

A Componential Analysis of Gender Differences in Scientific Creativity

Bilimsel Yaratıcılıkta Cinsiyet Farklılıklarının Bileşensel Analizi

N. Nazlı Özdemir¹ & Uğur Sak²

Abstract

In this study, an investigation was carried out to explore if there were any gender differences in scientific creativity and its components. Participants included 704 sixth grade students who applied to the Education Programs for Talented Students (EPTS) at Anadolu University in the City of Eskişehir in Turkey. Of the total sample, 345 were female and 359 were male. Students' scientific creativity was measured using the Creative Scientific Ability Test (C-SAT). It measures fluency, flexibility and creativity and hypothesis generation, hypothesis testing and evidence evaluation. The analysis showed that male students scored significantly higher on hypothesis generation components of scientific creativity. Although male students had higher scores on flexibility, hypothesis testing and evidence evaluation components too, the differences between the groups were not significant. The findings shows that gender differences in scientific creativity in childhood and adolescence might result from differences in some particular processes.

Key Words: scientific creativity, gender differences, hypotheses generation, experiment design, evidence evaluation

Öz

Bu çalışmada bilimsel yaratıcılık ve bileşenlerindeki cinsiyet farklılıkları araştırılmıştır. Araştırma, Üstün Yetenekliler Eğitim Programları (ÜYEP)'na başvuran 704 altıncı sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların 345'i kız, 359'u erkektir. Araştırmada bilimsel yaratıcılığı ölçmek için Bilimsel Üretkenlik Testi (BÜT) kullanılmıştır. BÜT akıcılık, esneklik, yaratıcılık, hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirmeyi ölçmektedir. Bilimsel yaratıcılığın bileşenlerinde cinsiyet farklılıklarını karşılaştırmak için bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda; hipotez geliştirme, akıcılık ve toplam yaratıcılık puanlarında erkekler lehine anlamlı farklar bulunmuştur. Hipotez test etme, kanıt değerlendirme ve esneklik becerilerinde erkeklerin aldıkları puanların ortalamaları kızların ortalamalarından yüksek olmalarına rağmen bu farklar anlamlı bulunmamıştır. Elde edilen bulgular bilimsel yaratıcılıkta ortaya çıkan cinsiyet farkının bazı becerilerdeki farklardan kaynaklanabileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: bilimsel yaratıcılık, cinsiyet farklılıkları, hipotez geliştirme, hipotez test etme, kanıt değerlendirme

Summary

Purpose and significance: Gender differences in creativity have been a controversial issue for a century. In some studies, researchers found no gender difference in creativity; whereas, in other studies researchers discovered that males had a higher capacity in creativity than did females. Furthermore, gender differences in scientific achievement, scientific productivity, scientific creativity and scientific careers were also explored. Results show that males usually

¹MS, Research Assistant, Anadolu University

²Corresponding author. Prof., & Chair, Gifted Education Division, Faculty of Education, Anadolu University, 26470 Eskişehir, Turkey; email: usak@anadolu.edu.tr

outperform females. The seeming gender difference favoring man in Nobel Prizes is a prime example. Are there such differences in the components of scientific creativity? What subskills or components of scientific creativity might contribute to gender differences in general scientific creativity? Does a particular process cause gender differences in scientific creativity? Prior research focused on gender differences in general scientific creativity. In this study, we took a further step and examined gender differences in scientific creativity at a componential level. We used three components, hypothesis generation, experiment design (hypothesis testing) and evidence evaluation of scientific creativity to investigate gender differences. We expected to obtain some findings to shed light on gender differences in scientific creativity.

Table x. Means and t-test Results

		N	M	SD	df	t	p	Effect Size (η^2)
Hypothesis Generation	Female	345	1,72	1,646	693,762	- 3,090	,002*	,013
	Male	359	2,13	1,911				
Hypothesis Testing	Female	345	3,64	2,475	702	- 3,090	,172	
	Male	359	3,91	2,706				
Evidence Verification	Female	345	1,78	1,665	702	- 2,472	,014	
	Male	359	2,11	1,828				
Fluency	Female	345	8,23	5,136	681,937	- 3,214	,001*	,014
	Male	359	9,63	6,360				
Flexibility	Female	345	5,53	3,040	698,042	- 2,559	,011	
	Male	359	6,15	3,412				
Creativity	Female	345	6,97	3,950	691,453	- 3,047	,002*	,013
	Male	359	7,96	4,656				

Method: Research participants consisted of 704 sixth-grade students who applied to the Education Programs for Talented Students (EPTS) at Anadolu University in Eskisehir, Turkey. Of the participants, 345 were female, 359 were male. In the study, the Creative Scientific Ability Test (C-SAT) was used to measure students' scientific creativity. The C-SAT is composed of five subtests with five open-ended problems in the area of biology, chemistry, ecology and interdisciplinary science. It measures fluency, flexibility and creativity in hypothesis genera-

tion, hypothesis testing and evidence evaluation tasks. Research carried out on the psychometric properties of the C-SAT shows good to excellent reliability and validity evidences. In this study, we also examined its reliability and found Cronbach alpha coefficient to be .85 and interscorer reliability for fluency and creativity to be .96, and for flexibility to be .94. In data analysis we set the significance value at .008 as we used several t-tests at the same time.

