

Bölüm 7

MATEMATİKLE BARIŞMAK: KAYGININ ÖTESİNE GEÇMEK

Ümit KUL¹
Sedef ÇELİK DEMİRCİ²

GİRİŞ

PISA ve TIMSS gibi uluslararası ölçme ve değerlendirme çalışmaları, ülkelerin eğitim politikalarını yön vermek ve öğretim programlarını şekillendirmek için önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmalar, eğitim sistemlerini çeşitli yönlerden izlemek ve öğrenci performansını değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca, öğrenci performansının yanı sıra duyuşsal özellikleri de ölçen anketler aracılığıyla çeşitli faktörleri de incelemektedir. Örneğin, OECD'nin 2019 da yayınladığı rapora göre, 15 yaşındaki öğrenciler arasında matematik kaygısının yaygınlık oranı %30'dur. Matematik kaygısı, bireylerin matematikle olumsuz bir ilişki oluşturmalarına, matematiği öğrenmeyi reddetmelerine ve matematikten kaçınmalarına yol açabilir. Ayrıca matematik kaygısı ve matematik performansı karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilir. Bu nedenle, matematik kaygısının kökenlerini anlamak ve incelemek, matematik kaygısını azaltmaya yönelik eğitim uygulamalarının geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu bölümde, matematik kaygısının tanımı, temel özellikleri, yaygın ölçme yöntemleri, matematik performansı ile ilişkisi, kaygının nedenleri ve azaltma stratejileri ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

MATEMATİK KAYGISININ TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Gough, 1954 yılında yaptığı araştırmada, bireylerin matematikle ilgili duygusal tepkilerini ilk kez 'matematik fobisi' olarak tanımlamıştır. Ancak, Dreger ve Aiken (1957) tarafından bu kavram, daha spesifik olarak "sayı kaygısı" olarak adlandırılmıştır. O tarihten bu yana, matematik kaygısı, psikometrik, deneysel, davranışsal ve nörofizyolojik açılardan incelenen ve araştırılan bir konu olmuştur. Matematik kaygısının doğası hakkında farklı bakış açıları ve kuramlar ortaya

¹ Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, umitkul@artvin.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9242-8009

² Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, sedefcelik@artvin.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-9242-8009

konmuştur. Matematik kaygısını, bir kişinin matematikle ilgili bir görevi yerine getirirken duyduğu korku, gerginlik ve endişe duyguları nedeniyle motivasyonunu ve performansını önemli ölçüde etkileyebilir (Dowker, Sarkar & Looi, 2016; Namkung, Peng & Lin). Matematik kaygısı, birçok ülkede erken çocukluktan yetişkinliğe kadar farklı aşamalarda bireyler üzerinde çeşitli düzeylerde etkiler yaratabilir. Araştırmacılar, matematik kaygısını bireyler ve olaylar arasında değişen bir özellik veya durum olarak (örn. sürekli ve durumluk kaygı) ele alır. Richardson ve Suinn (1972), matematik kaygısını “sayıların kullanımı ile günlük yaşam ve akademik durumlarla ilgili matematiksel problemlerin çözümünü engelleyen gerginlik ve kaygı hissi” olarak tanımlamışlardır. Ashcraft ve Ridley (2005) ise matematik kaygısını “matematik ve matematiksel durumlarla ilişkili olumsuz duygusal tepkiler” olarak tanımlamıştır. Son olarak, Ashcraft (2002) matematik kaygısını, matematikle ilgili materyallere maruz kalmanın neden olduğu ve kişisel, eğitsel ve bilişsel sonuçları etkileyen korku, gerginlik ve endişe duyguları olarak ifade etmiştir.

Matematik kaygısı, birçok farklı özellik içerebilen bir kavramdır ve bu özellikler psikofizyolojik, psikolojik ve davranışsal unsurları kapsayabilir. Klinik araştırmacılar, matematik kaygısını genellikle bir kişinin matematikle ilgili görevlere duygusal tepkiler vererek özsaygısının tehdit edildiği bir durum olarak açıklarlar (Cemen, 1987). Bu tepkiler arasında gerginlik, terleme, matematik problemleri çözerken korku, hayal kırıklığı, çaresizlik, değerlendirmelerde başarısız olma korkusu ve fiziksel rahatsızlık (Lazarus, 1974; Smith, 1997; Tobias, 1978) gibi çeşitli özellikler bulunabilir. Matematik kaygısı, matematikle ilgili görevleri tamamlama sürecinde kişinin kendi matematik yetenekleri hakkında duyduğu korku, endişe veya güvensizlik duyguları nedeniyle deneyimlediği bilişsel olmayan rahatsızlığı ifade eder. Bu açıdan bakıldığında, matematik kaygısını tanımlamanın farklı perspektiflerden ele alınabileceğini söylemek mümkündür. Son zamanlarda, Ashcraft (2019), matematik kaygısının bir kişilik yapısı, bilişsel ve sosyokültürel vb. bir kavram olarak anlaşılabilirliğini öne sürmüştür. Benzer şekilde, matematik kaygısını farklı perspektiflerden tanımlanabileceği anlamına gelmektedir. Bu da matematik kaygısının çok yönlü bir kavram olduğunu gösterir.

