

Lise Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Stilleri

Dilek KIRBAŞ

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Figen UYSAL

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Özet

Bu çalışmanın amacı lise öğrencilerinin problem çözme sürecinde hangi düşünme yollarını yani hangi matematiksel düşünme stillerini tercih ettiklerini ortaya çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda tarama modeli araştırma yöntemi olarak seçilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Suwarsono (1982) tarafından geliştirilmiş ve Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilip geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış Matematik İşlem Testi (MİT) kullanılmıştır. Bu test Matematik İşlem Testi 1 (MİT 1) ve Matematik İşlem Testi 2 (MİT 2) olmak üzere iki bölümden oluşmakta ve her bir bölümde 15 matematik problemi yer almaktadır. MİT 2'de yer alan problemler MİT 1'deki problemlere nazaran daha zor olarak değerlendirilmektedir. Çalışma grubu Marmara bölgesinde yer alan bir ilde öğrenim gören on dört lise 10. ve 12. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Katılımcılardan elde edilen verileri analiz etmek için Suwarsono (1982) tarafından geliştirilen "Çözüm Anahtarı" kullanılmıştır. Lise öğrencilerinin problem çözme sürecinde tercih ettikleri matematiksel stillerini belirlemek için katılımcılara uygulanan Matematik İşlem Test'inden elde edilen verilere göre öğrencilerin sözü edilen testten en düşük 39, en yüksek 50 puan aldıkları görülmektedir. Bu puanların MİT 1'de 20 ve 25, MİT 2'de 18 ve 25 olduğu görülmektedir. Çalışmanın sonucuna göre katılımcıların soru tipi zorlaştıkça analitik çözüm yaklaşımını daha fazla tercih ettikleri, görsel ve harmonik yaklaşımı tercih edenlerin sayısında azalış olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına dayanarak çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel düşünme, düşünme stilleri, analitik düşünme, görsel düşünme

Giriş

İnsanın doğasında var olan ve diğer canlılardan ayıran en önemli olgulardan biri düşünebilmedir. Yıldırım (2015), düşünmeyi bir sorunu ya da problemi çözme etkinliği olarak tanımlamakta ve aynı zamanda anlamayı ortaya çıkaran bir süreç olarak görmektedir. Düşünmeyi geliştiren en önemli araçlardan biri (Tural, 2005), bir düşünme biçimi ve birtakım düşünme alışkanlıkları (Baki, Güven ve Karataş, 2002) olarak görülen matematik de bu bağlamda kendine özgü bir düşünmeye sahiptir. Matematiksel düşünme olarak karşımıza çıkan bu olgu en genel anlamda matematiksel teknikleri, kavramları ve süreçleri doğrudan veya dolaylı olarak problem çözerken kullanma olarak ele alınmaktadır (Henderson vd., 2003). Dolayısıyla her bir problem çözme etkinliği matematiksel düşünme ile birlikte ele alınabilir. Bununla birlikte matematik sınıflarında yer alan öğrencilerin çeşitliliği yani bireysel farklılıklar bizi problem çözme sürecinde öğrencilerin matematiksel bilgiyi nasıl ele aldığı ile ilgili farklı yolların olabileceği hakkında düşünmeye sevk eder (Huincahue vd., 2021). Bazı öğrenciler matematiksel bir görev ile ya da bir problem ile karşılaştığında cebirsel ya da fonksiyonel cevapları tercih ederken bazıları da görsel/şekilsel yaklaşımları tercih edebilir. Bireylerin matematiksel düşünme süreçlerinde kullandıkları bu farklı yaklaşımlar, matematiksel düşünme stili olarak ele alınmaktadır (Akçakın ve Kaya, 2020). Matematiksel düşünme stilleri kişinin matematikte ne kadar iyi olduğu ile ilgili olmayıp matematiği anlamlandırmada ve öğrenmede neleri tercih ettiği, neleri sevdiği ile ilgilidir (Borromeo Ferri, 2012, 2015). Bu yaklaşım Sternberg'in (1997) düşünme stilleri teorisine dayanır. Sternberg'e (1997) göre, düşünme stili yetenek değil, düşünme yoludur yani yeteneklerini kullanmak için kişinin seçtiği yoldur.