Results: Results showed that male students scored higher on all components of scientific creativity. However, only the differences in hypothesis generation and fluency and creativity in total scores were found to be significant. The effect sizes were small. Differences in hypothesis testing and evidence evaluation components of scientific creativity were not significant. The table x shows means and standard deviations of the scores in all the components as well as the t-test results and effect sizes.

Discussion and Conclusions: Results show that males' higher performance on hypothesis generation might contribute to overall gender differences in students' scientific creativity. Once hypotheses are generated, males and females can show similar performance on experiment designs and evaluation of evidences obtained from experiments. Results also mean that males might be better performers on developing predictions and constructing cause and effect relationships as hypothesis generation requires predictions and posdictions from evidences.

Giriş

Bilimsel yaratıcılığın tanımı, yaratıcılık kavramının tanımı gibi çeşitlilikler içermektedir. Örneğin Sak ve Ayas (2013) bilimsel yaratıcılığı bilim alanında orijinal ve yararlı fikir veya ürün üretmek olarak tanımlamışlardır ve yararlılığı ve orijinalliği bilimsel yaratıcılıkta bulunması zorunlu olan iki ölçüt olarak değerlendirmişlerdir. Bir fikrin yalnızca orijinal olması yaratıcı olması için yeterli değildir. Aynı şekilde bir fikrin yalnızca yararlı olması da yaratıcı olması için yeterli değildir. Bir fikir her iki ölçütü de belirli düzeyde karşılırsa yaratıcılık sınırını aşmış olur. Heller (2007)'e göre ise bilimsel yaratıcılık, bilim alanında özel yeteneğe sahip olmaktır. Getzels ve Csikszentmihalyi' ye (1967, akt. Liang, 2002) göre ise bilimsel yaratıcılık sadece problemleri çözmek değil, problemleri kurma yeteneğidir de.

"Bilimsel yaratıcılık nedir?" sorusuna objektif bir yanıt üretilebilmek için bilimsel yaratıcılığı oluşturan yapıların incelenmesi gerekmektedir. Bu konuda çalışan uzmanların ise farklı düşünceleri bulunmaktadır. Colton ve Steel (1999), tutarsızlıklar, bilinmeyen alanlar ve keşfetmek üzere üç unsurun bilimsel yaratıcılığın yapısını meydana getirdiğini iddia etmektedir. İlk unsur, aslında bilimin yapısından kaynaklanmaktadır. Örneğin Newton mekaniği ile görelilik kuramı birbiriyle tamamen tutarsız kuramlardır. Ancak bilim bu gibi tutarsızlıkların geliştirilmesi ile zenginleşir ve gelişir. İkinci unsur ise bilimde bilinmeyen konuların sınırsızlığını vurgulamaktadır. Son unsur ise bilinmeyenlerin keşfedilmesi ile ilgilidir. Stierna ve Vilalba (2009) bilimsel yaratıcılık bileşenlerinin yaratıcılığın bileşenleri ile paralel olduğunu vur-

gulamaktadırlar. Çünkü yaratıcılık, bilimsel yaratıcılığı kapsamaktadır. Yaratıcılığın bileşenlerini ise girdiler, süreç ve çıktılar şeklinde değerlendirmektedirler. Girdiler, motivasyon gibi bireysel kaynakları içermekte; süreç bilimsel basamakları kapsamaktadır. Çıktılarda ise ürünün niteliği önemlidir. Hu ve Adey (2002) ise bilimsel yaratıcılığın yapısında ürün (teknik ürün, fen bilgisi, bilim olgusu ve bilim problemleri), özellik (düşünme ve hayal gücü) ve süreç (akıcılık, esneklik ve orijinallik) olmak üzere üç boyutunun olduğunu iddia etmektedirler. Aktamış ve Ergin (2007) ise bilimsel yaratıcılığın bileşenlerini; “sorunun farkına varma ve onu sınırlandırma, çözüm için hipotezler kurma, hipotezleri test etme, sonucu bulma, kabul, ret ya da onarma” olarak ele almaktadırlar (s.12).