Birçok ülkede bireyler arasında matematik kaygısı hala yaygın olarak görülmektedir. Bu kaygı, genellikle genel kaygı düzeyinin yüksek olmayan bireylerde daha yaygın olarak görülmektedir (Passolunghi & ark., 2016). İlk zamanlarda matematik kaygısı tek boyutlu olduğu düşünülmüş ancak zamanla araştırmalar neticesinde çok boyutlu yapıda olduğu görülmüştür. Ayrıca, matematik kaygısı ile sınav kaygısı arasında bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Yılmaz

& Bindak, 2016). Ancak, yapılan araştırmalar, matematik kaygısındaki varyansın üçte ikisine kadarının sınav kaygısı ile açıklanamayacağını göstermektedir. Bu durum matematik kaygısının genel ve sınav kaygısından kısmen ayrı bir yapıda olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bazı araştırmalar matematik kaygısının, genel kaygı, sınav kaygısı ve fen kaygısı gibi diğer kaygı türleri ile benzer özellikler taşıdığını iddia etse de, diğer çalışmalar matematik kaygısının ayrı ve özgün bir yapı olduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, matematik kaygısı ile genel bilişsel beceriler arasında zayıf ilişkili olduğu görünmektedir (Hembree, 1990). Ayrıca düşük, orta ve yüksek IQ'lu bireyler arasında matematik kaygısı da görülmektedir. Matematik kaygısının sosyal, genel ve sınav kaygısından bir şekilde ayrılabilceği, ancak bunlarla ilişkili olabileceği gerçeği hala devam etmektedir (Ashcraft & Moore, 2009).

Matematik kaygısı, bireyler için hem sevimsiz hem de stresli bir duygusal tepki olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte uzun dönemde ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Örneğin, ilk olarak matematik kaygısının tetiklediği olumsuz duyguları kontrol etmek bir matematik dersinde bilişsel kapasitenin kullanımını sınırlamakta ve böylece öğrenme için mevcut olan fırsatları azaltmaktadır. İkinci olarak, matematik kaygısı ve buna bağlı olumsuz duygular genellikle bir matematik görevlerinden önce, onun beklentisiyle yaşanabilir. Bu duygular son derece olumsuz olduğundan, matematikle ilgili deneyimlerin, endişeli beklentisi genellikle 'genel kaçınma' ile ilişkilidir (Ashcraft & Ridley, 2005; Hembree, 1990). Genellikle matematiği içeren durumlardan kaçınmaya çalışmakla sonuçlanır. Örneğin, yüksek matematik kaygısı olan kişiler, matematik derslerden kaçınmakta, matematik ödevlerini yapmakta isteksiz olmakta ve/veya matematik içermeyen bölümleri veya meslekleri daha fazla tercih etmektedirler. Örneğin, üniversite sınavlarında sözel bölümleri tercih eden öğrenci sayısı sayısal öğrenci sayısına göre her geçen yıl daha fazla artmaktadır. Bunun sonucunda uzun vadeli kariyer seçimlerinde olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çünkü yüksek matematik kaygısı olan kişilerin, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yoğunluklu kariyerlerini sürdürme olasılıkları düşüktür (Daker & ark., 2021). Bu durum, uzun vadede matematiksel öğrenme için oluşacak birçok fırsatın kaçırılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca Lyons ve Beilock (2012) tarafından yapılan bir nörogörüntüleme çalışmada, yüksek matematik kaygısı olan bireylerin matematik problemleri çözerken tehdit algılama ve fiziksel acı deneyimi ile ilgili beyin bölgelerini aktivasyonun artırdığını göstermiştir. Bu bulgu, yüksek matematik kaygısı olan insanların bu durumlardan kaçınmaya çalışmasının nedenini açıklamaktadır. Son olarak matematik kaygısı yüksek bireyler çalışma

bellekle ilişkili beyin bölgelerinde daha az aktivasyon görüntülenmektedir (Young, Wu & Menon, 2012). Bilimsel veriler, matematik kaygısının çalışma belleğini bozduğunu ve eldeki matematik görevine müdahale ettiğini doğrulamaktadır.

MATEMATİK KAYGISI NASIL ÖLÇÜLÜR?

Matematik kaygısının ölçülmesi eğitim sürecinin ilk aşamalarında çok önemlidir. Çünkü bu sorunun belirlenmesi, deneysel çalışmaların tasarlanması ve değerlendirmesi ve en önemlisi bu sorunun ele alınması için gerekli adımların atılmasına yardımcı olmaktadır (Cipora, Artemenko & Nuerk, 2019). Matematik kaygısını ölçmek için geliştirilmiş birçok ölçek bulunmaktadır ancak bunların çoğu İngilizcedir. Bu kavramı anlamak ve azaltılması açısından önemlidir, ancak değerlendirilmesi çok zordur (Hembree, 1990). Birçok araştırmacı, matematiksel kaygıyı ölçmek için uzun yıllardır çalışma yapmaktadır. Matematik kaygısına yönelik farklı tanımların mevcut olması öz bildirim ölçeklere dayalı araştırmalara yansımıştır. Bu nedenle birçok ölçme aracı geliştirilmiştir (Alkan, 2018).

Öz bildirime dayalı ilk ölçek, Richardson ve Suinn (1972) tarafından geliştirilen Matematik Kaygı Derecelendirme Ölçeği (MARS)'dir. Bireylerin, matematikle ilgili durumlara yönelik endişelerini ölçmek için 1 ile 5 puan arasında bir skalada derecelendirirler (1 en düşük, 5 en yüksek kaygıyı gösterir). MARS psikometrik olarak geçerli ve güvenilirdir (Suinn & Winston, 2003), ancak uzun ve zaman alıcı olması nedeniyle çok tercih edilmemektedir. Daha sonra MARS'ın revize edilmiş versiyonları çeşitli yaş grupları için (örn; MARS-R, sMARS, MAS-R, MARS-SV, MARS-A, MARS-E ve MAAS) geliştirilmiştir ve yıllarca çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (daha fazla bilgi için bkz Cipora, Artemenko & Nuerk, 2019).

