. Çift fonksiyonun y eksenine simetrik iki kolunun olması x eksenine paralel doğruların grafiği birden fazla noktada kesmesi ile birebir özelliğini kaybedeceği açıklanmıştır. Öğretmenlerin seçtikleri bu örnekler öğrenciler için kimi zaman kolaylık sağlarken kimi zaman karmaşıklığa yol açmaktadır; bu nedenle, öğretmenler verdikleri örneklerin birçok özelliğini göz önünde bulundurmalıdır (Zaslavsky ve Zodik, 2007). Aynı zamanda bu ve benzeri görevler öğrencilerin sahip olduğu güçlü kavram imajlarında uzaklaşabilmeleri için tasarlanmıştır (Watson ve Mason, 2005). Öğrenci cevapları göz önüne alındığında sorunun bu görevi başarıyla yerine getirdiği görülmektedir. Öğretmenler ders aktivitelerinde bu tarz görevlere yer vererek hem öğrencilerin yanlış imajlardan uzaklaşmalarını sağlarken hem de öğrenme ortamını daha zengin hale getirebilir. Ayrıca öğrenci cevapları ve görüşmeleri göz önüne alındığında örnek üretme envanterinin öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını bulabilmek için değerlendirme aracı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Dinkelman ve Cavey, 2015).

'*Belirtilen kısıtlamaları sağlayan tüm örnekleri karakterize etmek'* örnek üretme envanterinin 7. sorusunu oluşturmaktadır. Öğrencilerin %80'i bu soruya doğru cevap vermiştir fakat üretilen örnek sayısı beş adeti geçmemektedir. Yapılan görüşmelerde öğrenciler tarafından en zorlandıkları sorulardan birinin 7. soru olduğu ifade edilmiştir. Öğrencilerin zorlanmalarının sebepleri araştırıldığında birden fazla değişikliği aynı anda yapma konusunda sıkıntı yaşadığı ortaya çıkmıştır. Birden fazla değişiklik ile kast edilen durum şöyledir; bir fonksiyonun tersini almak için hem fonksiyonun tersini alabilmek hem de tanım ve değer kümesini değiştirmek gerekmektedir. Ayrıca tanım ve değer kümelerinde tanımsızlık yaratan değerler bu aralıklardan çıkartılmalıdır. Öğrenciler tüm bu işleri birlikte yaparken zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ürettikleri örnekler dikkate alındığında öğrencilerin çoğunluğunun fonksiyon türlerinden polinom fonksiyon seçmesi, bu fonksiyonları Reel Sayılardan, Reel Sayılara seçmesi, farklı fonksiyon türlerinin kullanılmaması görüşmelerden elde edilen bulgular ile örtüşmektedir. Yapılan değişikliklerin birden fazla olması olasılıkları arttırırken bireyler bu durumu daha karmaşık olarak algılanmakta ve sonuç olarak akla net bir şeyin gelmemesi ile sonuçlanmaktadır (Watson ve Mason, 2005). Bu soruya ait bir diğer sonuç, diğer soruların sonuçları ile yakından ilgilidir. Öğretmenlerin seçtikleri örnekler ve bu örnekleri seçim sırasının önem arz ettiğidir. Fonksiyondan tersini elde edebilmek için fonksiyonun içi ile dışının yerini değiştirmek bir öğretmen olarak araştırmacının da ders esnasında sık kullandığı yöntemlerden bir tanesidir. Fakat öğrenci kağıtları göz önüne alındığında fonksiyonun tersinin de fonksiyon olabilmesi için bu durumun bir koşul olarak kabul edildiği görülmüştür. Bu durum fonksiyonun tersinin de fonksiyon olabilmesi için birebir ve örten olması gerekliliğinin önüne geçmiştir. Rowland'ın (2008) çalışmasında vurguladığı, yapılan hataların matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanmadığını, yapılan hataların matematik pedagoji eksikliği temelli olması ile paralellik göstermektedir. O halde öğretmenler ders akışını önce tanımın tam olarak öğrenilmesini sağlayacak şekilde düzenlemelidir. Aynı zamanda öğretmenler tarafından öğrenci örneklerinin aktif olarak kullanılması öğrencinin ne anladığını görebilmek adına yararlı bir araç olacaktır.

'Tersine çevirmek' örnek üretme envanterinin 8. sorusudur. Bu soru araştırmaya katılan öğrenci grubunun yarısı tarafından çözülmüş diğer yarısı tarafından ise çözülememiştir. Soruya üretilen cevapların matematiksel yaratıcılığı belirleyici ve geliştirici olduğu düşünülmektedir. Bu düşünceyi destekleyen iki temel dayanak noktası vardır. Birincisi; soruyu doğru olarak cevaplandıran öğrencilerin çoğunluğunun cevapları birbirlerinden farklıdır. Cevapların birbirinden farklı olmasının asıl nedeni öğrencilere sadece bir grafik verilmesi ve muhtemelen daha önce hiç böyle bir soru ile karşılaşmamalarıdır. Daha önce karşılaşmamaları öğrencileri hatırlatmaya değil düşünmeye sevk etmiş ve kendi çağrışımları doğrultusunda cevap üretmişlerdir. Yakın zamanda görülen konuların verilen cevapları etkilediği düşünülmektedir. Örneğin öğrencinin soruyu trigonometri ile bağdaştırması envanterin götürüldüğü zamanlarda trigonometri konusunun işlenmesinden kaynaklı olabilir. Görüşmelerden elde edilen bir diğer bulguya göre öğrencilerin envanterde karşılaştıkları soruların içerikleri (birebir fonksiyon, tek fonksiyon gibi) öğrenci cevabını etkileyen unsurlardandır. Kimi öğrenciler envanterde bulunan sorulara benzer olan ifadeleri bu soru kapsamında kullanmışlardır. Soruya cevap üretemeyen öğrenciler ile yapılan görüşmelerde 'aklıma cevap gelmedi', 'daha farklı örnek bulamadığım için yazmadım' söylemleri yaratıcılık belirteci olarak kabul edilmiştir.

9. ve 10. sorular benzer sayıda öğrenciler tarafından çözülmüştür. Her iki soruda da grubun yaklaşık %80'i soruyu doğru çözerek puan almıştır. Öğrenciler 9. sorudan itibaren olabildiğince risksiz seçimler yapmaya başlamışlardır. Genellikle tanımsızlık yaratmayan polinom fonksiyonları bu seçimler arasında yer almaktadır. Öğrenci görüşmelerinden elde edilen bilgiler ışığında bu durumun yine yanlış yapma korkusu nedeni ile gerçekleştiği düşünülmektedir. 9. soru '*ayrımları*

keşfetmek" tir. Öğrencilerden verilen fonksiyonun çift fonksiyon olduğunu fark etmeleri ve bu bağlamda örnek üretmeleri beklenmiştir. Bu durum öğrenciler tarafından fark edilmiştir fakat kimi öğrenciler çift fonksiyonun tanımını tam olarak bilmediği için puan alamamıştır. Bu öğrencilerin fonksiyon seçimlerinde tanım kümelerini yalnızca pozitif veya yalnızca negatif sayı grubundan seçtiği, x değişkeninin kuvvetinin çift sayı olması durumunda fonksiyonu çift fonksiyon olarak düşündüğü görülmüştür. Öğrencilerin fonksiyonların tanımları ile ilgili eksiklikleri ve bazı kavram yanılgılarına sahip olmaları Polat ve Şahiner'in (2007) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacıların öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının fonksiyonun tanımı ile ilgili kavramlarda bazı kavram yanılgılarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Bileşke fonksiyon kavramını içeren 10. soruya dair herhangi bir kavram yanılgısına rastlanmamıştır. Yine bu sonuç Polat ve Şahiner'in (2007) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Fakat bu sorunun en dikkat çekici yanı 20'den fazla öğrencinin fonksiyon seçiminde birinci dereceden, katsayıları tamsayılardan oluşan seçimler yapmasıdır. Bu risksiz seçimlerin kendilerini zorlamamak olduğu kabul edilebilir. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin zorlandıkları için sadece birinci dereceden fonksiyon yazdıkları, basit seçimler yaptıkları görülmüştür. Bu zorlanma halinin öğrencilerin örnek uzayı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

11. soru kapsamında '$f : [-4,4] \rightarrow R,\ f(x) = x^2$' fonksiyonu $f : [0,4] \rightarrow [0,16],\ f(x) = x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?' sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya en verilen en yaygın cevap tanım ve değer kümesinde değişiklik olacağıdır. Bu değişiklik somut olarak soru üzerinde görüldüğü için fark edilmesinin kolay olduğu düşünülmektedir. Fakat çok az sayıda öğrencinin fonksiyonun artık çift olmayacağı, örten, birebir olacağı değişikliği fark edilmiştir. Bu durum öğrencilerin tanımı tam olarak bilmediği ile ilişkilendirilebilir.

12. soru '*Bulmak*''tır. Bu soruyu doğru olarak yanıtlayan 37 öğrenci vardır. Tüm öğrenci seçimleri polinom fonksiyondur fakat her öğrencinin tanım ve değer kümesi birbirinden farklıdır. Aynı zamanda 37 öğrencinin bu soru için doğru tanım-değer kümesi seçmesi fakat diğer sorularda bu seçimleri bazen hiç yapmamaları dikkat çekicidir. Bu durum öğrencilerin tanım ve değer kümesinin işlevlerini

bildiklerini gerektiğinde uygulayabildiklerini göstermektedir. Öyleyse öğrenciler fonksiyonun tanım-değer kümesi, fonksiyon çeşidi ve sayı kümelerinden oluşan bir bütün olduğu konusunda bilinçlendirilebilir. ‘Bu tür bir bilinç, öğrencilere belirli bir örneğin seçilmesinin alternatif örneklerin seçimine neden tercih edilebileceğini düşünmeleri için üst bilişsel fırsatlar sunabilir’ (Bentley ve Stylianides, 2017). Ayrıca diğer sorularda tanım-değer kümesinin kullanılmaması daha önce bahsedildiği gibi ders esnasında veya ders kitaplarında öğrencilerin karşılaştıkları yaygın örneklerden kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Bu örneklerde fonksiyonun işlevleri ön plana alındığı için tanım-değer kümesi reel sayılardan reel sayılara seçilmiş ve bu durum öğrenci tarafından kodlanmış olabilir.