Araştırmacılar bilimsel yaratıcılık bileşenlerini farklı biçimlerde ele almaktadırlar. Bu bileşenlerin kimileri benzerlik kimileri ise farklılık göstermektedir. Ancak Klahr ve Dunbar (1987), hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirmeyi bilimsel yaratıcılığın en önemli bileşenleri olarak göstermektedir. Hipotez geleceğe yönelik bir kestirimdir. Hipotez geliştirme ise problem çözme sürecidir. Bu süreçte var olan bilgi kullanılarak bir problemi açıklamak için hipotezler üretilir (Klahr, 2000). Hipotez test etme, toplanan araştırma verilerini veya yapılan deneylerin sonuçlarını analiz ederek ortaya atılan hipotezin doğruluğuna karar verme sürecidir (Klahr ve Dunbar, 1987). Kanıt değerlendirme ise yapılan deneylerde elde edilen sonuçların veya hipotezin doğruluğunu araştırmak için ulaşılan verilerin ortaya atılan hipotezle karşılaştırıldığı süreçtir (Klahr, 2000).

Bilimsel Yaratıcılık ve Cinsiyet Farkları

Literatürde, bilimsel yaratıcılığı etkileyen faktörler olarak seçkinlik, yaş, aile geçmişi ve cinsiyet farkları göze çarpmaktadır. Seçkinlik, iyi bir yerde çalışan bilim insanlarının ortaya çıkardıkları ürünün daha fazla ilgi görmesidir. Endler, Rushton ve Roediger (1978’den akt. Stumpf, 1995) yaptıkları araştırmanın sonucunda başarılı olduğu kabul edilen bir üniversitedeki akademisyenlerin çalışmalarının diğer üniversitedekilerin çalışmalarına göre daha çok değer görmekte olduğunu bulmuşlardır. Yaş bilimsel yaratıcılığı doğrudan olmasa da dolaylı bir biçimde etkilemektedir. Bilim insanları yaşlandıkça ürün sayıları da artmaktadır. Simonton (1988) bilim insanlarının üretkenliklerinin 20’li yaşlarda başladığını, 30’lu yaşlarından 40’lı yaşlarının ilk dönemlerine kadar çok hızlı bir şekilde arttığını ancak sonrasında birden durduğunu ileri sürmektedir. Aile geçmişi bilimsel yaratıcılığı etkileyen bir diğer faktördür. Nobel ödülünü kazananların ailelerini inceleyen bir araştırmanın bulgularına göre, fizik ödülünü kazananların %28’inin; kimya ödülünü kazananların %17’sinin babası akademisyendir (Simonton,2009). Bilimsel yaratıcılığı etkileyen bir diğer faktör ise cinsiyettir. Alan yazında cinsiyetin biyolojik nedenlerden dolayı bilimsel yaratıcılıkta etkili olduğundan bahsedilmektedir. Ancak, cinsiyet ve bilimsel yaratıcılık konusunda farklı fikirler ve inanışlar bulunmaktadır.

Bilim tarihinde önemli icatların erkekler tarafından yapılması ve dünya genelinde bilim ve teknikle ilgili alanlarda çalışanların çoğunluğunun erkek olması, bilimsel yaratıcılık alanında

cinsiyet farklılıklarının olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle araştırmacılar bu fikrin ne derece doğru olduğunu ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Alan yazındaki çalışmaların bir kısmında bilimsel yaratıcılık, bilimsel üretkenlikle eş tutulmuş ve bu düşünceden hareketle birçok araştırmacı bilim insanlarının yayın sayılarındaki cinsiyet farklılıklarını incelemiştir. Bu çalışmaların bulguları, bilimsel alanlarda erkeklerin kadınlara göre daha üretici olduklarını göstermektedir (Cole, 1979; Cole ve Cole, 1973; Cole ve Zuckerman, 1987; Long ve Fox, 1995). Bu durumun kadınların aile yaşamlarındaki sorumluluklarından ve rollerinden ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (Whittington ve Smith-Doer, 2005). Ne var ki araştırmalarda fen ve sosyal bilimler alanında çalışan evli ve çocuklu kadınların hiç evlenmemiş ya da eşlerinden ayrılmış kadınlara göre daha fazla yayın yaptıkları da bulunmuştur (Fox, 2005; Levin ve Stephan, 1998; Nakhaie, 2002). Bilimsel yaratıcılıktaki cinsiyet farklılıklarını incelemek amacıyla bilimsel buluşları ve yayınları dikkate alan çalışmaların çoğunun bilimsel yayınların sayısına odaklandığı ve bu yayınların niteliğini göz ardı ettikleri de görülmektedir. Oysa bilimsel yaratıcılıkta ürünlerin orijinal olmaları da oldukça önemlidir.