Alanyazında, matematik kaygısını ölçmek için çeşitli ölçekler sunmaktadır. Bunlar arasında, Kısaltılmış Matematik Kaygı Ölçeği (AMAS) eğitim araştırmacıları tarafından tercih edilen bir ölçme aracıdır (Hopko vd., 2003). Bu ölçek, uygun madde sayısı ve kaygıyı en iyi şekilde ölçme özelliği nedeniyle en yaygın kullanılan araçlardan biridir (Caviola & ark., 2017). Bu ölçek, matematik kaygısına ilişkin toplam varyansın %70 oranında açıklayan 9 maddeden oluşmaktadır. Ayrıca öğrenme ve değerlendirme kaygısı olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. AMAS ölçeğinin, Almanca, İspanyolca ve İtalyanca gibi farklı dillere ve kültürel bağlamlara uyarlanmıştır ve psikometrik özellikleri çeşitli çalışmalar tarafından doğrulanmıştır (Cipora, Artemenko & Nuerk, 2019). Ayrıca AMAS'ın önemi, çeşitli yaş grupları için matematik kaygısına ilişkin uygun bir ölçüm aracı olmasıdır (Cipora & ark., 2022). Bununla birlikte, matematik kaygısı ile ilgili ölçek geliştirme

ve uygulama çalışmalarının çoğu gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilmiştir. Ancak, bu ölçeklerin bazıları çocuklara yönelik uygun olmayabilir veya geçerlilikleri konusunda yeterli kanıtlar sunmayabilmektedir. Bu nedenle, Birleşik Krallık'ta Carey ve arkadaşlarının 2017 çalışması, Kısaltılmış Matematik Kaygısı Ölçeği (AMAS) üzerinde dil ve içerik değişiklikleri yapmanın gerekliliğini vurguluyor ve bu değişikliklerin, özellikle 8-13 yaş arası İngiliz çocukları için daha uygun bir matematik kaygısı ölçeği olan m-AMAS'ı oluşturmayı amaçladığını belirtiyor. Ayrıca, m-AMAS'ın psikometrik özelliklerini değerlendirdiklerini ve ölçeğin toplam puan, Matematik Öğrenme Kaygısı (MÖK) ve Matematik Değerlendirme Kaygısı (MDK) için yüksek iç tutarlılık ve güvenilirlik gösterdiğini belirtiyorlar. Ayrıca, m-AMAS'ın farklı dillere çevrildiği çalışmalarda, ölçeğin iki faktörlü yapısının tekrar doğrulandığını belirtiyor. Görüldüğü gibi matematik kaygısının farklı kültürel bağlamlarda değerlendirmenin mümkün olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. M-Amas Ölçeğinin Maddeleri

Aşağıdaki belirtilen durumlarla karşı karşıya geldiğinizde hissedeceğiniz kaygıyı 1'den 5'e kadar derecelendiriniz. (1; az kaygılanırım, 5; çok kaygılanırım).	1 (Az)	2	3	4	5 (Çok)
Bir matematik testini tek başına yaparken					
Matematik sınavından bir gün önce sınavı düşünürken					
Öğretmenin tahtada matematik problemi çözmelerini izlerken					
Matematik sınavını yaparken					
Çok sayıda zor soru içeren ve ertesi gün teslim edilmesi gereken bir ödev olduğunu öğrendiğimde					
Matematik öğretmeninin uzun süreli bir ders anlatımını dinlerken					
Sınıf arkadaşım bir matematik problemini bana açıklarken					
Matematik dersinde sürpriz bir sınavla karşılaştığımda					
Matematikte yeni bir konuya başlarken					

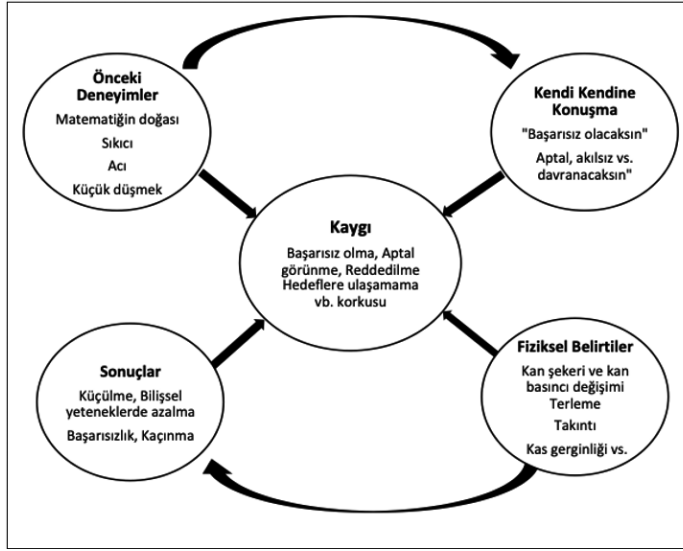
Matematik kaygısının ölçülmesinde öz-bildirime dayalı ölçeklerin kullanımının çok sayıda yararı olabilmektedir. Ancak, öz-bildirime dayalı ölçeklerin güvenilirliğine ilişkin şüphe duyulabilmektedir. Yani bazı kişiler veya gruplar

ölçeklerdeki yer alan matematik kaygısına ilişkin maddeleri diğerlerine göre farklı derecelerde kabul etme ihtimalleri vardır. Örneğin, sürekli kaygı türü için öz bildirim dayalı ölçeklerde kadınların erkeklere göre daha yüksek kaygı düzeyine sahip oldukları görülmüştür. Bunun nedeni kadınların endişeli olduklarını daha çok kabul etmeleri (Hembree, 1990) veya gerçekte daha yüksek sürekli kaygı düzeylerine sahip olmalarıdır. Gözel (2022) yaptığı meta analiz çalışmasında kadınların erkeklere göre daha yüksek matematik kaygısı düzeyine sahip olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmaların çoğu öz-bildirim dayalı ölçme yöntemlerini kullanmıştır ve bu yöntemlerin cinsiyet yanlılığının olduğu düşünülmektedir. Bu sorunu çözmek için Rubinsten ve ark., (2012) öz bildirim dayalı olmayan yöntem kullanarak matematik kaygısını ölçmeye çalışmıştır. Sonuç olarak, kadınların daha yüksek matematik kaygısı düzeyine sahip olduğunu tespit etti. Matematik kaygısındaki bu cinsiyet farkı, matematik gibi uzmanlık gerektiren ilgili bölümleri tercih eden kadın sayısının az olmasının nedenlerinden biri olabilir. Şimdiye kadar matematik kaygısı üzerine yapılan araştırmaların çoğu, özellikle üniversite öğrencileri olmak üzere genç yetişkinler üzerinde yapılmıştır. Son zamanlarda küçük yaş grubu çocuklar için daha fazla matematik kaygısı ölçeği geliştirilmiştir (Primi & ark., 2020; Wu & ark, 2012). Bu nedenle, matematik kaygısı ile cinsiyet arasındaki ilişkiyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