39 öğrenci tarafından doğru olarak çözülen 13. soru ‘tahmin edilemeyen örnek oluşturmak’’ tır. 1 öğrenci haricinde tüm öğrenciler doğrusal fonksiyon grafiğine dair cevap üretmiştir fakat eğimlerini yanlış çizmelerinden kaynaklı olarak cevapları doğru olarak kabul edilememiştir. Bu soruyu boş bırakan bir öğrenci önem arz etmektedir çünkü öğrenci kağıdı incelendiğinde diğer sorulara cevaplar ürettiği, ürettiği cevapları birden fazla tutarak iyi denilebilecek kağıtlar verdiği görülmektedir. Yapılan görüşmede öğrencinin daha önce böyle bir soru ile karşılaşmadığı için soruyu boş bıraktığı bilgisine ulaşılmıştır. Öğrencinin bu durumu önem arz etmektedir. Öğrenci özelinde düşünülürse doğrusal fonksiyonu ve doğrusal fonksiyon grafiğini çizmeyi bilen bir öğrenci soru şekli değiştiğinde soruyu çözememektedir. Bu durum öğrencinin bazı bilgileri ezberlediğine, yaratıcı düşünme konusunda eksik olduğuna yönelik yorumda bulunulmasına sebebiyet verebilmektedir. ‘Öğrencilere aktarıcı eğitim sistemi içerisinde, ezber ve kalıplaşmış düşünmeyi öğretirken, onlardan yeni yorumlar yapabilmelerini beklemek mümkün değildir’ (Karakuş, 2001). Bu durum gösteriyor ki öğrencilerin düşünmeyi düşündükleri, problem çözme becerileri geliştirdikleri yöntemler kullanmak onları ezberden ve kalıplaşmış bilgilerden uzaklaştıracaktır.

Uygulanan envanterin ve görüşme analizlerinin belirlediği en önemli bulgulardan bir tanesi; öğrencilerin bir kısmının fonksiyonun tanım ve değer kümesini yazmamasının nedenidir. Öğrenciler soruları çözmeye başlamadan önce gerekli açıklamalar araştırmacı tarafından yapılmıştır. Öğrenciler bazı sorulara/fonksiyonlara tanım-değer kümesi yazarken bazı sorulara yazmamışlardır. Bu durum araştırmacı tarafından araştırılmış ve görüşmelerde öğrencilere bu yönde sorular sorulmuştur. Fonksiyonu tanımsız yapan değer olmadığı sürece öğrencilerin fonksiyonu reel sayılardan reel sayılara düşündüğü görülmüştür. Bu durumun öğretim ortamından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Örneğin, tek/çift fonksiyonların öğretiminde öğrencinin test kitabında veya derste karşılaştığı soruların sayı kümeleri reel sayılardan reel sayılara olacak şekilde sunulmaktadır. Bu tarz sorularda öncelik fonksiyonlarda teklik/çiftlik konusunun kavratılması olduğu için tanım ve değer kümesi genellikle benzer seçilmekte hatta bazen yazılmadığında reel sayılardan reel sayılara kabul edilmesi söylenebilmektedir. Benzer ifadeler öğrencilerin aşırı genelleme yapmasına veya özelleştirme yapamamasına dahası tanımı tam olarak öğrenememesine neden olmaktadır. Bu nedenle matematiksel kavramların bir bütün olarak kullanılabilmesi için kavramsal bilgiyi kullanmaya ve öğretmeye yönelik sınıf içi etkinlikler öğretmenler tarafından planlanmalıdır (Yüce ve Dost, 2019). Bu etkinlikler öğrencinin örnek uzayını geliştirebilir ve yapılabilecek değişikler konusunda farkındalık oluşturmasını sağlayabilir.

Ayrıca örnek üretme envanterinin uygulandığı 3 hafta göz önüne alındığında öğrencilerin zamanla daha az rehberliğe ihtiyaç duyduğu gözlenmiştir. Gidilen bir sonraki haftada öğrenciler daha az rehberliğe ihtiyaç duymuşlardır. Bu durum öğrencilerin sürece kolayca adapte olabildiği ve uyum sağlayabileceği yorumunu düşündürmektedir.

Öneriler

Bu araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak hem araştırmacılar hem de matematik öğretmenleri için bazı öneriler dile getirilmiştir. Hem öğrenci örnekleri hem de cevapları göz önüne alındığında öğretmenin sınıf ortamında attığı her adımın çok önemli olduğu dikkat çekmektedir. Sınıf ortamında daha sık karşılaşılan sorulara öğrencilerin daha çok örnek ürettiği sonuçları görülmüştür. Bu nedenle öğretmenlerin öğrencilerin üretmeleri için sınıf ortamında daha çok fırsat tanıması öğrencilere ekstra avantaj sağlayacaktır. Bu durum öğrencilere tecrübe kazandırmanın yanında başka avantajlar da sağlayacaktır. Öğrenci görüşmeleri dikkate alındığında daha çeşitli cevap vermeme sebeplerinden bir tanesi yanlış cevap üretme korkusudur. Bir öğrencinin öğrenim hayatı boyunca neredeyse aktif olduğu, cevaplar ürettiği tek yer sınavlardır. Sınavlarda elde edilen doğru ve yanlış sayısı doğrultusunda bir puan çizelgesi oluşmaktadır. Tüm bu durum yanlış yapmaktan çekinen, bu nedenle çeşit üretmeyen öğrencilere neden olmaktadır. Oysaki öğrencinin ürettiği her örnek düşünce sistemi ile ilgili daha detaylı bilgiler sunmaktadır. Bu nedenle sınıf ortamlarının yanlış yapmaktan korkan öğrencilerden yanlış yapmaktan korkmayan öğrencilere evrilecek şekilde düzenlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Öğretmenler öğrencilerin örnek üretmeleri için onları cesaretlendirmeli, bu durumu pekiştirecek olumlu sınıf iklimi yaratmalıdır.

Öğrenci kağıtları ve görüşmeleri incelendiğinde öğrencilerin benzer hataları benzer sorularda yaptığı görülmüştür. Bu durumun birden çok sebebi olabilir. Fakat bu yaygın hata yapılan konuların doğru şekilde öğrenilmesi için öğretmenlerin ders işleniş şekillerinde, seçtikleri soru ve materyallerde bazı küçük değişiklikler yapılabilir. Örnek üretme envanteri gibi çeşitli öğretim araçlarının kullanılması ders ortamını daha zengin hale getirirken öğrencileri kavram yanılgılarından uzaklaştırabilir.

Öğrencilerin derste aktif olması, örnek üretmesi öğretmenler için birden çok avantaj sağlayacaktır. Öğretmenin söylediği ve öğrencinin anladığı her zaman paralellik göstermeyebilir. Öğrenci tarafından anlaşılanlar kavram yanılgılarına neden olabilir. Öğrencilerin ne düşündüklerini ne öğrendiklerini veya öğrenemediklerini bilebilmek adına öğretmenler ders sonunda veya ünite sonunda örnek üretme envanterinden yararlanabilirler.

Araştırmacılar için verilecek ilk öneri ortaöğretim öğretmenlerinin derste kullanabilecekleri çeşitli ünitelerden oluşan örnek üretme envanteri geliştirmektir. Öğretmenler matematiksel yaratıcılığı arttıracak çeşitli etkinliklere ihtiyaç duymaktadır. Örnek üretme envanteri açık uçlu birden çok örnek üretmeye elverişli soruları ile öğrencileri düşünmeye sevk eden soru türlerine sahiptir. Ders sırasında kullanılabilecek hazır bir materyalin bulunması öğretmenler için zaman konusunda verimlilik sağlayacaktır.

Öğrenciler tarafından birden fazla üretilen her örnek öğrenci ne bildiği hakkında detaylı bilgi vermektedir. Bu bilgiler öğrencilerin değerlendirilmesini de sağlamaktadır. Bu nedenle ölçme aracı olarak örnek üretme envanterinin kullanımı araştırılabilir. Geliştirilen ölçme araçları matematik öğretmenleri tarafından da alternatif değerlendirme araçları olarak kullanılabilir.

Örnek üretme envanteri 13 farklı sorudan oluşmaktadır. Bu sorular araştırmacı tarafından üç parçaya ayrılarak üç haftada uygulanmıştır. Bu durum her soruya ayrılan sürenin daha kısıtlı olmasına neden olmuş ve verilen cevapları etkilemiş olabilir. Her soruya bir ders saatinin ayrıldığı daha uzun süreli bir çalışma ile öğrenci cevapları incelenebilir.

Öğrenci cevapları sınıf içerisinde uygulanan soruların örnek üretme envanterinde bulunan sorulara benzerlik göstermediği yönündedir. Sınıf içerisinde öğrenci örneklerinin kullanıldığı bir araştırma ile öğrencilerin örnek üretme sürecinde başarı düzeyleri tekrar araştırılabilir. Dahası bu açık uçlu görevlerin matematiksel yaratıcılığa katkı sağladığı göz önüne alındığında bu durum ön test ve son test uygulamaları ile araştırılabilir.

Kaynaklar

Akar, İ. & Şengil-Akar, Ş. (2013). The effectiveness of the creative reversal act (creact) on students' creative thinking: further evidence from Turkey. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 12*(4), 183-191.

Akgül, S. & Kahveci, N. G. (2016). A study on the development of a mathematics. *Eurasian Journal of Educational Research, 62*, 57-76.

Antonini, S. (2011). Generating examples: focus on processes. *ZDM Mathematics Education, 43*, 205–217.

Aslan, A. K. (2001). Eğitimin toplumsal temelleri. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5,* 16-30.

Aydın, S. (2014). Using example generation to explore students' understanding of the concepts of linear dependence/independence in linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 45(*6), 813-826.

Bahar, A. & Maker, C. J. (2015). Cognitive backgrounds of problem solving: a comparison of open-ended vs. closed mathematics problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(6), 1531-1546.

Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlilik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 9*(1), 23-28.

Bentley, J. ve Stylianides, G. J. (2017). Drawing inferences from learners' examples and questions to inform task design and develop learners' spatial knowledge. *Journal of Mathematical Behavior, 47*, 35-53. Doi: 10.1016/j.jmathb.2017.06.001

Bills, L., Dreyfus, T., Mason, J., Tsamir, P., Watson, A., & Zaslavsky, O. (2006). Exemplification in mathematics education. In J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka, & N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 1, pp. 126–154). Charles University.