Bazı araştırmalarda fen bilimleri derslerinde cinsiyete göre başarı farkları incelenmiştir. Bu konu üzerine yoğunlaşan çalışmaların çoğu fizik ve kimya alanlarında erkeklerin, biyoloji alanında ise kızların daha başarılı olduklarını ortaya koymaktadır (Dawson, 2000; Stark ve Gray, 1999; Trumper, 2006). Diğer taraftan, fen bilimlerindeki cinsiyet farklılıklarını çalışan araştırmacıların bazıları erkeklerin (Dimitrov, 1999; Smith, 1992), bazıları ise kızların (Adamson ve diğ., 1998; Nosek, ve diğ., 2009) lehine bir farktan bahsetmektedir. Ancak bazı araştırmalarda bu durum tamamen reddedilerek fen bilimleri derslerinde kızların ve erkeklerin eşit düzeyde başarı ortaya koydukları sonucuna ulaşılmıştır (Mattern ve Schau, 2002). Araştırmalarda elde edilen bulgular fen bilimleri derslerinde cinsiyete göre ortaya çıkan başarı farklarının tutarsız olduğuna işaret etmektedir.

Alan yazındaki çalışmaların diğer bir kısmında ise bilimsel yaratıcılık alanındaki cinsiyet farklılıklarını belirlemek için bilimsel yaratıcılığı oluşturan becerilerde cinsiyet farklılıklarının ele alınması gerektiği savunulmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmında bilimsel yaratıcılık becerilerinin ölçümlerinde akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları (Hu ve diğ., 2010; Shukla ve Sharma, 1986) göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmalarda cinsiyet farklılıklarının bilimsel yaratıcılık becerilerinde anlamlı farklar yaratmadığı görülmektedir. Ancak bu çalışmalarda bilimsel yaratıcılık becerilerindeki cinsiyet farklılıkları incelenirken bilimsel yaratıcılık genel olarak ele alınmış, bilimsel yaratıcılığı oluşturan bileşenler veya alt beceriler bazında cinsiyet farklılıkları incelenmemiştir. Oysa genel bilimsel yaratıcılıkta ortaya çıkan cinsiyet farklılıkları pek tabii olarak genel bilimsel yaratıcılığı oluşturan alt becerilerdeki farklardan da ortaya çıkabilir. Bu nedenle bu çalışmada bilimsel yaratıcılık bileşenleri olan hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirme becerilerindeki cinsiyet farklılıklarının yanı sıra genel yaratıcılık bileşenleri olan akıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılık bileşenlerindeki cinsiyet farklılıkları bilimsel yaratıcılık alanında araştırılmıştır. Bilimsel yaratıcılığı oluşturan alt becerilerdeki

cinsiyet farklılıklarının bilinmemesi, bilim alanında var olan cinsiyet farklılıklarının genel bilimsel yaratıcılıktaki veya genel yaratıcılıktaki cinsiyet farklılıklarından kaynaklanabileceği tezini düşündürmektedir. Ancak bu tür bir fark bir veya birkaç alt beceriden de kaynaklanıyor olabilir.

Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı cinsiyet faktörünün bilimsel yaratıcılık üzerindeki olası etkisini bileşenler yani alt beceriler düzeyinde araştırmaktır. Bu amaçla bilimsel yaratıcılık bileşenleri olan hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirme becerilerinde ve genel yaratıcılık becerileri olan akıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılık becerilerinde cinsiyet farklılıkları araştırılmıştır.

Yöntem

Çalışmada cinsiyet faktörünün bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla tarama modeli kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını 2011 ve 2012 yıllarında Üstün Yetenekliler Eğitim Programları (ÜYEP)'na başvuran 704 ilköğretim 6. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Katılımcıların %49'u (345 kişi) kız öğrencilerden, %51'i (359 kişi) ise erkek öğrencilerden oluşmaktadır. ÜYEP başvurularında hiçbir ön koşul kullanılmamaktadır. ÜYEP'e bütün altıncı sınıf öğrencileri başvurabilmektedir. Katılımcıların seçkin öğrenci grupları oldukları düşünülebilir çünkü bu tür bir programa genel olarak yetenekli olduğunu düşünen öğrenciler başvurmaktadır.

Veri Toplama Aracı: Bilimsel Üretkenlik Testi (BÜT)

Araştırmada, bilimsel yaratıcılığı ölçmek için Bilimsel Üretkenlik Testi (BÜT) kullanılmıştır. BÜT, Ayas ve Sak tarafından bilimsel yaratıcılığı ölçmek amacıyla geliştirilmiştir (Ayas, 2010; Sak; 2010; Sak ve Ayas, 2009; Sak ve Ayas, 2013) Testin hedef kitlesini 6. , 7. ve 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. BÜT; fizik, kimya, biyoloji, ekoloji ve disiplinler arası alanları kapsayan beş alt testten oluşmaktadır. Her bir alt test hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirme becerilerinden birini ölçmektedir. (Sak ve Ayas, 2009).