MATEMATİK KAYGISININ NEDENLERİ VE DÖNGÜSEL MODELİ

Matematik kaygısının tek bir sebebe bağlı olmadığı, oluşumunda birden fazla etmenin neden olduğu ifade edilmektedir. Mitchell (1991) tarafından öne sürülen matematik kaygısı modeline göre, matematiğin doğası, sıkıntılar, acılar ve aşagılanma dahil olmak üzere bireyin matematiğe ilişkin önceki deneyimleri tümü doğrudan veya dolaylı olarak matematik kaygının kaynağı olabilmektedir. Önceki yaşanan olumsuz deneyimlerden kaynaklı bireyin kaygıya neden olan olay hakkında olumsuz tutum takınması, kendi kendine konuşması veya kendinden şüphe duyması gibi bir aşamada yer almaktadır. Bu aşamada birey bir veya birden daha fazla matematiğe yönelik korkular geliştirebilir. Bu korkular genellikle başarısız olma, hata yapma korkusu, aşagılanma, yetersizlik hissetme ve hedeflere ulaşamama korkusu gibi çeşitli durumları kapsamaktadır. Bununla birlikte kaygı durumu bireyde bazı fiziksel belirtilere (kan şekeri ve kan basıncı değişimi, terleme, takıntı, kas gerginliği vs.) neden olabilmektedir. Son aşamada, bireyin bilişsel yeteneklerinde azalma, başarısızlık ve kaçınma gibi çeşitli olumsuzluklarla karşılaşması beklenir. Bu olumsuzluklar, matematik kaygısının

döngüsel sürecinin tekrar başlamasına neden olabilir. Sonuç olarak, eğitim ve toplumsal alanda, matematik korkusu ve matematiği asla başaramayacaklarına dair öğrenilmiş çaresizlik duygusuyla kapılmış karamsar insanların sayısının artmasına yol açabilmektedir.



Şekil 1. Matematik Kaygısının Oluşma Süreci (Mitchell, 1991, s.17)

Matematik kaygısının oluşması farklı nedenlerden de kaynaklanabilir ve birbirleriyle etkileşim içerisinde olabilir. Bu nedenlerden bazıları; matematik dersinin yapısı, bireyin matematik yeteneği, çalışma belleği, genetik yapısı, öğrenme stili, öz yeterliği, aile çevresi ve tutumu, öğretmenlerin tutumları ve öğretme yaklaşımları, ölçme ve değerlendirme şekilleri, matematik kaygısını etkileyebilmektedir (Alkan, 2011; Ma, 1999; Passolunghi & ark., 2016; Wang & ark., 2014). Örneğin, matematik dersinin doğası öğrencilerin matematik kaygısını artıran nedenlerden biridir. Matematik disiplinin kendine özgü terminolojiye sahip olması, diğer alanlardan daha çok zihinsel ve bilişsel beceri gerektirmesi, soyut yapısı, sadece tek bir yol ya da doğru olması gibi faktörler matematiğe yönelik kaygı duymaya yol açmaktadır. Bu faktörler matematik disipline yönelik olumsuz tutum geliştirerek, kaygıya neden olabilmektedir. Ayrıca matematik dersinin içeriği ve yapısının yanı sıra öğretmenlerin derste uyguladığı öğretim yöntemleri ve sınavlar, uyguladığı ölçme ve değerlendirme yaklaşımları da bireylerin matematik kaygılarının artmasına neden olabilmektedir. Ezbere dayalı bilgileri ölçen, sonuç odaklı değerlendirmeler ve yeterli somut materyal kullanılmayan derslerde

öğrenciler matematik kaygısı yaşarken, alternatif yöntemlerin kullanıldığı derslerde bu kaygı daha az olmaktadır. Ayrıca eğer bir öğretmen matematikte başarısız olan öğrencilere eleştirici bir tutumla yaklaşırsa veya uygun olmayan öğretim yöntemleri kullanırsa, bu kaygıya daha da artırabilmektedir (Bekdemir, 2007). Bu nedenle, öğretmenlerin öğretim yöntemlerini ve sınav uygulamalarını matematik kaygısını azaltacak şekilde düzenlemesi gerekmektedir.

Aynı zamanda, aile çevresindeki tutumlar ve bireyin kendini yetersiz hissetmesi de matematik kaygısını etkileyebilmektedir. Öğrencilerdeki ilk matematik kaygısı, genellikle okul döneminde yaşadıkları çeşitli olumsuz deneyimlerle ortaya çıkar (Jackson & Leffingwell, 1999). Matematik kaygısı, ilkokuldan başlayarak yetişkinliğe kadar çeşitli gelişim aşamalarında mevcut olup seviyesini artırarak devam etmektedir (Caviola & ark., 2022). Yapılan araştırmalar, matematik kaygısının sebeplerinin sıklıkla durumsal, kişisel ve çevresel etkenler olduğunu göstermektedir (Alkan, 2011; Baloğlu & Koçak, 2006). Matematik kaygısı, durumsal, kişisel ve çevresel nedenlerle ilişkilendirilebilir. Durumsal nedenler matematiğin yapısı ve öğretimiyle bağlantılıdır, kişisel nedenler ise bireyin duygusal ve psikolojik özellikleriyle ilgilidir. Çevresel nedenler ise bireyin önceki algıları, tutumları ve birikimlerine bağlıdır. Dolayısıyla, matematik kaygısına neden olan faktörlerin belirlenmesi ve uygun adımların atılması önemlidir. Çünkü matematik kaygısını azaltmak için farklı yaklaşımların kullanılması gerekmektedir.