Bills, L., & Rowland, T. (1999). Examples, generalisation and proof. In L. Brown (Ed.), *Making meaning in mathematics: advances in mathematical education* (Vol. 1, pp. 103–116). York, U.K.: QED Publications

Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21.yüzyıl becerileri ve eğitim sisteminde kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7*(4), 3112-3134.

Charles, R. I. (1980). Exemplification and characterization moves in the classroom teaching of geometry Concepts. *Journal for Research in Mathematics Education, 11*(1), 10-21.

Creswell, J. W. (2011). Controversies in Mixed Methods Research. In N. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (4th ed., pp. 269-283). Sage Publications.

Creswell, J. W. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş*. (M. Sözbilir, Çev. Ed.). Pegem.

Dahlberg, R. & Housman, D. (1997). Facilitating learning events through example generation. *Educational Studies in Mathematics, 33*, 283-299.

Dinkelman, M. O. ve Cavey, L. O. (2015). Learning about functions through learner-generated examples. *The Mathematics Teacher, 109*(2), 104-110.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (Edisi Kedelapan ed.). (S. Kiefer, Penyunt.) McGraw-Hill Companies.

Furinghetti, F., Morselli, F. & Antonini, S. (2011). To exist or not to exist= example generation in Real Analysis. *ZDM Mathematics Education, 43*, 219-232. https://doi.org/10.1007/s11858-011-0321-x

Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 1*(2), 15-29.

Güçyeter, Ş. (2009). *DISCOVER Problem Matrisinin Revize Edilmesi ve Psikometrik Özelliklerinin İncelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi.

Güçyeter, Ş. (2011). DISCOVER Problem Matrisinin Revize Edilmesi ve Psikometrik Özelliklerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Giftedness & Education, 1*(1), 101-131.

Goldenberg, P. ve Mason, J. (2008). Shedding light on and with example spaces. *Educational Studies in Mathematics*, *69*, 183-194.

Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*, *18*, 59-74.

Haylock, D. W. (1997). Recognising mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM Mathematics Education, 29,* 68–74.

Hill, H. C., Rowan, B., ve Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal, 42(*2), *371-406.*

İz Bölükoğlu, H. (2002). Bilgi çağında eğitim fakültelerinde resim-iş eğitiminin genel bir değerlendirmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22*(3), 247-259.

Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability*, ZDM Mathematics Education*, 167–181.

Karakuş, M. (2001). Eğitim ve Yaratıcılık. *Eğitim ve Bilim, 26* (119).

Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In R. Leikin, A. Berman & B. Koichu (Eds.). *Creavity in mathematics and the education of gifted students* (pp.129-145). Sense Publishers.

Leikin R. & Lev M. (2013). Mathematical creativity in generally gifted and mathematically excelling adolescents: What makes the difference? *ZDM — The International Journal on Mathematics Education, 45*, 183-197.

Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted, 30*(2), 236-260.

Meissner, H. (2010). Challenges to further creativity in mathematics learning. *6th International Conference on "Creativity in Mathematics Education and the Education of Gifted Students"*.

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.

Michener, E. R. (1978). Understanding understanding mathematics. *Cognitive Science, 2*, 361-383.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterliliği.* https://l24.im/L08Klm

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı*. https=//rb.gy/gphkgu

Polat, S. & Dede, Y. (2020). Matematik öğretmenlerinin matematiksel görev oluşturma durumlarının incelenmesi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 6*(2), 210-239.

Polat, Z. S. & Şahiner, Y. (2007). Bağıntı ve fonksiyonlar konusunda yapılan yaygın hataların belirlenmesi ve giderilmesi üzerine boylamsal bir çalışma. *Eğitim ve Bilim, 32*(146), 89-95.

Reimann P., & Schult, T. (1996). Turning examples into cases: Acquiring knowledge structures for analogical problem-solving. *Educational Psychologist, 31*(2), 123-140.

Rowland, T. (2008). The purpose, design and use of examples in the teaching of elementary mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 69*(2), 149-163.

Sağlam Kaya, Y. (2019). Matematik öğretmenlerinin öğrenen tarafından üretilen örnekleri sınıfta kullanma sıklıklarının ve gerekçelerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim, 44*(199)*,* 21-47.

Sağlam, Y. ve Dost, Ş. (2016). A qualitative research on example generation capabilities of university students. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14*(5), 979-996.

Sak, U. (2014). *Yaratıcılık gelişimi ve geliştirilmesi.* Vize Basın Yayın,2014.

Sak, U., & Maker, C. J. (2006). Developmental variation in children's creative mathematical thinking as a function of schooling, age, and knowledge. *Creativity research journal, 18*(3), 279-291.

Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of education*, *196*(2), 1-38.

Şengil-Akar, Ş. & Yetkin-Özdemir, E. İ. (2020). Investigation of mathematical collective creativity of gifted middle school students during modeleliciting activities: the case of the quilt problem. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 53*(2), 337-363.

Sheffield, L. J. (2009). Developing mathematical creavity questions may be the answer. R. Leikin, A. Berman ve B. Koichu (Ed.). *Creavity in mathematics and the education of gifted students* içinde (s.87-100). Sense Publishers.

Sheffield, L. J. (2000). Creating and Developing Promising Young Mathematicians. *Teaching Children Mathematics, 6*(6), 416-419,426.

Sheffield, L. J. (2005). Using creativity techniques to add depth and complexity to the mathematics curricula. *Proceeding of The Third East Asia Regional Conference on Mathematics Education.* Shanghai, Nanjing, Hangzhou.

Sing, B. (1987). *The development of teststomeasuremathematicalcreativity*, International Journal of Mathematical Education in ScienceandTechnology, 181-186.

Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics. *The Journal of Secondary Education, 17*(1), 20–36.

Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin, & Y.S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 443-466). Thousand Oaks, CA: Sage

Sternberg, R. J. (2000). Patterns of giftedness: A Triarchic analysis. *Roeper Review, 22*, 231-235.

Sullivan, P., Clarke, D., Clarke, D., & Roche, A. (2013). Teachers' decisions about mathematics tasks when planning lessons. In V. Steinle, L. Ball, & C. Bardini (Eds.), *Mathematics education: yesterday, today and tomorrow* (Proceedings of the 36th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, pp. 626–633). Melbourne: MERGA.

Swan, M. (2005). *Standards unit. Improving learning in mathematics: Challenges and strategies*. University of Nottingham

Türnüklü, A. (2000). Eğitim bilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilecek nitel bir araştırma tekniği: görüşme. *Eğitim Yönetimi*, *24*(4), (543-559).

Usiskin, Z. (2000). The development into the mathematically talented. *Prufrock Journal, 11*(3), 152-162.

Watson, A. ve Mason, J. (2002). Student-generated examples in the learning of mathematics. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2*(2), 237-249.

Watson, A. ve Mason, J. (2005). *Mathematics as a constructive activity: Learners generating examples*. Lawrence Erlbaum Associates.

Watson, A. ve Shipman, S. (2008). Using learner generated examples to introduce new concepts. *Educational Studies in Mathematics, 69*(2), 91-109. Doi: 10.1007/s10649-008-9142-4

Wilson, P. H., Mojica, G. F., & Confirey, J. (2013). Learning trajectories in teacher education: Supporting teachers' understandings of students' mathematical thinking. *The Journal of Mathematical Behavior, 32*(2013), 103-121.

Wilson, P. S. (1986). Feature frequency and the use of negative ınstances in a geometric task. *Journal for Research in Mathematics Education, 17*(2), 130-139.

Yin, R. K. (1981). The case study crisis: Some answers. *Administrative Science Quarterly, 26*(1), 58-65.

Yin, R. K. (1994). Case study research: *Design and methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications*. Sage.

Yüce, M., & Dost, S. (2019). Examining the Example Generation Abilities of High School Students within the Context of Mathematics Course. *International Online Journal of Education and Teaching*, *6*(2), 260-279.

Zaslavsky, O. ve Peled, I. (1996). Inhibiting factors in generating examples by mathematics teachers and student teachers: The case of binary operation. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*, 67- 78.

Zaslavsky, O. ve Zodik, I. (2007). Mathematics teachers' choices of examples that potentially support or impede learning. *Research in Mathematics Education*, *9*, 143-155.

Zazkis, R. ve Leikin, R. (2007). Generating examples: From pedagogical tool to a research tool. *For the Learning of Mathematics, 27*, 11-17.

Zodik, I. ve Zaslavsky, O. (2008). Characteristics of teachers' choice of examples in and for the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics, 69*, 165-182.

EKLER

EK-A Öğrencilerin 1. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö$_1$	4	10 10 1 10 Toplam=31	1 10 10 10 Toplam =31	10 100 10 100 Toplam =220*4=880
Ö$_2$	2	10 10 Toplam =20	10 1 Toplam=11	100 10 Toplam=110*2=220
Ö$_3$	3	10 10 10 Toplam=30	1 10 10 Toplam=21	10 100 100 TOPLAM=210*3=630
Ö$_4$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_5$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 1 Toplam=1,3	1 01 0,1 1 Toplam=2,2*4=8,8
Ö$_6$	4	10 1 10 1 Toplam=22	0,1 0,1 10 0,1 Toplam=10,3	1 0,1 100 0,1 Toplam=101,2*4=404,8
Ö$_7$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_8$	3	10 1 10 Toplam=21	0,1 0,1 10 Toplam=10,2	1 0,1 100 Toplam=101,1*3=303,3
Ö$_9$	12	10	1	10

		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=21	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=12	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=21*12=252
Ö$_{10}$	5	10 1 1 1 10 Toplam=23	1 1 1 1 1 Toplam=5	10 1 1 1 10 Toplam=23*5=115
Ö$_{11}$	6	10 1 10 0,1 1 1 Toplam=23,1	0,1 0,1 10 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,5	1 0,1 100 0,01 0,1 0,1 Toplam=101,31=607,86
Ö$_{12}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	1 1 1 Toplam=3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2*3=30,6
Ö$_{13}$	9	10 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,8	0,1 0,1 0,1 0,1 1 1 1 1 1 Toplam=5,4	1 0,01 0,01 0,01 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,53*9=13,77
Ö$_{14}$	4	10	10	100