BÜT'ün cevaplanması için 40 dakika verilmektedir. Cevapların değerlendirilmesinin sonunda hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirme olmak üzere üç tür puan elde edilmektedir. Ayrıca hem her bir alt test için hem de toplam puanlar için akıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılık puanları elde edilmektedir. Akıcılık puanı her bir problem için üretilen doğru cevap sayısı, esneklik puanı ise cevaplardaki kavramsal kategori sayısıdır. Toplam yaratıcılık puanı, $CQ = \log_2 \{(1+ u_1) (1+ u_2) \dots (1+ u_c)\}$ formülü kullanılarak hesaplanmaktadır (Sak ve Ayas, 2013).

BÜT'ün kuramsal çerçevesini üç teori oluşturmaktadır: Guilford'un Çoğul ve Tekil Düşünme Modeli, Amabile'nin Bileşensel Yaratıcılık Modeli ve Klahr ve Dunbar'ın Bilimsel Keşifte Çift Arama Modeli (Ayas, 2010; Sak ve Ayas, 2013). Guilford'un modeli akıcılık ve esneklik olmak üzere temel yaratıcılık becerilerinin belirlenmesi için, Amabile'nin modeli alana özgü bilgi boyutunun geliştirilmesi için, Klahr ve Dunbar'ın modeli ise bilimsel yaratıcılığa özgü becerilerin belirlenmesi için kullanılmıştır.

BÜT Üzerine Yapılan Araştırmalar

BÜT geliştirildikten sonra ilk pilot çalışma Sak ve Ayas (2008) tarafından matematik alanında üstün yetenekli olarak tanılanan öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın katılımcılarını 26'sı erkek, 14'ü kız 6. Sınıf ve 25'i erkek, 6'sı kız 7. sınıf öğrencileri olmak üzere toplam 71 kişi oluşturmaktadır. Öğrencilerin teste verdikleri cevapları bu testin nasıl puanlanacağını bilen iki fizik öğretmeni tarafından değerlendirilmiş ve okuyucular arası güvenilirlik katsayısı 0.97 olarak hesaplanmıştır. Her bir alt testin iç tutarlılığı hesaplanmış ve tüm alt testlerin $p < .01$ düzeyinde anlamlı olduğu bulunmuştur.

Sak ve Ayas (2009), ÜYEP'e başvuran 61'i kız, 67'i erkek olan ve 6. Sınıfa devam eden 128 öğrenci ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada 128 katılımcıya uygulanan BÜT'ün sonuçları analiz edilmiştir. Okuyucular arası güvenilirlik katsayısı .95, testin iç tutarlılığı ise .86 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada BÜT'ün test tekrar güvenilirlik katsayısına ulaşmak amacıyla matematik alanında üstün yetenekli olarak tanılanan 24 öğrenciye BÜT tekrar uygulanmış ve test-tekrar katsayısı .89 olarak bulunmuştur. Yapı geçerliliği için alt test-toplam test korelasyonları .56 ile .74 arasında değişmektedir. Ölçüt geçerliliğini bulmak amacıyla katılımcıların matematik dönem sonu ortalaması, fen ve teknoloji dönem ortalaması ve ÜYEP'e başvurduklarında uygulanan Matematiksel Yetenek Testi (MYT) puanları değerlendirilmiş ve her birinin BÜT yaratıcılık puanları arasındaki korelasyon sırasıyla .37, .48 ve .55 olarak bulunmuştur ($p < .000$). Testin grup ayırt ediciliğini bulmak için matematik alanında üstün yetenekli olarak tanılanmış öğrenciler ile diğer öğrenciler karşılaştırılmıştır ve üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık alanında diğer öğrencilere göre daha iyi olduğu bulunmuştur ($F = 3.75$; $p < .005$). Ayrıca BÜT'ün katılımcıların %75,6'sının doğru bir biçimde gruplandığı görülmüştür.

Sak ve Ayas (2013), BÜT'ün psikometrik özelliklerini incelemek amacıyla ÜYEP'e başvuran ve 6. sınıfa devam eden 288 öğrenci ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın katılımcılarına Matematiksel Yetenek Testi (MYT) ve BÜT uygulanmıştır. MYT sonuçları bilgisayar programında analiz edilirken BÜT iki uzman tarafından değerlendirilmiştir. Okuyucular arası güvenilirliği belirlemek amacıyla katılımcıların %28'i rassal olarak seçilmiştir. Analizler sonucunda, okuyucular arası güvenilirlik katsayısı akıcılık ve toplam yaratıcılık için .96, esneklik için .94 bulunmuştur. Testin iç tutarlık güvenilirliği ise .848 olarak hesaplanmıştır. Yapı geçerliliği faktör analizi ve paralel analiz yapılmış ve sonucunda tek faktörlü bir yapıya ulaşılmıştır.