MATEMATİK KAYGISI İLE AKADEMİK BAŞARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Matematik öğrenmeyi ve matematik başarısını engelleyen en önemli duyuşsal faktörlerden birisi de matematik kaygısıdır (Beilock & Maloney, 2015). Matematik kaygısının, biyolojik (örneğin, genetik), eğitimsel (örneğin, öğretim yöntemleri ve okul deneyimleri), bilişsel (örneğin, çalışma belleği eksiklikleri) ve nörolojik faktörlerden (örneğin, frontal ve parietal beyin bölgelerinde düşük aktivite) etkilenebileceğini gösteren birçok araştırma bulunmaktadır (Dowker, Sarkar & Looi, 2016). Bu araştırmaların sonuçları, matematik kaygısının öğrenci başarıları ile güçlü bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Hembree (1990) matematik kaygısının, matematik performansın düşmesine (sayma, sayı karşılaştırma ve dört işlem vb.) ve matematikten kaçınma gibi durumların oluşmasına neden olduğunu belirtmiştir. Çok sayıda çalışmada, matematik kaygısı ve matematik performansı arasında negatif yönde doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Ma, 1999; Wu & Menon, 2012). Aksine bazı durumlarda (örn. motivasyonun iyi olduğu durumlarda) matematik kaygısı başarı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu tespit

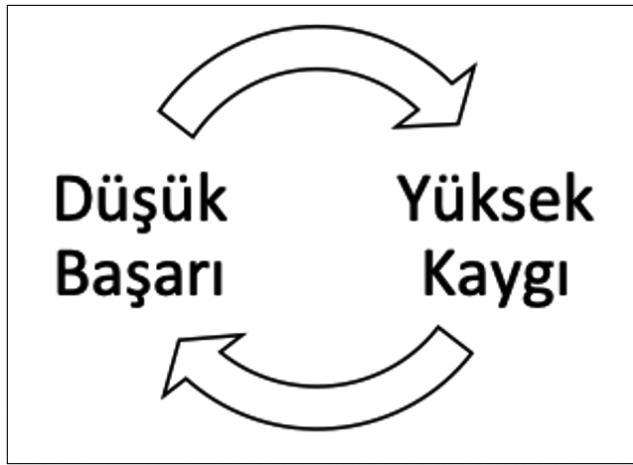
etmişlerdir (Wang & ark., 2015). Bununla birlikte matematik kaygısı yüksek olan çocuklar ve yetişkinler de daha düşük matematiksel performans gösterdiği bildirilmiştir. Bu ilişki tutarlı bir şekilde gözlemlenirken, ilişkinin önerilen yönünde bir belirsizlik vardır: Başka bir ifadeyle matematik kaygısı insanların matematik performansının düşmesine mi sebep oluyor, yoksa matematikte düşük performans sahip olmak insanların daha fazla kaygı duymasına neden olduğu tartışmalı bir konudur. Bu bağlamda matematik kaygısı ile matematik başarısı arasındaki ilişkinin olası yönleri Eksiklik Teorisi ve Kaygı Azaltıcı Teori olmak üzere iki farklı teori ile açıklanacaktır.

Eksiklik Teorisi (The deficit theory), matematik kaygısı sahip bireylerin matematik becerilerinin yetersiz olduğu ve bu yüzden kaygı duyduklarını öne sürmektedir. Bu teori, matematik kaygısı olan kişilerin matematik dersinde başarısız olmalarının bir sonucu olduğunu ve bu durumun kaygıyı daha da artırdığını öne sürmektedir. Aslında bu teori, yüksek matematik kaygısı olan bireylerin doğal yeteneklerinin ve/veya uygun eğitim ve öğretimin yokluğundan matematikte başarılı olamayacağını öne sürmektedir. Örneğin, matematiksel öğrenme güçlüğü olan çocukların, normal gelişim gösteren çocuklara göre daha yüksek düzeyde matematik kaygısına sahip olduğunu görülmüştür (Rubinsten & Tannock, 2010). Boylamsal araştırmalar, matematikteki düşük performansın bir sonraki okul döneminde de daha yüksek matematik kaygısıyla bağlantılı olabileceğini göstermiştir (Ma & Xu, 2004). Diğer yandan, matematik kaygısı olan yetişkinlerin temel aritmetik becerisi ile ilgili sorunları olabileceği öne sürülmüştür, bu da performanslarının çok erken bir aşamada (yani matematik kaygısı geliştirmeden önce) düşmüş olabileceğini göstermektedir. Ancak, bazı çalışmalar ilkökul çocuklarında matematik kaygısı ile hesaplama yeteneği arasındaki bir ilişkinin bulunmadığını göstermiştir (Krinzinger, Kaufmann & Willmes, 2009). Aynı zamanda, matematik başarısının tüm düzeylerinde yüksek matematik kaygısı bildirilmiştir (Wu & Menon, 2012).