		10 1 0,1 Toplam=21,1	0,1 0,1 0,1 Toplam=10,3	1 0,1 0,01 Toplam=101,11*4=404,44
Ö$_{15}$	4	10 10 1 1 Toplam=22	1 10 1 1 Toplam=13	10 100 1 1 Toplam=112*4=448
Ö$_{16}$	4	10 1 0,1 1 Toplam=12,1	1 1 1 1 Toplam=4	10 1 0,1 1 Toplam=12,1*4=48,4
Ö$_{17}$	3	10 1 0,1 Toplam=11,1	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,01 Toplam=1,11*3=3,33
Ö$_{18}$	0	0	0	0
Ö$_{19}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_{20}$	4	10 0,1 1 10 Toplam=21,1	0,1 0,1 1 10 Toplam=21,1	1 0,01 1 100 Toplam=102,01*4=408,04
Ö$_{21}$	5	10 0,1 10 1 1 Toplam=22,1	0,1 0,1 0,1 0,1 1 Toplam=1,4	1 0,01 1 0,1 1 Toplam=3,11*5=15,55
Ö$_{22}$	6	10 0,1 10 0,1 1 0,1	10 10 0,1 10 0,1 0,1	100 1 1 1 0,1 0,01

		Toplam=21,3	Toplam=30,3	Toplam=103,11*6=618,66
$Ö_{23}$	5	10 0,1 0,1 1 1 Toplam=12,2	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	1 0,01 0,01 0,1 0,1 Toplam=1,22*5=6,1
$Ö_{24}$	3	10 0,1 1 Toplam=11,1	0,1 0,1 10 Toplam=10,2	1 0,01 10 Toplam=11,01*3=33,03
$Ö_{25}$	20	10 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=38	1 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=29	10 100 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=128*20=2560
$Ö_{26}$	13	10 1 10 1 10 1 1 1	1 1 10 1 10 10 1 1	10 1 100 1 100 10 1 1

		10 1 1 1 1 Toplam=49	1 1 1 1 1 Toplam=40	10 1 1 1 1 Toplam=238*13=3094
$Ö_{27}$	6	10 10 1 1 1 0,1 Toplam=23,1	1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,5	10 1 0,1 0,1 0,1 0,01 Toplam=11,31*6=67,86
$Ö_{28}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 01 Toplam=1,2*3=3,6
$Ö_{29}$	4	10 1 0,1 1 Toplam=12,1	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,01 0,1 Toplam=1,21*4=4,84
$Ö_{30}$	9	10 0,1 1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=11,7	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,9	1 0,01 0,1 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,17*9=10,53
$Ö_{31}$	4	10 1 0,1 1 Toplam=12,1	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,01 0,1 Toplam=1,12*4=4,84
$Ö_{32}$	8	10 1 1	0,1 0,1 0,1	1 0,1 0,1

		1 1 1 1 1 Toplam=17	0,1 0,1 10 0,1 0,1 Toplam=10,7	0,1 0,1 10 0,1 0,1 Toplam=11,6*8=92,8
Ö$_{33}$	3	10 1 0,1 Toplam=11,1	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,01 Toplam=1,11*3=3,33
Ö$_{34}$	8	10 10 1 10 1 0,1 0,1 10 Toplam=42,2	0,1 10 0,1 10 0,1 0,1 0,1 1 Toplam=21,5	1 100 0,1 100 0,1 0,01 0,01 10 Toplam=211,22*8=1689,76
Ö$_{35}$	10	10 0,1 0,1 0,1 1 0,1 0,1 0,1 0,1 1 Toplam=12,7	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1	1 0,01 0,01 0,01 0,1 0,01 0,01 0,01 0,01 0,1 Toplam=1,27*10=12,7
Ö$_{36}$	9	10 1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=11,7	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,9	1 0,1 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,17*9=10,53

Ö$_{37}$	7	10 1 0,1 1 0,1 1 0,1 Toplam=13,2	1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,6	10 0,1 0,01 0,1 0,01 0,1 0,01 Toplam=10,33*7=72,31
Ö$_{38}$	6	10 10 1 1 10 0,1 Toplam=32,1	10 10 0,1 0,1 10 0,1 Toplam=30,3	100 100 0,1 0,1 100 0,01 Toplam=300,21*6=1,801,26
Ö$_{39}$	5	10 1 1 1 10 Toplam=23	10 0,1 0,1 10 10 Toplam=30,2	100 0,1 0,1 10 100 Toplam=210,2*5=1051
Ö$_{40}$	7	10 1 10 10 10 0,1 1 Toplam=42,1	0,1 0,1 10 10 10 10 0,1 Toplam=40,3	1 0,1 100 100 100 1 0,1 Toplam=302,2*7=2115,4
Ö$_{41}$	6	10 1 10 1 1 1 Toplam=24	0,1 0,1 10 10 0,1 10 Toplam=30,3	1 0,1 100 10 0,1 10 Toplam=121,2*6=727,2
Ö$_{42}$	5	10 1 10 1	0,1 0,1 10 0,1	1 0,1 100 0,1

		1 Toplam=23	10 Toplam=20,3	10 Toplam=111,2*5=556
Ö$_{43}$	4	10 0,1 1 1 Toplam=12,1	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,01 0,1 0,1 Toplam=1,21*4=4,84
Ö$_{44}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_{45}$	0	0	0	0
Ö$_{46}$	5	10 1 1 10 10 Toplam=32	0,1 0,1 0,1 10 10 Toplam=20,3	1 0,1 0,1 100 100 Toplam=201,2*5=1006
Ö$_{47}$	8	10 1 0,1 0,1 0,1 1 0,1 0,1 Toplam=12,5	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,8	1 0,1 0,01 0,01 0,01 0,1 0,01 0,01 Toplam=1,25*8=10
Ö$_{48}$	4	10 1 10 0,1 Toplam=21,1	0,1 0,1 10 10 Toplam=20,2	1 0,1 100 1 Toplam=102,1*4=408,4
Ö$_{49}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_{50}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	1 1 1 1 Toplam=4	10 1 1 1 Toplam=13*4=52

EK-B Öğrencilerin 2. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö$_1$	2	10 1 Toplam=11	0,1 1 Toplam=1,1	1 1 Toplam=2*2=4
Ö$_2$	3	10 1 0,1 Toplam=11,1	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,01 Toplam=1,11*3=3,33
Ö$_3$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
Ö$_4$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_5$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_6$	1	10	0,1	1
Ö$_7$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_8$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_9$	16	10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1	1 0,1 0,1 0,1 0,1 1 1 1 1 1 1

		1 1 1 1 1 Toplam=25	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=11,5	1 1 1 1 1 Toplam=12,4*16=198,4
$Ö_{10}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	10 10 Toplam=20	100 1 Toplam=101*2=202
$Ö_{11}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{12}$	5	10 1 1 1 1 Toplam=14	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,4*5=7
$Ö_{13}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 1 1 1 Toplam=3,1	1 1 1 1 Toplam=4*4=16
$Ö_{14}$	2	10 10 Toplam=20	0,1 10 Toplam=10,1	1 100 Toplam=101*2=202
$Ö_{15}$	1	10	10	100
$Ö_{16}$	3	10 1 1 Toplam=12	1 1 0,1 Toplam=2,1	10 1 0,1 Toplam=11,1*3=33,3
$Ö_{17}$	0	0	0	0
$Ö_{18}$	1	10	10	100
$Ö_{19}$	8	10 1 1 1 1 1	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1	1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1

		1 1 Toplam=17	0,1 0,1 Toplam=0,8	0,1 0,1 Toplam=1,7*8=13,6
Ö$_{20}$	3	10 0,1 1 Toplam=11,1	0,1 0,1 1 Toplam=1,2	1 0,01 1 Toplam=2,01*3=6,03
Ö$_{21}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{22}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_{23}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{24}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{25}$	17	10 10 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=44	1 10 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=35	10 100 100 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=224*17=3808

Ö$_{26}$	8	10 1 1 1 10 1 1 10 Toplam=35	0,1 1 1 1 10 1 1 10 Toplam=25,1	1 1 1 1 100 1 1 100 Toplam=206*8=1648
Ö$_{27}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{28}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{29}$	6	10 0,1 1 0,1 1 0,1 Toplam=12,3	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,6	1 0,01 0,1 0,01 0,1 0,01 Toplam=1,23*6=7,38
Ö$_{30}$	8	10 0,1 0,1 . . . 0,1 Toplam=10,7	0,1 0,1 0,1 . . . 0,1 Toplam=0,8	1 0,01 0,01 . . . 0,01 Toplam=1,07*88=8,56
Ö$_{31}$	4	10 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,3	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,03*4=4,12
Ö$_{32}$	3	10 1 1	1 1 1	10 1 1

		Toplam=12	Toplam=3	Toplam=12*3=36
Ö$_{33}$	1	10	0,1	1
Ö$_{34}$	3	10 10 1 Toplam=21	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	100 1 0,1 Toplam=101,1*3=303,3
Ö$_{35}$	19	10 1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=12,7	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,9	1 0,1 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,27*19=24,13
Ö$_{36}$	5	10 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,4	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	1 0,01 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,04*5=5,2
Ö$_{37}$	5	10 1 0,1 0,1 0,1 Toplam=11,3	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	1 0,1 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,13*5=5,65
Ö$_{38}$	5	10 0,1	0,1 0,1	1 0,01

		0,1 0,1 0,1 Toplam=10,4	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	0,01 0,01 0,01 Toplam=1,04*5=5,2
Ö$_{39}$	5	10 1 10 1 0,1 Toplam=22,1	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	1 0,1 1 0,1 0,01 Toplam=2,21*5=11,05
Ö$_{40}$	3	10 10 1 Toplam=21	0,1 10 0,1 Toplam=10,2	1 100 0,1 Toplam=101,1*3=303,3
Ö$_{41}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_{42}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_{43}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_{44}$	1	10	0,1	1
Ö$_{45}$	1	10	0,1	1
Ö$_{46}$	4	10 1 1 10 Toplam=22	0,1 0,1 0,1 10 Toplam=10,3	1 0,1 0,1 100 Toplam=101,2*4=404,8
Ö$_{47}$	7	10 1 0,1 0,1 0,1 0,1 1	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1	1 0,1 0,01 0,01 0,01 0,01 0,1

		Toplam=12,4	Toplam=0,7	Toplam=1,24*7=8,68
Ö$_{48}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{49}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{50}$	6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15	1 1 0,1 1 0,1 0,1 Toplam=3,3	10 1 0,1 1 0,1 0,1 Toplam=12,3*6=73,8