Uyum geçerliliği için katılımcıların MYT puanları ile BÜT puanları karşılaştırılmış ve matematikte yetenek testinde ortalamanın üzerinde olan öğrencilerin, BÜT'te de ortalamaya kıyasla daha yüksek puan aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada yapılan tüm analizler, BÜT'ün geçerliliğinin ve güvenilirliğinin iyi olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak BÜT ile yapılan çalışmalar, testin bilimsel yaratıcılığın ölçümünde kullanılacak düzeyde yeterli psikometrik özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Veri Analizi

Araştırmada öncelikle BÜT'ün güvenilirlik analizleri yeniden yapılmıştır. Cronbach alfa güvenilirlik değeri .85 olarak bulunmuştur. Okuyucular arası güvenilirlik katsayısı ise akıcılık ve toplam yaratıcılık için .96, esneklik için .94 olarak saptanmıştır. Veri analizinde BÜT'ün alt puanları arasında yüksek korelasyon olması nedeniyle cinsiyet karşılaştırmaları yapmak için varyans analizi yerine bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır. Farkların karşılaştırmasında geleneksel .05 anlamlılık düzeyi yerine, bu değer uygulanan t-testi sayısına bölünerek elde edilen .008 değeri anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Katılımcıların hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirme becerileri için ayrı ayrı akıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılık puanları analiz edilmiştir. Araştırmada elde edilen alt test ve alt puanlara ilişkin betimsel istatistik değerleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Katılımcıların Alt Testlerden Aldıkları Puanların Dağılımı

Alt Testler	Alt Puanlar	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Alt Test 1	Akıcılık	0	12	1,40	1,802
	Esneklik	0	5	,76	,871
	Toplam Yaratıcılık	0	7	1,12	1,303
Alt Test 2	Akıcılık	0	7	,90	1,210
	Esneklik	0	4	,65	,802
	Toplam Yaratıcılık	0	5	,83	1,052
Alt Test 3	Akıcılık	0	9	2,11	2,087
	Esneklik	0	6	1,54	1,446
	Toplam Yaratıcılık	0	7	1,94	1,834
Alt Test 4	Akıcılık	0	10	2,07	1,773
	Esneklik	0	6	1,56	1,184
	Toplam Yaratıcılık	0	7	1,93	1,515
Alt Test 5	Akıcılık	0	13	2,47	2,495
	Esneklik	0	5	1,34	1,193
	Toplam Yaratıcılık	0	7	1,95	1,756

Bilimsel Yaratıcılıktaki ve Becerilerindeki Cinsiyet Farklılıkları

Araştırma grubunda yer alan 345 kız ve 359 erkek öğrencinin bilimsel yaratıcılık becerilerindeki farklılıkları incelemek için, Bilimsel Üretkenlik Testi (BÜT)'nden elde edilen hipotez geliştirme, hipotez test etme ve kanıt değerlendirme becerileri ile akıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılığa ilişkin puanları ve t-testi karşılaştırmaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Bilimsel Yaratıcılık Becerilerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

		N	\bar{X}	Ss	Sd	t	p	Etki Büyüklüğü (η^2)
Hipotez Geliştirme	Kız	345	1,72	1,646	693,762	- 3,090	,002*	,013
	Erkek	359	2,13	1,911				
Hipotez Test Etme	Kız	345	3,64	2,475	702	- 3,090	,172	
	Erkek	359	3,91	2,706				
Kanıt Değerlendirme	Kız	345	1,78	1,665	702	- 2,472	,014	
	Erkek	359	2,11	1,828				
Akıcılık	Kız	345	8,23	5,136	681,937	- 3,214	,001*	,014
	Erkek	359	9,63	6,360				
Esneklik	Kız	345	5,53	3,040	698,042	- 2,559	,011	
	Erkek	359	6,15	3,412				
Toplam Yaratıcılık	Kız	345	6,97	3,950	691,453	-3,047	,002*	,013
	Erkek	359	7,96	4,656				

Analizlerde erkek öğrencilerin hipotez geliştirme puanlarının ortalaması (2.13), kız öğrencilerin ortalamasından (1.72) daha yüksek bulunmuştur. Aradaki farkın ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir $t(693.762) = -3.090$, $p < 0.008$, $\eta^2 = ,013$. Ancak farkın etki büyüklüğü küçüktür. Ayrıca hipotez test etme ve kanıt değerlendirme becerilerine ilişkin erkek öğrencilerin aldıkları puanların ortalamaları, kız öğrencilerin aldıkları puan ortalamalarından yüksek bulunmuştur. Ancak yapılan analizlerin sonucunda farkların anlamlı olmadıkları saptanmıştır.