Kaygı Azaltıcı Teorisine (The debilitating theory) göre, matematik kaygısı ve matematik performansı arasındaki bağlantı, yüksek kaygının matematik becerilerini öğrenme ve hatırlama üzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Matematik kaygısının matematik performansı üzerinde farklı düzeyde etkisi olabilir. İlk olarak, matematik kaygısına sahip bireyler, matematikle ilgili bir durumdan önce matematik kaygısını öngörmekte ve bu da matematikle ilgili görevlerden kaçınmaya yol açmaktadır. Uzun vadede ise, matematiksel öğrenmeye yönelik isteklerinin düşmesine neden olabilmektedir ve sonuç olarak bu da matematik performansını düşürmektedir. Ortaya çıkan

bu kaygı, öncelikle öğrencilerde güven eksikliği ve motivasyon düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu durumdaki öğrenciler ilkokuldan başlayarak matematikten kaçınma ve ileri eğitim kademelerinde başarısızlık yaşama eğilimindedirler (Jackson & Leffingwell, 1999). Ortaya çıkan bu kaygı, öncelikle öğrencilerde güven eksikliğine ve motivasyon düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu durumdaki öğrencilerin, ilköğretimden başlayarak daha ileri eğitim kademelerinde matematikten kaçınmalarına ve başarısızlıklarına neden olmaktadır (Jackson & Leffingwell, 1999). Örneğin, matematik kaygısı olan kişilerin matematik içerikli dersleri tercih etme olasılıkları ve sınav soruları cevaplama süreleri daha düşük ancak yanlış cevap verme eğilimleri daha yüksektir.

Eğer yukarıdaki durumlardan kaçınılmazsa, matematik kaygısı öğrenme ve hatırlamaya çalıştıkları şeylerden uzaklaşmasına neden olabilmektedir. Yüksek matematik kaygısı olan kişiler, matematikle ilgili durumun yarattığı kaygılı düşüncelerden uzaklaşmaktan zorlanırlar (Ashcraft & Ridley, 2005). Kaygı, beynin işler belleğini etkileyen dikkat dağıtıcı ve zihin bulandırıcı düşünceler üretir. Bu durum matematik öğrenme fırsatları sırasında bireyin işler belleğin kaynaklarının (örn. çalışma belleği) belli bir kısmının kısıtlanmasına neden olur. Bunun sonucunda ise matematik kaygısı yüksek olanların işler belleklerinin (bilgi depolama, işleme ve manipülasyon için kullanılan bellek) daha zayıf olduğunu ve matematik kaygısı olanların çözmek için yüksek düzeyde çalışma belleği gerektiren sorularda özellikle başarısız olduğunu göstermektedir (Ashcraft & Krause, 2007).



Şekil 2. Matematik kaygısı ile matematik başarısı arasındaki ilişkiye yönelik model

Sonuç olarak, matematik kaygısı ve matematik performansı arasında karşılıklı bir etkileşim olduğundan, bu yüzden “Çift Yönlü Teori”yi (Reciprocal Theory) geliştirilmiştir (Bknz: Şekil 2). Buna göre yüksek matematik kaygısı, performansın düşmesine neden olabilir ve düşük performans da matematik kaygısını artırabilir (Carey vd., 2016). Bu nedenle, matematik kaygısı ve performans arasındaki ilişki bir döngü oluşturabilir ve bu döngüyü kırmak için müdahil olunması gerekebilmektedir.

MATEMATİK KAYGISINI AZALTMA YOLLARI

Matematik kaygısının azaltılması konusunda özellikle öğretmenlere, okullara ve ebeveynlere önemli sorumluluklar düşmektedir. Öğretmenlerin bireylerin matematik kaygısı üzerinde derin etkisi olduğu bilinmektedir (Blazer, 2011). Matematik kaygısı, özellikle ilkokulda yaşanan olumsuz deneyimlerinden kaynaklanmaktadır ve yıllar sonra bile matematiğe karşı kaygılı olmalarına neden olabilmektedir. Bu nedenle araştırmalar, öğretmenlerin öğrencilerdeki matematik kaygısını azaltmak ve matematik başarısını artırmak için öncesinde çeşitli stratejiler kullanabileceğini ortaya koymuştur. İlk olarak öğretmenlerin öğrencilerin matematik kaygısını azaltmak için güçlü matematik becerileri ve olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olacak etkinlikler uygulamaları gerekmektedir. Örneğin, soyut matematiği gerçek hayatla ilişkilendirerek öğrencilerin matematiği önemli ve yararlı bir araç olarak görmelerini sağlayabilirler. Eleştirel düşünme ve aktif öğrenmeyi teşvik ederek matematik kaygısını azaltabilirler. Öğretmenlerin sınıfta işbirlikçi öğrenme grupları, mizahi karikatürleri kullanılması, sanal/somut manipülatifler ve teknoloji kullanımı dahil olmak üzere geleneksel olmayan öğretim yöntemlerini kullanılması da öğrencilerin matematik kaygısını azaltabilmektedir (Blazer, 2011). Öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenme stillerine uygun, sınıfta güvende hissedecekleri bir öğrenme ortam oluşturmaları, öğrencileri utandırıcı durumlardan kaçınmaları ve matematik kaygısı olan öğrencilere alternatif öğrenme yöntemleri sunmaları da önemlidir (Ashcraft vd., 2007). Bu süreçte öğretmenlerin kendi matematik kaygılarından arınmaları da ayrıca önem arz etmektedir.

Tamamlayıcı bir araştırma yapılırsa da, araştırmalar ebeveyn tutumlarının çocukların matematikle ilgili kaygılarını etkilediğini göstermektedir (Blazer, 2011). Bu nedenle, anne babaların çocuklarına matematikle ilgili olumsuz tutum sergilememesi çok önemlidir. Ebeveynlerin matematik korkularını yenmeleri ve çocuklarına bu korkuları aktarmaktan kaçınmaları gerekmektedir. Ebeveynler,