EK-C Öğrencilerin 3. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö$_{1}$	3	10 1 0,1 Toplam=11,1	1 1 1 Toplam=3	10 1 0,1 Toplam=11,1*3:33,3
Ö$_{2}$	6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15	1 1 1 1 1 1 Toplam=6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15*6=90
Ö$_{3}$	1	10	1	10
Ö$_{4}$	3	10 1 1 Toplam=12	1 1 1 Toplam=3	10 1 1 Toplam=12*3=36
Ö$_{5}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_{6}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 1 Toplam=1,1	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_{7}$	2	10 0,1	0,1 0,1	1 0,01

		Toplam=10,1	Toplam=0,2	Toplam=1,01*2=2,02
$Ö_8$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_9$	4	10 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,3	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,03*4=4,12
$Ö_{10}$	3	10 1 10 Toplam=21	10 10 1 Toplam=21	100 10 10 Toplam=120*3=360
$Ö_{11}$	3	10 0,1 1 Toplam=11,1	0,1 0,1 1 Toplam=1,2	1 0,01 1 Toplam=2,01*3=6,03
$Ö_{12}$	1	10	0,1	1
$Ö_{13}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
$Ö_{14}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3*4=5,2
$Ö_{15}$	1	10	0,1	1
$Ö_{16}$	0	0	0	0
$Ö_{17}$	3	10 0,1 1 Toplam=11,1	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,1 Toplam=1,11*3=3,33
$Ö_{18}$	0	0	0	0
$Ö_{19}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{20}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{21}$	3	10 0,1 10 Toplam=20,1	0,1 0,1 1 Toplam=1,2	1 0,01 10 Toplam=11,01*3=33,03
$Ö_{22}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{23}$	1	10	0,1	1
$Ö_{24}$	2	10 1	0,1 0,1	1 0,1

		Toplam=11	Toplam=0,2	Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{25}$	6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15	1 1 1 0,1 0,1 0,1 Toplam=3,3	10 1 1 0,1 0,1 0,1 Toplam=12,3*6=73,8
$Ö_{26}$	1	10	0,1	1
$Ö_{27}$	6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15	0,1 1 1 1 1 1 Toplam=5,1	1 1 1 1 1 1 Toplam=6*6=36
$Ö_{28}$	7	10 10 1 1 1 1 1 Toplam=25	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,7	1 1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=2,5*7=17,5
$Ö_{29}$	1	10	0,1	1
$Ö_{30}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 1 Toplam=1,2	1 0,01 0,1 Toplam=1,11*3=3,33
$Ö_{31}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
$Ö_{32}$	3	10 0,1 1 Toplam=11,1	0,1 0,1 1 Toplam=1,2	1 0,01 1 Toplam=2,01*3=6,03
$Ö_{33}$	1	10	0,1	1
$Ö_{34}$	3	10 1 0,1 Toplam=11,1	1 1 1 Toplam=3	10 1 0,1 Toplam=11,1*3=33,3
$Ö_{35}$	1	10	0,1	1
$Ö_{36}$	1	10	1	10
$Ö_{37}$	11	10 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 1 0,1 0,1 1 1	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 1 1 1 1 1 1	1 0,01 0,01 0,01 0,01 0,1 1 0,1 0,1 1 1

		Toplam=13,7	Toplam=5,6	Toplam=4,74*11=47,74
$Ö_{38}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
$Ö_{39}$	5	10 1 0,1 0,1 0,1 Toplam=11,3	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,5	1 0,1 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,13*5=5,65
$Ö_{40}$	6	10 1 1 0,1 0,1 0,1 Toplam=12,3	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,6	1 0,1 0,1 0,01 0,01 0,01 Toplam=1,23*6=7,38
$Ö_{41}$	1	10	0,1	1
$Ö_{42}$	1	10	0,1	1
$Ö_{43}$	1	10	0,1	1
$Ö_{44}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{45}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{46}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
$Ö_{47}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{48}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
$Ö_{49}$	1	10	0,1	1
$Ö_{50}$	1	10	0,1	1

EK-Ç Öğrencilerin 4. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
$Ö_1$	2	10 10 Toplam=20	1 1 Toplam=2	10 10 Toplam=20*2=40
$Ö_2$	2	10 0,1	1 1	10 0,1

		Toplam=10,1	Toplam=2	Toplam=10,1*2=20,2
Ö$_3$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
Ö$_4$	0	0	0	0
Ö$_5$	1	10	1	10
Ö$_6$	1	10	1	10
Ö$_7$	1	10	1	10
Ö$_8$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	1 1 1 Toplam=3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2*3=30,6
Ö$_9$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{10}$	3	10 1 0,1 Toplam=11,1	1 1 1 Toplam=3	10 1 0,1 Toplam=11,1*3=33,3
Ö$_{11}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{12}$	1	10	1	10
Ö$_{13}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	1 1 1 Toplam=3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2*3=30,6
Ö$_{14}$	1	10	1	10
Ö$_{15}$	0	0	0	0
Ö$_{16}$	3	10 1 1 Toplam=12	1 1 1 Toplam=3	10 1 1 Toplam=12*3=36
Ö$_{17}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
Ö$_{18}$	4	10 1 1 1	1 1 1 1	10 1 1 1

		Toplam=13	Toplam=4	Toplam=13*4=52
$Ö_{19}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
$Ö_{20}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	1 1 1 Toplam=3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2*3=30,6
$Ö_{21}$	1	10	1	10
$Ö_{22}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
$Ö_{23}$	0	0	0	0
$Ö_{24}$	1	10	1	10
$Ö_{25}$	6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15	1 1 1 1 1 1 Toplam=6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15*6=90
$Ö_{26}$	4	10 1 10 1 Toplam=22	1 1 10 1 Toplam=13	10 1 100 1 Toplam=112*4=448
$Ö_{27}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
$Ö_{28}$	1	10	1	10
$Ö_{29}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
$Ö_{30}$	5	10 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,4	1 1 1 1 1 Toplam=5	10 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,4*5=52
$Ö_{31}$	2	10	1	10

		1 Toplam=11	1 Toplam=2	1 Toplam=11*2=22
Ö$_{32}$	1	10	1	10
Ö$_{33}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
Ö$_{34}$	1	10	1	10
Ö$_{35}$	4	10 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,3	1 1 1 1 Toplam=4	10 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,3*4=41,2
Ö$_{36}$	4	10 0,1 1 0,1 Toplam=11,2	1 1 1 1 Toplam=4	10 0,1 1 0,1 Toplam=11,2*4=44,8
Ö$_{37}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
Ö$_{38}$	8	10 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,7	1 1 1 1 1 1 1 1 Toplam=8	10 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,7*8=85,6
Ö$_{39}$	4	10 1 1 10 Toplam=22	1 1 1 10 Toplam=13	10 1 1 100 Toplam=112*4=448
Ö$_{40}$	2	10 10 Toplam=20	10 1 Toplam=11	100 10 Toplam=110*2=220
Ö$_{41}$	0	0	0	0
Ö$_{42}$	2	10 1	1 1	10 1

		Toplam=11	Toplam=2	Toplam=11*2=22
$Ö_{43}$	0	0	0	0
$Ö_{44}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
$Ö_{45}$	0	0	0	0
$Ö_{46}$	0	0	0	0
$Ö_{47}$	1	10	1	10
$Ö_{48}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
$Ö_{49}$	0	0	0	0
$Ö_{50}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 1 Toplam=2	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2

EK-D Öğrencilerin 5. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
$Ö_{1}$	0	0	0	0
$Ö_{2}$	0	0	0	0
$Ö_{3}$	0	0	0	0
$Ö_{4}$	0	0	0	0
$Ö_{5}$	0	0	0	0
$Ö_{6}$	0	0	0	0
$Ö_{7}$	0	0	0	0
$Ö_{8}$	0	0	0	0
$Ö_{9}$	0	0	0	0
$Ö_{10}$	0	0	0	0
$Ö_{11}$	0	0	0	0
$Ö_{12}$	0	0	0	0
$Ö_{13}$	0	0	0	0
$Ö_{14}$	0	0	0	0
$Ö_{15}$	0	0	0	0
$Ö_{16}$	0	0	0	0
$Ö_{17}$	0	0	0	0
$Ö_{18}$	0	0	0	0
$Ö_{19}$	0	0	0	0
$Ö_{20}$	0	0	0	0

Ö21	0	0	0	0
Ö22	0	0	0	0
Ö23	0	0	0	0
Ö24	0	0	0	0
Ö25	3	10 1 1 Toplam=12	10 10 10 Toplam=30	100 10 10 Toplam=120*3=360
Ö26	1	10	10	100
Ö27	0	0	0	0
Ö28	0	0	0	0
Ö29	0	0	0	0
Ö30	0	0	0	0
Ö31	0	0	0	0
Ö32	1	10	10	100
Ö33	0	0	0	0
Ö34	0	0	0	0
Ö35	0	0	0	0
Ö36	0	0	0	0
Ö37	0	0	0	0
Ö38	0	0	0	0
Ö39	0	0	0	0
Ö40	0	0	0	0
Ö41	0	0	0	0
Ö42	0	0	0	0
Ö43	0	0	0	0
Ö44	0	0	0	0
Ö45	0	0	0	0
Ö46	1	10	10	100
Ö47	0	0	0	0
Ö48	0	0	0	0
Ö49	0	0	0	0
Ö50	0	0	0	0

EK-E Öğrencilerin 6. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö1	0	0	0	0
Ö2	1	10	1	10

$Ö_3$	1	10	1	10
$Ö_4$	0	0	0	0
$Ö_5$	1	10	1	10
$Ö_6$	1	10	1	10
$Ö_7$	1	10	1	10
$Ö_8$	1	10	1	10
$Ö_9$	0	0	0	0
$Ö_{10}$	0	0	0	0
$Ö_{11}$	0	0	0	0
$Ö_{12}$	1	10	1	10
$Ö_{13}$	0	0	0	0
$Ö_{14}$	1	10	1	10
$Ö_{15}$	0	0	0	0
$Ö_{16}$	1	10	1	10
$Ö_{17}$	1	10	1	10
$Ö_{18}$	1	10	1	10
$Ö_{19}$	0	0	0	0
$Ö_{20}$	0	0	0	0
$Ö_{21}$	0	0	0	0
$Ö_{22}$	1	10	1	10
$Ö_{23}$	0	0	0	0
$Ö_{24}$	0	0	0	0
$Ö_{25}$	2	10 1 Toplam=11	1 10 Toplam=11	10 10 Toplam=20*2=40
$Ö_{26}$	3	10 0,1 10 Toplam=20,1	1 1 10 Toplam=12	10 0,1 100 Toplam=110,1*3=330,3
$Ö_{27}$	0	0	0	0
$Ö_{28}$	0	0	0	0
$Ö_{29}$	0	0	0	0
$Ö_{30}$	1	10	1	10
$Ö_{31}$	0	0	0	0
$Ö_{32}$	0	0	0	0
$Ö_{33}$	0	0	0	0
$Ö_{34}$	1	10	1	10
$Ö_{35}$	0	0	0	0
$Ö_{36}$	0	0	0	0