Bilimsel yaratıcılık becerilerine ilişkin karşılaştırmalı analizlerden sonra erkeklerin ve kızların genel yaratıcılık becerileri olan akıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılık puanları karşılaştırılmıştır. Analizlerde yine t-testi kullanılmıştır. Analizlerde erkek öğrencilerin kız öğrencilerden akı-

cılık ve toplam yaratıcılık puanlarında daha yüksek performans ortaya koydukları saptanmıştır. Yapılan t-testi analizleri ise bu farkların anlamlı olduklarını göstermektedir (Akıcılık: $t(681.937) = -3.214, p < .008, \eta^2 = 0.014$; toplam yaratıcılık: $t(691.453) = -3.047, p < .008, \eta^2 = 0.013$). Ancak tablo 2’de de verildiği gibi farkların etki büyüklüklerinin küçük oldukları görülmektedir. Analiz sonucunda erkeklerin ve kızların esneklik puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma bulgularına göre, bilimsel yaratıcılığın bileşenlerinden olan hipotez geliştirme becerilerinde kız ve erkek öğrenciler arasında erkekler lehine anlamlı bir farklılık bulunmuş, bilimsel yaratıcılığın diğer becerilerinde ise bir farklılığa rastlanmamıştır. Araştırmanın bulgularına göre, bilimsel yaratıcılıkta erkeklerin lehine küçük de olsa bir farkın söz konusu olduğu sonucuna varılabilir.

Hipotez geliştirme ve hipotez test etme becerileri birbirleri ile ilişkili beceriler olmaları nedeniyle cinsiyet faktörünün her iki beceride de benzer etkiyi göstermesi beklenebilir. Ancak çalışmada hipotez test etme becerilerinde cinsiyet açısından bir farklılık bulunmamıştır. Ortaya çıkan farkı açıklamak için hipotetik nedenler gösterilebilir. Örneğin fark kültürel etmenlerden kaynaklanıyor olabilir. Toplumun kızların ürettikleri fikirlere yeterince değer vermemesi veya kız çocuklarını yeni fikir üretme konusunda yeterince cesaretlendirmemeleri, kız çocuklarının hipotez geliştirme becerilerini bastırması olabilir.

Bilimsel yaratıcılığın ölçümlerinde genel yaratıcılık bileşenleri kabul edilen toplam yaratıcılık ve akıcılık puanlarına göre erkekler lehine anlamlı bir farklılık bulunurken esneklik puanlarında cinsiyete göre anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bilimsel yaratıcılık becerilerindeki cinsiyet farklılıklarını inceleyen Shukla ve Sharma (1986) çalışmanın sonunda erkeklerin akıcılık, esneklik, orijinallik ve toplam bilimsel yaratıcılık puanlarının ortalamalarını kızların ortalamalarına göre daha yüksek bulmuşlardır. Ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde Hu ve diğ. (2010), bilim alanında yaratıcı problem çözme becerilerindeki akıcılık, esneklik ve orijinallik bileşenlerinde cinsiyet açısından bir farklılık olmadığını bulmuşlardır. Bu bağlamda yaratıcılık, esneklik ve toplam yaratıcılık puanlarına göre erkekler lehine bulunan anlamlı bir farklılık bulgusu, alan yazında daha önceden ortaya çıkmış bulgularla çelişmektedir. Bu durum çalışmaların katılımcı gruplarından ya da bilimsel yaratıcılık becerilerini ölçmek için kullanılan testlerin farklılığından kaynaklanıyor da olabilir.

Araştırmanın belirli sınırlılıkları ve sonraki araştırmalar için yol haritası oluşturabilecek çıktıları da bulunmaktadır. Bu çalışma Üstün Yetenekliler Eğitim Programları (ÜYEP)’na başvuran öğrenciler ile sınırlıdır. Türkiye genelinde, bilimsel yaratıcılık becerilerindeki cinsiyet farklılıkları incelenebilir. Bu tür araştırmalarda bilimsel yaratıcılık bileşenlerinin incelenmesi bu alanda cinsiyet farklılıklarına ilişkin yeni bulgular sunabilir ve bu bulgular bilimsel dayanaklı genellemelere ulaşmamıza yardımcı olabilir.