gerçekçi beklentilere sahip olmaları, çocuklarının matematik gelişimini izlemeli ve gerektiğinde destek olmalıdır. Ebeveynler, hata yapmanın, matematik öğreniminin doğal bir parçası olarak görmeleri ve çocuklarına matematikte başarılı olabileceklerine inandıklarını söylemeleri çok önemlidir. Aileler, çocuklarına matematik öğrenmenin değerini anlamalarına yardımcı olmak için matematiğin günlük hayatta kullanımını göstermelidirler. Özetle, ebeveynler çocuklarının matematikle ilgili kaygılarını belirlemede çok önemli bir rol oynamaktadır. Pozitif tutum sergilemek, gerçekçi beklentiler olan bir yaklaşım benimsemeleri ve teşvik etmeleri, matematikte hatalara izin vermeleri vs. çocukların matematiksel kaygılarını azaltma da yardımcı olabilmektedir. Buna ilaveten, ev-okul işbirliği, matematik kaygısını azaltmada önemli bir rol oynayabilir. Ebeveynler, çocuklarına matematikte günlük yaşamda nasıl kullanılacağına dair pratik örnekler göstererek, matematiğin gerçek hayattaki önemini vurgulamalıdır. Ayrıca, ebeveynler, öğretmenlerle düzenli olarak iletişim kurarak, çocuklarının matematik becerileri hakkında bilgi edinmelidir. Ebeveynler, çocuklarının matematik öğrenme sürecine dahil olmaları ve öğrenmelerine yardımcı olmak için evde matematik oyunları ve aktiviteleri organize etmelidirler (Maloney & Beilock, 2012). Okullar ise, öğrencilerin sayı duygusunu ve uzamsal yeteneklerini güçlendiren atölye çalışmaları ve öğretmenler için matematik kaygısı üzerine profesyonel gelişim kursları düzenlemeleri faydalı olacaktır. Ayrıca, ev-okul işbirliği, matematik kaygısını azaltmada önemli bir rol oynayabilmektedir.

Matematik kaygısını doğrudan azaltmayı amaçlayan çalışmalar da mevcuttur. Örneğin, sistematik duyarsızlaştırma, rahat bir durumu koruyan ve kaygı üreten bir uyarana kademeli olarak maruz kalmanın etkili bir tedavisi olarak tanımlanmıştır (Zettle, 2003) ve matematik performansının iyileşmesini sağlayacağına dair kanıtlar ortaya konmuştur. Hembree (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, bireysel rahatlama veya grup danışmanlığının, matematik kaygısını azaltmada ya da matematik performansı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmada etkili olmadığını ortaya koymuştur. Ancak Brunyé ve ark. (2013), yüksek matematik kaygısı olan öğrencilerde nefes egzersizinin matematik performanslarının artmasına yardımcı olduğu bildirmişlerdir. Park ve ark. (2014) ise, matematik kaygısını azaltmak için yansıtıcı metin yazma yolunu tavsiye etmişlerdir. Öğrencilere bir matematik görevi gerçekleştirilmeden önce, 7 dakika boyunca matematik problemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini mümkün olduğunca detaylı bir şekilde yazmaları istenmiştir. Yansıtıcı yazma yöntemini uygulayan yüksek matematik kaygısı olan öğrenciler, yansıtıcı yazma etkinliğine katılmayan yüksek matematik kaygısı olan öğrencilere göre daha iyi performans göstermişlerdir. Araştırmacılar, matematikle ilgili bir

görevi yerine getirmeden önce yazılı olarak endişelerin ifade edilmesinin, görev sırasında endişelerin dikkat dağıtmasını azalttığını ve rahatlamalarına yardımcı olduğunu öne sürmüştürler. Örneğin, bir matematik sınavından önce yansıtıcı yazı yazmak sınıflarda uygulanabilir. Şu anda mevcut olan en umut verici tekniklerden biri olabilmektedir.

KAYNAKÇA

- Alkan, V. (2011). Etkili matematik öğretiminin gerçekleştirilmesindeki engellerden biri: kaygı ve nedenleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (29) , 89-107. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11114/132892>
- Alkan, V. (2018). A Systematic Review Research: 'Mathematics Anxiety' in Turkey. *International Journal of Assessment Tools in Education* , 5(3) , 567-592. Doi: 10.21449/ijate.445919
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. Doi: 10.1111/1467-8721.00196
- Ashcraft, M. H. (2019). Models of math anxiety. In I. C. Mammarella, S. Caviola, & A. Dowker (Eds.), *Mathematics anxiety: What is known and what is still to be understood* (pp. 1–19). Routledge/Taylor & Francis Group. Doi: 10.4324/9780429199981-1
- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197–205. Doi: 10.1177/0734282908330580
- Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 315–327). Psychology Press.
- Ashcraft, M. H., Krause, J. A., & Hopko, D. R. (2007). Is math anxiety a mathematical learning disability? In D. B. Berch & M. M. M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities* (pp. 329–348). Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Ashcraft, M.H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 243-248.
- Baloglu, M., & Koçak, R. (2006). A multivariate investigation of the differences in mathematics anxiety. *Personality and Individual Differences*, 40(7), 1325–1335. Doi: 10.1016/j.paid.2005.10.009
- Baloğlu, M. (2001). Matematik korkusunu yenmek. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 59-76.
- Beilock, S. L., & Maloney, E. A. (2015). Math anxiety: A factor in math achievement not to be ignored. *Behavioral and Brain Sciences*, 2(1), 4-12. Doi: 10.1177/2372732215601438
- Bekdemir, M. (2007). İlköğretim matematik öğretmen adaylarındaki matematik kaygısının nedenleri ve azaltılması için öneriler: Erzincan Eğitim Fakültesi Örneği. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 131-144.
- Blazer, C. (2011). Strategies for reducing math anxiety. *Information Capsule*, 1102, 1-8.: Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED536509.pdf>
- Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., & Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the ne-