Ö37	0	0	0	0
Ö38	0	0	0	0
Ö39	0	0	0	0
Ö40	0	0	0	0
Ö41	0	0	0	0
Ö42	0	0	0	0
Ö43	0	0	0	0
Ö44	0	0	0	0
Ö45	1	10	1	10
Ö46	1	10	1	10
Ö47	0	0	0	0
Ö48	0	0	0	0
Ö49	0	0	0	0
Ö50	1	10	1	10

EK-F Öğrencilerin 7. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö1	3	10 1 10 Toplam=21	10 0,1 1 Toplam=11,1	100 0,1 10 Toplam=110,1*3=330,3
Ö2	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö3	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö4	1	10	10	100
Ö5	0	0	0	0
Ö6	3	10 10 1 Toplam=21	1 0,1 1 Toplam=2,1	10 1 1 Toplam=12*3=36
Ö7	1	10	0,1	1
Ö8	1	10	0,1	1
Ö9	5	10 10 0,1	10 0,1 0,1	100 1 0,01

		0,1 10 Toplam=30,2	0,1 1 Toplam=11,3	0,01 10 Toplam=111,02*5=555,1
Ö$_{10}$	4	10 0,1 10 10 Toplam=30,1	0,1 0,1 10 1 Toplam=11,2	1 0,01 100 10 Toplam=111,01*4=444,04
Ö$_{11}$	2	10 10 Toplam=20	10 0,1 Toplam=10,1	100 1 Toplam=101*2=202
Ö$_{12}$	2	10 10 Toplam=20	1 0,1 Toplam=1,1	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{13}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_{14}$	1	10	0,1	1
Ö$_{15}$	0	0	0	0
Ö$_{16}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
Ö$_{17}$	1	10	0,1	1
Ö$_{18}$	1	10	0,1	1
Ö$_{19}$	1	10	0,1	1
Ö$_{20}$	2	10 10 Toplam=20	0,1 1 Toplam=1,1	1 10 Toplam=11*2=22
Ö$_{21}$	1	10	0,1	1
Ö$_{22}$	1	10	0,1	1
Ö$_{23}$	0	0	0	0
Ö$_{24}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3*4=5,2
Ö$_{25}$	0	0	0	0
Ö$_{26}$	4	10 1	0,1 0,1	1 0,1

		10 1 Toplam=22	10 0,1 Toplam=10,3	100 0,1 Toplam=101,2*4=404,8
Ö$_{27}$	0	0	0	0
Ö$_{28}$	0	0	0	0
Ö$_{29}$	0	0	0	0
Ö$_{30}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_{31}$	0	0	0	0
Ö$_{32}$	0	0	0	0
Ö$_{33}$	1	10	1	10
Ö$_{34}$	1	10	1	10
Ö$_{35}$	1	10	0,1	1
Ö$_{36}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_{37}$	1	10	0,1	1
Ö$_{38}$	4	10 10 0,1 1 Toplam=21,1	1 0,1 0,1 1 Toplam=2,2	10 1 0,01 1 Toplam=12,01*4=48,04
Ö$_{39}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 1 Toplam=1,1	1 1 Toplam=2*2=4
Ö$_{40}$	1	10	1	10
Ö$_{41}$	0	0	0	0
Ö$_{42}$	3	10 10 0,1 Toplam=20,1	1 0,1 0,1 Toplam=1,2	10 1 0,01 Toplam=11,01*3=33,03
Ö$_{43}$	1	10	10	100
Ö$_{44}$	1	10	1	10
Ö$_{45}$	1	10	1	10
Ö$_{46}$	2	10 10 Toplam=20	1 1 Toplam=2	10 10 Toplam=20*2=40
Ö$_{47}$	2	10	1	10

		10 Toplam=20	0,1 Toplam=1,1	1 Toplam=11*2=22
$Ö_{48}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
$Ö_{49}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
$Ö_{50}$	5	10 1 0,1 10 10 Toplam=31,1	1 0,1 0,1 10 1 Toplam=12,2	10 0,1 0,01 100 10 Toplam=120,11*5=600,55

EK-G Öğrencilerin 8. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
$Ö_1$	2	10 10 Toplam=20	10 10 Toplam=20	100 100 Toplam=200*2=400
$Ö_2$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
$Ö_3$	1	10	10	100
$Ö_4$	0	0	0	0
$Ö_5$	1	10	10	100
$Ö_6$	0	0	0	0
$Ö_7$	0	0	0	0
$Ö_8$	1	10	1	10
$Ö_9$	0	0	0	0
$Ö_{10}$	0	0	0	0
$Ö_{11}$	4	10 10 10 10 Toplam=40	10 10 10 10 Toplam=40	100 100 100 100 Toplam=400*4=1600
$Ö_{12}$	0	0	0	0
$Ö_{13}$	0	0	0	0

Ö$_{14}$	1	10	1	10
Ö$_{15}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{16}$	0	0	0	0
Ö$_{17}$	0	0	0	0
Ö$_{18}$	3	10 10 10 Toplam=30	1 1 10 Toplam=12	10 10 100 Toplam=120*3=360
Ö$_{19}$	1	10	1	10
Ö$_{20}$	1	10	10	100
Ö$_{21}$	2	10 10 Toplam=20	10 10 Toplam=20	100 100 Toplam=200*2=400
Ö$_{22}$	0	0	0	0
Ö$_{23}$	0	0	0	0
Ö$_{24}$	1	10	10	100
Ö$_{25}$	0	0	0	0
Ö$_{26}$	0	0	0	0
Ö$_{27}$	3	10 10 10 Toplam=30	10 10 10 Toplam=30	100 100 100 Toplam=300*3=900
Ö$_{28}$	1	10	10	100
Ö$_{29}$	0	0	0	0
Ö$_{30}$	0	0	0	0
Ö$_{31}$	1	10	10	100
Ö$_{32}$	0	0	0	0
Ö$_{33}$	0	0	0	0
Ö$_{34}$	3	10 10 10 Toplam=30	1 1 10 Toplam=12	10 10 100 Toplam=120*3=360
Ö$_{35}$	3	10 10 10 Toplam=30	10 10 10 Toplam=30	100 100 100 Toplam=300*3=900
Ö$_{36}$	0	0	0	0

Ö$_{37}$	0	0	0	0
Ö$_{38}$	5	10 10 10 10 10 Toplam=50	1 10 10 10 10 Toplam=41	10 100 100 100 100 Toplam=410*5=2050
Ö$_{39}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{40}$	2	10 10 Toplam=20	10 1 Toplam=11	100 10 Toplam=110*2=220
Ö$_{41}$	4	10 10 10 10 Toplam=40	10 10 1 1 Toplam=22	100 100 10 10 Toplam=220*4=880
Ö$_{42}$	1	10	1	10
Ö$_{43}$	0	0	0	0
Ö$_{44}$	0	0	0	0
Ö$_{45}$	0	0	0	0
Ö$_{46}$	0	0	0	0
Ö$_{47}$	1	10	10	100
Ö$_{48}$	2	10 10 Toplam=20	1 1 Toplam=2	10 10 Toplam=20*2=40
Ö$_{49}$	0	0	0	0
Ö$_{50}$	9	10 10 10 10 10 10 10 10 10 Toplam=90	10 10 10 10 10 10 10 10 10 Toplam=90	100 100 100 100 100 100 100 100 100 Toplam=900*9=8100

EK-H Öğrencilerin 9. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö$_1$	4	10 10 1 1 Toplam=22	0,1 1 1 1 Toplam=3,1	1 10 1 1 Toplam=13*4=52
Ö$_2$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_3$	0	0	0	0
Ö$_4$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_5$	4	10 10 1 0,1 Toplam=21,1	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3	10 1 0,1 0,01 Toplam=11,11*4=44,44
Ö$_6$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
Ö$_7$	1	10	0,1	1
Ö$_8$	0	0	0	0
Ö$_9$	1	10	0,1	1
Ö$_{10}$	5	10 0,1 1 10 0,1 Toplam=21,2	0,1 0,1 0,1 1 0,1 Toplam=1,4	1 0,01 0,1 10 0,01 Toplam=11,12*5=55,6
Ö$_{11}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_{12}$	5	10 1 1 1	0,1 0,1 0,1 0,1	1 0,1 0,1 0,1

		1 Toplam=14	0,1 Toplam=0,5	0,1 Toplam=1,4*5=7
$Ö_{13}$	0	0	0	0
$Ö_{14}$	1	10	0,1	1
$Ö_{15}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{16}$	1	10	0,1	1
$Ö_{17}$	0	0	0	0
$Ö_{18}$	3	10 1 10 Toplam=21	10 10 1 Toplam=21	100 10 10 Toplam=120*3=360
$Ö_{19}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{20}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,01 Toplam=1,01*2=2,02
$Ö_{21}$	1	10	0,1	1
$Ö_{22}$	2	10 1 Toplam=11	10 10 Toplam=20	100 10 Toplam=110*2=220
$Ö_{23}$	4	10 0,1 1 1 Toplam=12,1	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,01 0,1 0,1 Toplam=1,21*4=4,84
$Ö_{24}$	1	10	0,1	1
$Ö_{25}$	2	10 1 Toplam=11	1 0,1 Toplam=1,1	10 0,1 Toplam=10,1*2=20,2
$Ö_{26}$	4	10 1 1 0,1 Toplam=12,1	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,01 Toplam=1,21*4=4,84
$Ö_{27}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2

Ö$_{28}$	3	10 1 1 Toplam=12	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,1 0,1 Toplam=1,2*3=3,6
Ö$_{29}$	1	10	0,1	1
Ö$_{30}$	1	10	0,1	1
Ö$_{31}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_{32}$	2	10 10 Toplam=20	1 0,1 Toplam=1,1	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{33}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_{34}$	0	0	0	0
Ö$_{35}$	4	10 0,1 10 1 Toplam=21,1	0,1 0,1 1 1 Toplam=2,2	1 0,01 10 1 Toplam=12,01*4=48,04
Ö$_{36}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3*4=5,2
Ö$_{37}$	0	0	0	0
Ö$_{38}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3*4=5,2
Ö$_{39}$	1	10	0,1	1
Ö$_{40}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
Ö$_{41}$	0	0	0	0
Ö$_{42}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2