Bilimsel yaratıcılığın gelişimi boylamsal araştırmalarla incelenerek bilimsel yaratıcılığın gelişiminde var olabilecek cinsiyet farklılıklarına ilişkin daha detaylı bir resim ortaya konabilir. Örneğin cinsiyet, gelişimin ve eğitimin belirli kritik dönemlerinde daha etkili roller oynuyor olabilir.

Kaynakça

- Adamson, L. B., Foster, M. A., Roark, M.L., & Reed, D.B. (1998). Doing a science project: Gender differences during childhood. *Journal of Research In Science Teaching*, 35, 845-857.
- Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 11-23.
- Ayas, M. B. (2010). *Bilimsel üretkenlik testinin 6. sınıf düzeyinde psikometrik özelliklerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Cole, J.R. ve Cole, S. (1973). *Social stratification in science*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Cole, J.R ve Zuckerman, H. (1987). Marriage, motherhood and research performance in science. *Scientific American*, 25, 119-125.
- Cole, S. (1979). Age and scientific performance. *American Journal of Sociology*, 84, 958-977.
- Colton, S., & Steel, G. (1999). Artificial intelligence and scientific creativity. *Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour Quarterly*, 102, 1-11.
- Dawson, C. (2000). Upper primary boys' and girls' interests in science: Have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22, 557-70.
- Dimitrov, D. M. (1999). Gender differences in science achievement: Differential effect of ability, response formate and strands of learning outcomes. *School Science and Mathematics*, 99, 445-450.
- Fox, M. F. (2005). Gender, family characteristics, and publication productivity among scientists. *Social Studies of Science*, 35, 131-150.
- Heller, K.A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Hu, W., & Adey, P. A. (2002). Scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Hu, W., Shi, Q. Z., Han, Q., Wang, X., & Adey, P. (2010). Creative scientific problem finding and its developmental trend. *Creativity Research Journal*, 22, 46-52.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge: The MIT Press.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1987). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Levin, S. G., & Stephan, P. E. (1998). Gender differences in the rewards to publishing in academe: Science in the 1970s. *Sex Roles*, 38, 1049-1064.

- Liang, J.C. (2002). *Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan*. Yayınlanmamış doktora tezi. The University of Texas, Austin, Amerika Birleşik Devletleri.
- Long, J., & Fox, E. (1995). Scientific careers: Universalism and particularism. *Annual Review of Sociology*, 21, 45-71.
- Mattern, N., & Schau, C. (2002). Gender differences in science attitude-achievement relationships over time among white middle- school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 324- 340.
- Nakhaie, M. R. (2002). Gender differences in publication among university professors in Canada. *CRSA/ RCSA*, 39, 151-179.
- Nosek, B. A., & diğ. (2009). National differences in gender–science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. *Psychology*, 106, 10593-10597.
- Sak, U. (2010). *Objective measure of creativity in identifying gifted students*. 12th International ECHA Congress’de sunulmuş bildiri. Paris, Fransa.
- Sak, U., & Ayas M. B. (2008). *Test of scientific creativity: It’ s development and psychometric properties*. 4th International Conference on Intelligence and Creativity sunulan bildiri. Münster, Almanya.
- Sak, U., & Ayas M. B. (2009). *BÜT-bilimsel üretkenlik testi: Teorik alt yapısı, geliştirilme süreci ve psikometrik özellikleri*. Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar II. Ulusal Kongresi’nde sunulan bildiri. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Sak, U., & Ayas M. B. (2013). Creative Scientific Ability Test (C-SAT): A New Measure of Scientific Creativity, *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(3), 315-328.
- Shukla, J.P., & Sharma, V.P. (1986). Sex differences in scientific creativity [Öz]. *Indian Psychological Review*, 30(3), 32-35.
- Simonton, D. K. (1988). *Scientific genius: A psychology of science*. New York: Cambridge University Press.
- Simonton, D.K. (2009). Varieties of (scientific) creativity: A hierarchical model of domain-specific disposition, development, and achievement. *Perspectives on Psychological Science*, 4(5), 441-452.
- Smith, T. E. (1992). Gender differences in the scientific achievement of adolescents: Effects of age and parental separation. *Social Forces*, 71, 469-484.
- Stark, R., & Gray, D. (1999). Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21, 633–643.
- Stierna J., & Villalba, E. (2009). Is it possible to measure scientific creativity? Some first elements of reflection. E. Villalba (Ed), *Measuring creativity*, içinde (s. 103-111). Brussels: EC.
- Stumpf, H. (1995). Scientific creativity: A short overview. *Educational Psychology Review*, 7(3), 225-241.
- Trumper, R. (2006). Factors affecting junior high school students’ interest in biology. *Science Education International*, 17, 31–48.

Whittington, K. B., & Smith-Doer, L. (2005). Gender and commercial science: Women's patenting in the life sciences. *Journal of Technology Transfer*, 30, 355–370.