- gative emotions accompanying math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 27, 1-7. Doi: 10.1016/j.lindif.2013.06.008
- Carey E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6, 1987. Doi: 10.3389/fpsyg.2015.01987 .
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in Psychology*, 8(JAN), 1–13. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.00011
- Caviola, S., Primi, C., Chiesi, F., & Mammarella, I. C. (2017). Psychometric properties of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) in Italian primary school children. *Learning and Individual Differences*, 55, 174–182. Doi: 10.1016/j.lindif.2017.03.006
- Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szűcs, D., & Mammarella, I. C. (2022). Math performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: A meta-analysis on 906,311 participants. *Educational Psychology Review*, 34(1), 363–399. Doi: 10.1007/s10648-021-09618-5
- Cemen, P. B. (1987). *The nature of mathematics anxiety*. Stillwater: Oklahoma State University.
- Cipora, K., Artemenko, C., & Nuerk, H.-C. (2019). Different ways to measure math anxiety. In I. C. Mammarella, S. Caviola, & A. Dowker (Eds.), *Mathematics anxiety: What is known and what is still to be understood* (pp. 20–41). Routledge/Taylor & Francis Group. Doi: 10.4324/9780429199981-2
- Cipora, K., Santos, F. H., Kucian, K., & Dowker, A. (2022). Mathematics anxiety—where are we and where shall we go? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1513(1), 10-20. Doi: 10.1111/nyas.14770
- Daker, R. J., Gattas, S. U., Sokolowski, H. M., Green, A. E., & Lyons, I. M. (2021). First-year students' math anxiety predicts STEM avoidance and underperformance throughout university, independently of math ability. *Nature Partner Journals Science of Learning*, 6(17). Doi: 10.1038/s41539-021-00095-7
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508. Doi: 10.3389/fpsyg.2016.00508
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R., Jr. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48(6), 344–351. Doi: 10.1037/h0045894
- Gough, M. F. (1954). *Mathemaphobia: Causes and treatments*. Clearing House, 28, 290-294.
- Gözel, E. (2022). Mathematics anxiety by gender: A meta-analysis study. *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 7(19), 2460-2505. Doi: 0.35826/ijoecc.603
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of anxiety mathematics. *Journal of Research in Mathematics Education*, 21, 33–46. Doi: 10.2307/749455
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The abbreviated math anxiety scale (AMAS) construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. Doi: 10.1177/1073191103252351
- Jackson, C.D., & Leffingwell, R.J. (1999). The role of instructors in creating mathematics anxiety in students from kindergarten through college. *Mathematics Teacher*, 92, 583-586.
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., & Willmes, K. (2009). Math anxiety and math ability in early primary school years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27, 206-225.

- Lazarus, M. (1974) Mathophobia: some personal speculations. *National Elementary Principal*, 53, 16-22.
- Lyons, I. M., & Beilock, S.L. (2012). When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PLOS ONE*, 7(10), e48076.
- Ma, X. (1999). A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(5), 520-540. Doi: 10.2307/749772
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27, 165-179.
- Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(8), 404-406. Doi: 10.1016/j.tics.2012.06.008
- Mitchell, C. (1991). *Math anxiety: what it is and what to do about it*. Kendall Hunt Pub Co.
- Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The relation between mathematics anxiety and mathematics performance among school-aged students: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(3), 459-496. Doi: 10.3102/0034654319843494
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019). PISA 2018 Results (Volume I): *What students know and can do*. Paris: Author, Doi: 10.1787/5f07c754-en
- Park, D., Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 20, 103-111. Doi: 10.1080/0260293042000160384
- Passolunghi, M. C., Caviola, S., De Agostini, R., Perin, C., & Mammarella, I. C. (2016). Mathematics anxiety, working memory, and mathematics performance in secondary-school children. *Frontiers in Psychology*, 7(42). Doi: 10.3389/fpsyg.2016.00042
- Primi, C., Donati, M.A., Izzo, V.A., Guardabassi, V., O'Connor, P.A., Tomasetto, C., & Morsanyi, K. (2020). The Early Elementary School Abbreviated Math Anxiety Scale (the EES-AMAS): A New Adapted Version of the AMAS to Measure Math Anxiety in Young Children. *Frontiers in Psychology*, 11(1014), 1-11. Doi: 10.3389/fpsyg.2020.01014
- Richardson, F. C., & Suinn, R.M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554. Doi: 10.1037/h0033456
- Rubinsten, O., & Tannock, R. (2010). Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. *Behavioural and Brain Functions*, 6, 46.
- Rubinsten, O., Bialik, N., & Solar, Y. (2012). Exploring the relationship between math anxiety and gender through implicit measurement. *Frontiers in Human Neuroscience* 6(279), 1-11. Doi: 10.3389/fnhum.2012.00279
- Smith, S. (1997). *Early childhood mathematics*. Boston: Allyn & Bacon.
- Suinn, R. M., & Winston, E. H. (2003). The mathematics anxiety rating scales, a brief version: Psychometric data. *Psychological Reports*, 92, 167-173.
- Tobias, S. (1978). *Overcoming Math Anxiety*. New York: W.W. Norton
- Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M., & Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 55(9), 1056-1064. Doi: 10.1111/jcpp.12224

- Wang, Z., Lukowski, S. L., Hart, S. A., Lyons, I. M., Thompson, L. A., Kovas, Y., Mazzocco, M. M., Plomin, R., & Petrill, S. A. (2015). Is Math Anxiety Always Bad for Math Learning? The Role of Math Motivation. *Psychological science*, 26(12), 1863–1876. Doi: 10.1177/0956797615602471
- Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Frontiers in Psychology*, 3(162), 1-11. Doi: doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162
- Wu, S., & Menon, V. (2012). Scale for Early Mathematics Anxiety (SEMA) in Young Children. Retrieved from <http://www.scsnl.stanford.edu>
- Yılmaz, H. R., & Bindak, R. (2016). Ortaokul öğrencilerinde matematik başarısının matematik kaygısı, sınav kaygısı ve bazı demografik değişkenlerle ilişkisinin incelenmesi . *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 3(2), 16-32. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/muefd/issue/40190/478486>
- Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychological Science*, 23(5), 492-501.
- Zettle, R.D. (2003). Acceptance and commitment therapy (ACT) vs. system desensitization in treatment of mathematics anxiety. *The Psychological Record*, 53, 197-215.