$Ö_{43}$	0	0	0	0
$Ö_{44}$	0	0	0	0
$Ö_{45}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3*4=5,2
$Ö_{46}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{47}$	0	0	0	0
$Ö_{48}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{49}$	2	10 1 Toplam=11	0,1 0,1 Toplam=0,2	1 0,1 Toplam=1,1*2=2,2
$Ö_{50}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=0,4	1 0,1 0,1 0,1 Toplam=1,3*4=5,2

EK-I Öğrencilerin 10. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
$Ö_1$	1	10	10	100
$Ö_2$	1	10	1	10
$Ö_3$	1	10	10	100
$Ö_4$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
$Ö_5$	1	10	10	100
$Ö_6$	1	10	0,1	1
$Ö_7$	0	0	0	0
$Ö_8$	1	10	1	10
$Ö_9$	9	10 1 1	1 0,1 0,1	10 0,1 0,1

		1 1 1 1 1 1 Toplam=18	0,1 0,1 1 1 1 1 Toplam=5,4	0,1 0,1 1 1 1 1 Toplam=14,4*9=129,6
$Ö_{10}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{11}$	4	10 1 1 10 Toplam=22	1 0,1 1 10 Toplam=12,1	10 0,1 1 100 Toplam=111,1*4=444,4
$Ö_{12}$	1	10	0,1	1
$Ö_{13}$	0	0	0	0
$Ö_{14}$	1	10	0,1	1
$Ö_{15}$	1	10	1	10
$Ö_{16}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{17}$	1	10	0,1	1
$Ö_{18}$	3	10 0,1 1 Toplam=11,1	0,1 0,1 1 Toplam=1,2	1 0,01 1 Toplam=2,01*3=6,03
$Ö_{19}$	1	10	1	10
$Ö_{20}$	2	10 1 Toplam=11	10 0,1 Toplam=10,1	100 0,1 Toplam=100,1*2=200,2
$Ö_{21}$	1	10	0,1	1
$Ö_{22}$	0	0	0	0
$Ö_{23}$	1	10	1	10
$Ö_{24}$	1	10	0,1	1
$Ö_{25}$	6	10 1	1 1	10 1

		1 10 1 1 Toplam=24	1 10 1 10 Toplam=24	1 100 1 10 Toplam=123*6=738
$Ö_{26}$	5	10 10 1 1 1 Toplam=23	1 10 1 1 1 Toplam=14	10 100 1 1 1 Toplam=113*5=565
$Ö_{27}$	1	10	0,1	1
$Ö_{28}$	1	10	0,1	1
$Ö_{29}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	0,1 0,1 0,1 Toplam=0,3	1 0,01 0,01 Toplam=1,02*3=3,06
$Ö_{30}$	1	10	0,1	1
$Ö_{31}$	1	10	0,1	1
$Ö_{32}$	1	10	0,1	1
$Ö_{33}$	1	10	1	10
$Ö_{34}$	1	10	10	100
$Ö_{35}$	2	10 1 Toplam=11	1 10 Toplam=11	10 10 Toplam=20*2=40
$Ö_{36}$	1	10	10	100
$Ö_{37}$	1	10	10	100
$Ö_{38}$	4	10 1 1 0,1 Toplam=12,1	0,1 1 10 0,1 Toplam=11,2	1 1 10 0,01 Toplam=12,01*4=48,04
$Ö_{39}$	1	10	10	100
$Ö_{40}$	1	10	1	10
$Ö_{41}$	0	0	0	0
$Ö_{42}$	1	10	1	10
$Ö_{43}$	0	0	0	0
$Ö_{44}$	0	0	0	0
$Ö_{45}$	0	0	0	0

Ö$_{46}$	1	10	1	10
Ö$_{47}$	1	10	0,1	1
Ö$_{48}$	0	0	0	0
Ö$_{49}$	1	10	1	10
Ö$_{50}$	4	10 1 1 1 Toplam=13	1 1 1 1 Toplam=4	10 1 1 1 Toplam=13*4=52

EK-İ Öğrencilerin 11. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö$_{1}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{2}$	1	10	1	10
Ö$_{3}$	1	10	1	10
Ö$_{4}$	1	10	1	10
Ö$_{5}$	2	10 10 Toplam=20	10 1 Toplam=11	100 10 Toplam=110*2=220
Ö$_{6}$	0	0	0	0
Ö$_{7}$	1	10	1	10
Ö$_{8}$	1	10	1	10
Ö$_{9}$	2	10 10 Toplam=20	10 10 Toplam=20	100 100 Toplam=200*2=400
Ö$_{10}$	3	10 10 10 Toplam=30	1 10 10 Toplam=21	10 100 100 Toplam=210*3=630
Ö$_{11}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{12}$	1	10	10	100
Ö$_{13}$	0	0	0	0
Ö$_{14}$	1	10	10	100
Ö$_{15}$	1	10	1	10

Ö$_{16}$	3	10 10 10 Toplam=30	1 10 10 Toplam=21	10 100 100 Toplam=210*3=630
Ö$_{17}$	0	0	0	0
Ö$_{18}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{19}$	2	10 10 Toplam=20	1 1 Toplam=2	10 10 Toplam=20*2=40
Ö$_{20}$	1	10	1	10
Ö$_{21}$	3	10 10 10 Toplam=30	1 10 10 Toplam=21	10 100 100 Toplam=210*3=630
Ö$_{22}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{23}$	1	10	1	10
Ö$_{24}$	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö$_{25}$	4	10 10 10 10 Toplam=40	1 10 1 10 Toplam=22	10 100 10 100 Toplam=220*4=880
Ö$_{26}$	4	10 10 10 10 Toplam=40	1 1 10 10 Toplam=22	10 10 100 100 Toplam=220*4=880
Ö$_{27}$	0	0	0	0
Ö$_{28}$	0	0	0	0
Ö$_{29}$	2	10 10 Toplam=20	10 10 Toplam=20	100 100 Toplam=200*2=400
Ö$_{30}$	0	0	0	0
Ö$_{31}$	0	0	0	0

Ö32	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö33	0	0	0	0
Ö34	1	10	10	100
Ö35	0	0	0	0
Ö36	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö37	0	0	0	0
Ö38	1	10	1	10
Ö39	1	10	10	100
Ö40	1	10	1	10
Ö41	1	10	1	10
Ö42	1	10	1	10
Ö43	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö44	1	10	1	10
Ö45	0	0	0	0
Ö46	2	10 10 Toplam=20	10 1 Toplam=11	100 10 Toplam=110*2=220
Ö47	1	10	1	10
Ö48	2	10 10 Toplam=20	1 10 Toplam=11	10 100 Toplam=110*2=220
Ö49	1	10	1	10
Ö50	1	10	1	10

EK-J Öğrencilerin 12. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö1	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö2	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22

Ö$_3$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_4$	1	10	1	10
Ö$_5$	3	10 1 1 Toplam=12	1 1 1 Toplam=3	10 1 1 Toplam=12*3=36
Ö$_6$	1	10	1	10
Ö$_7$	1	10	10	100
Ö$_8$	1	10	1	10
Ö$_9$	0	0	0	0
Ö$_{10}$	0	0	0	0
Ö$_{11}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{12}$	0	0	0	0
Ö$_{13}$	2	10 10 Toplam=20	10 1 Toplam=11	100 10 Toplam=110*2=220
Ö$_{14}$	1	10	10	100
Ö$_{15}$	0	0	0	0
Ö$_{16}$	0	0	0	0
Ö$_{17}$	0	0	0	0
Ö$_{18}$	0	0	0	0
Ö$_{19}$	1	10	1	10
Ö$_{20}$	1	10	1	10
Ö$_{21}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{22}$	1	10	1	10
Ö$_{23}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{24}$	0	0	0	0
Ö$_{25}$	6	10 1 1 1	1 1 1 1	10 1 1 1

		1 1 Toplam=15	1 1 Toplam=6	1 1 Toplam=15*6=90
Ö$_{26}$	6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15	1 1 1 1 1 1 Toplam=6	10 1 1 1 1 1 Toplam=15*6=90
Ö$_{27}$	1	10	1	10
Ö$_{28}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	1 1 1 Toplam=3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2*3=30,6
Ö$_{29}$	3	10 1 1 Toplam=12	1 1 1 Toplam=3	10 1 1 Toplam=12*3=36
Ö$_{30}$	1	10	1	10
Ö$_{31}$	1	10	1	10
Ö$_{32}$	1	10	1	10
Ö$_{33}$	0	0	0	0
Ö$_{34}$	1	10	1	10
Ö$_{35}$	0	0	0	0
Ö$_{36}$	5	10 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,4	1 1 1 1 1 Toplam=5	10 0,1 0,1 0,1 0,1 Toplam=10,4*5=52
Ö$_{37}$	0	0	0	0
Ö$_{38}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{39}$	1	10	1	10
Ö$_{40}$	1	10	1	10
Ö$_{41}$	0	0	0	0
Ö$_{42}$	1	10	1	10
Ö$_{43}$	1	10	1	10

Ö$_{44}$	1	10	1	10
Ö$_{45}$	0	0	0	0
Ö$_{46}$	1	10	1	10
Ö$_{47}$	1	10	1	10
Ö$_{48}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{49}$	2	10 1 Toplam=11	1 1 Toplam=2	10 1 Toplam=11*2=22
Ö$_{50}$	3	10 1 1 Toplam=12	1 1 1 Toplam=3	10 1 1 Toplam=12*3=36

EK-K Öğrencilerin 13. Soruya Ait Matematiksel Yaratıcılıklarının Hesaplanması

Öğrenci	**Akıcılık**	**Esneklik**	**Orijinallik**	**Matematiksel Yaratıcılık**
Ö$_{1}$	3	10 0,1 0,1 Toplam=10,2	1 10 1 Toplam=12	10 1 0,1 Toplam=11,1*3=33,3
Ö$_{2}$	1	10	10	100
Ö$_{3}$	1	10	10	100
Ö$_{4}$	1	10	10	100
Ö$_{5}$	1	10	1	10
Ö$_{6}$	1	10	1	10
Ö$_{7}$	1	10	10	100
Ö$_{8}$	1	10	1	10
Ö$_{9}$	0	0	0	0
Ö$_{10}$	1	10	10	100
Ö$_{11}$	1	10	1	10
Ö$_{12}$	1	10	1	10
Ö$_{13}$	0	0	0	0
Ö$_{14}$	0	0	0	0
Ö$_{15}$	0	0	0	0
Ö$_{16}$	1	10	10	100
Ö$_{17}$	0	0	0	0
Ö$_{18}$	1	10	0,1	1

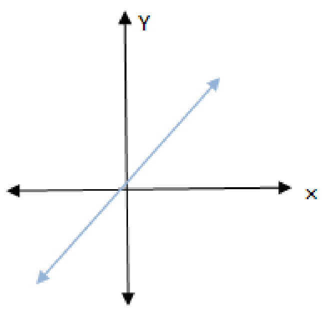
$Ö_{19}$	0	0	0	0
$Ö_{20}$	0	0	0	0
$Ö_{21}$	1	10	1	10
$Ö_{22}$	1	10	1	10
$Ö_{23}$	1	10	10	100
$Ö_{24}$	1	10	1	10
$Ö_{25}$	1	10	10	100
$Ö_{26}$	1	10	10	100
$Ö_{27}$	1	10	1	10
$Ö_{28}$	1	10	1	10
$Ö_{29}$	1	10	1	10
$Ö_{30}$	1	10	1	10
$Ö_{31}$	1	10	1	10
$Ö_{32}$	1	10	1	10
$Ö_{33}$	0	0	0	0
$Ö_{34}$	1	10	10	100
$Ö_{35}$	1	10	1	10
$Ö_{36}$	1	10	1	10
$Ö_{37}$	1	10	10	100
$Ö_{38}$	2	10 0,1 Toplam=10,1	1 10 Toplam=11	10 1 Toplam=11*2=22
$Ö_{39}$	0	0	0	0
$Ö_{40}$	1	10	10	100
$Ö_{41}$	0	0	0	0
$Ö_{42}$	1	10	10	100
$Ö_{43}$	1	10	0,1	1
$Ö_{44}$	1	10	0,1	1
$Ö_{45}$	0	0	0	0
$Ö_{46}$	1	10	10	100
$Ö_{47}$	1	10	10	100
$Ö_{48}$	1	10	1	10
$Ö_{49}$	1	10	1	10
$Ö_{50}$	1	10	1	10

EK-L Örnek Üretme Envanteri

İsim/Soyisim:

1. Bir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız.

2. Birebir fonksiyon örneği veriniz. Yazabildiğiniz kadar çok birebir fonksiyon örneği yazınız.
3. Birebir bir fonksiyon örneği veriniz. Hem birebir hem de tek fonksiyon olan bir fonksiyon örneği veriniz. Görüntü kümesi tam sayılardan oluşan birebir ve tek fonksiyon örneği veriniz.
4. $f:[-4,4]\rightarrow R, f(x)=x$ Fonksiyonunun özelliklerini belirleyiniz ve bu fonksiyona benzer başka bir fonksiyon örneği veriniz. Bu fonksiyona benzer yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği yazınız. Bu şekilde yazabildiğiniz kadar çok örnek yazınız.
5. 'Birebir olan bir f fonksiyonunun aynı zamanda çift fonksiyon olması mümkün değildir' önermesinin yanlış olduğunu aksine örnek vererek gösteriniz.
6. Hem çift hem de tek fonksiyon olan bir fonksiyon örneği veriniz. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız.
7. Tersi de fonksiyon olan fonksiyon örnekleri veriniz. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız. Bu fonksiyonlar ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?
8. Cevabı aşağıdaki fonksiyon olabilecek soru ne olabilir? Yazabildiğiniz kadar çok soru yazınız.



9. $f(x)=|x|$ Fonksiyonu $f(x)=f(-x)$ özelliğini sağlamaktadır. Bu özelliği sağlayan bir fonksiyon yazınız, yazabildiğiniz kadar çok fonksiyon örneği veriniz.

10. $f:R\to R, g:R\to R$ ve $fog(1)=7$ olmak üzere bu kuralı sağlayan f ve g fonksiyonları belirleyiniz. Belirlediğiniz fonksiyonları olabildiğince karmaşık seçiniz.

11. $f:[-4,4]\to R, f(x)=x^2$ fonksiyonu $f:[0,4]\to[0,16], f(x)=x^2$ şeklinde değiştirilirse birinci fonksiyona ait neler değişir?

12. Öyle bir fonksiyon bulunuz ki bu fonksiyon birebir olsun fakat örten olmasın. Bu duruma örnek olabilecek tüm örneklerinizi yazınız.

13. $f:R\to R, f(x)=\frac{a}{b}x+\frac{c}{d}$ fonksiyonunda a, b, c, d değerlerini rakam olacak şekilde seçiniz ve bir f fonksiyonu elde ediniz ve elde ettiğiniz bu fonksiyonun grafiğini çiziniz.

EK-M: Etik Komisyonu Onay Bildirimi

Tarih: 27/04/2021
Sayı: E-35853172-300-00001552467

0001552467

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı : E-35853172-300-00001552467 27.04.2021
Konu : Neslihan TANGAL Hk. (Etik Komisyon İzni)

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 08.03.2021 tarihli ve E-51944218-300-00001486340 sayılı yazı.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans programı öğrencilerinden **Neslihan TANGAL'ın**, **Doç. Dr. Yasemin Sağlam KAYA** danışmanlığında yürüttüğü **"Lise Öğrencilerinin Örnek Üretme Stratejilerindeki Başarılarının Ortaya Çıkarılması ve Matematiksel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi"** başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **13 Nisan 2021** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

T.C.
KARS VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-45877750-605.01-26042305 04/06/2021

Konu : Araştırma Uygulama İzin Talebi (Neslihan TANGAL)

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : Milli Eğitim Bakanlığının Ortaöğretim Genel Müdürlüğünün 01/06/2021 tarihli ve 25811752 sayılı yazısı.

Bakanlığımızın ilgi tarih ve sayılı yazısı gereği, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencilerinden Neslihan TANGAL'ın "Lise Öğrencilerinin Örnek Üretme Stratejilerindeki Başarılarının Ortaya Çıkarılması ve Matematiksel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi" konulu araştırmasına veri sağlamak amacıyla görüşme yapacaktır.

Bu kapsamda Genel Müdürlüğümüze bağlı Fen ve Anadolu Liselerinde gerçekleştirilecek olan veri toplama etkinliğin gönüllülük esasına göre duyurunun yapılması hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Mehmet Zahid DOĞU
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ekleri:
- İlgi yazı ve ekleri (3 sayfa yazı)

Dağıtım:
- 7 İlçe Kaymakamlığı (İlçe Milli Eğitim Müd)
- Merkez Ortaöğretim Genel Müdürlüklerine Bağlı okullara yazıldı

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Ortaöğretim Genel Müdürlüğü

Sayı : E-84037561-605.01-25811752 01.06.2021

Konu : Araştırma Uygulama İzin Talebi
(Neslihan TANGAL)

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : a) Genel Müdürlüğümüz evrak sisteminde kayıtlı 20.05.2021 tarihli ve 25323260 sayılı yazı.
b) Millî Eğitim Bakanlığının 21.01.2020 tarihli ve 1563890 sayılı Araştırma Uygulama İzinleri 2020/2 Nolu Genelgesi.

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencilerinden Neslihan TANGAL'ın ***"Lise Öğrencilerinin Örnek Üretme Stratejilerindeki Başarılarının Ortaya Çıkarılması ve Matematiksel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi"*** konulu araştırmasına veri sağlamak amacıyla görüşme yapma izin talebine ilişkin ilgi (a) yazı ve ekleri, ilgi (b) Genelge doğrultusunda incelenmiştir.

Bu kapsamda veri toplama aracının Erzurum, Kars ve Manisa illerinde Genel Müdürlüğümüze bağlı Fen ve Anadolu Liselerinde yazımız ekinde belirtilen okullarda öğrenim gören öğrencilere yönelik olarak, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, taraf olunan uluslararası anlaşmalar ve sözleşmeler başta olmak üzere, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Hakkındaki Kanun ile yürürlükte olan tüm yasal düzenlemeler ve Türk Millî Eğitiminin genel ve özel amaçlarına uygun olacak şekilde, ilgi (b) Genelge doğrultusunda, eğitim ve öğretim aksatılmadan ve gönüllülük esas olmak üzere uygulanması ve gerekli duyurunun yapılması hususunda

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Cengiz METE
Bakan a.
Genel Müdür

Ek : İlgi (a) yazı ve ekleri

Dağıtım:

Gereği:
3 İl Valiliğine
(İl Millî Eğitim Müdürlüğü)

Bilgi:
Hacettepe Üniversitesi Rektörlüğüne
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü)

EK-N: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

05/08/2022

Neslihan TANGAL

EK-O: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

05/08/2022

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Eğitimleri Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Lise Öğrencilerinin Matematiksel Örnek Üretme Stratejilerinin Ve Yaratıcılıklarının İncelenmesi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
05/08/2022	169	206510	15/06/2022	%14	1879118105

Uygulanan filtreler:
1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı:	Neslihan TANGAL
Öğrenci No.	N18235963
Ana Bilim Dalı:	MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
Programı:	MATEMATİK EĞİTİMİ
Statüsü:	☒Y.Lisans

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.
Doç. Dr. Yasemin SAĞLAM KAYA

EK-Ö: Thesis/Dissertation Originality Report

05/08/2022

HACETTEPE UNIVERSITY

Graduate School of Educational Sciences

To The Department of Secondary Mathematics and Science Education

Thesis Title: Examination of High School Students' Mathematical Example Generation Strategies And Creativity

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
05/08/2022	169	206510	15/06/2022	14%	1879118105

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname:	Neslihan TANGAL
Student No.:	N18235963
Department:	MATHEMATICS AND SCIENTIFIC SCIENCES EDUCATION DEPARTMENT
Program:	MATHEMATICS EDUCATION
Status:	☒ Masters

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Assoc. Prof. Yasemin SAĞLAM KAYA

EK-D: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı(kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım haklan bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına ilişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren … ay ertelenmiştir. (2)
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

05/08 /2022

Neslihan TANGAL

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

(1) Madde6.1.Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü ana bilim dalının uygun görüşü Üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde6.2.Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. Şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanın önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde7.1.Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü Üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

** Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*