Literatürde matematiksel düşünme stili ile ilgili farklı sınıflandırmalar olduğu görülmektedir. Örneğin Krutetskii (1976) analitik/biçimsel, geometrik ve harmonik, Suwarsono (1982) ve Presmeg (1986) görsel ve görsel olmayan, Burton (1999) görsel, analitik ve kavramsal, Borromeo Ferri (2012, 2015) ise görsel, analitik ve bütünleşik olmak üzere üç çeşit düşünme stili olarak matematiksel düşünme stillerini sınıflama yoluna gitmişlerdir. Bu çalışmada Krutetskii (1976)'nin sınıflaması teorik çerçeve olarak alınacaktır. Bu sınıflamaya göre analitik düşünenler matematik problemlerinin çözümünde soyut bir yaklaşımı benimser, görsel obje veya adımlara ihtiyaç duymaz ve görsel çözüm yerine sözel mantıksal çözümü tercih ederler. Görsel (geometrik) düşünenler görsel çözümü tercih ederek matematik problemlerini şekil, diyagram, tablo gibi öğeleri kullanarak çözme eğilimi gösterirler. Harmonik düşünenler ise bazen görsel bazen de analitik düşünmeyi tercih ederek görsel ve analitik düşünme sistemini dengeli bir şekilde kullanırlar.

Literatürde matematiksel düşünme stillerinin matematiğin öğrenimi ve öğretimi üzerinde hangi yollarla etkili olduğunun bir araştırma konusu olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencinin matematik performansını açıklarken matematiksel yeteneklerin yanı sıra matematiksel düşünme stillerinin de önemli bir faktör olabileceği ileri sürülmektedir (Borromeo Ferri, 2015). Öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri onların matematik öğrenirken tercih ettikleri yol hakkında

öğretmenlerine fikir verdikleri için de önem arz etmektedir. Eğer öğretmenler öğrencilerinin düşünme stilleri hakkında bilgi sahibi iseler buna göre düzenlenmiş öğretim faaliyetleri öğrencilerin matematiği daha iyi anlamalarına olanak sunabilir. Bunun yanı sıra düşünme stilleri öğrencilerin okul performansında ve öğretmenleri ile olan etkileşimlerinde de önemli bir role sahip olduğundan (Sternberg ve Grigorenko, 1995) öğrencilerin düşünme stillerini belirlemek önem taşımaktadır. Buradan hareket ederek bu çalışmanın amacı lise öğrencilerinin problem çözme sürecinde hangi düşünme yollarını yani hangi matematiksel düşünme stillerini tercih ettiklerini ortaya koymaktır.

Yöntem

Lise öğrencilerinin problem çözme süreçlerinde hangi düşünme yollarını yani hangi matematiksel düşünme stillerini tercih ettiklerini belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada, araştırma amacına uygun olarak tarama modeli araştırma yöntemi olarak seçilmiştir. Tarama modeli, evren hakkında genel bir yargıya ulaşmak amacıyla evrenin tümü veya evrenden alınacak örneklem üzerinden yapılan düzenlemeler olarak tanımlanmaktadır. Geçmişte ya da halen var olan bir durumu, var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır. Araştırmaya konu olan birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Değişkenleri herhangi bir şekilde değiştirme veya etkileme çabası gösterilmez (Karasar, 2003). Araştırmanın çalışma grubunu Marmara bölgesinde yer alan bir ilde çeşitli devlet liselerinde öğrenim gören on dört lise öğrencisi oluşturmaktadır. Tamamen gönüllülük esasına dayanılarak çalışmaya katılan katılımcıların dört tanesi 10.sınıf, on tanesi de 12.sınıf öğrencisidir.

Çalışmada veri toplama aracı olarak Suwarsono (1982) tarafından geliştirilmiş Matematik İşlem Testi (MİT) kullanılmıştır. Matematik İşlem Testi Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu (2013) tarafından Türkçe'ye çevrilip geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış ve Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0,84 olarak hesaplanmıştır. Bu test Test I ve Test II olmak üzere iki bölümden oluşmakta ve her bir bölümde 15 matematik problemi yer almaktadır. Katılımcılardan elde edilen verileri analiz etmek için yine Suwarsono (1982) tarafından geliştirilen "Çözüm Anahtarı" kullanılmıştır. Bu çözüm anahtarında her sorunun dört ya da beş farklı çözümü yer almaktadır. Önce katılımcılardan MİT'de yer alan problemleri çözmeleri istenmiştir. Daha sonra her bir soru için çözüm anahtarında yer alan çözümlerden hangisini kullanarak problemi çözdükleri sorulmuştur. Cevap anahtarında analitik çözüm olarak belirlenen cevaplar için "1" ve görsel çözüm olarak belirlenen cevaplar için için "2" puan şeklinde bir puanlama yapılarak öğrencilerin çözümleri değerlendirilmiştir. Dolayısıyla bu testten alınabilecek en düşük puan 30, en yüksek puan 60'tır. Daha sonra katılımcıların testten aldıkları toplam puanlar üç gruba ayrılarak öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri belirlenmiştir.

Bulgular

Lise öğrencilerinin problem çözme sürecinde tercih ettikleri matematiksel düşünme stillerini belirlemek için katılımcılara uygulanan Matematik İşlem Test'inden elde edilen verilere göre öğrencilerin sözü edilen testten en düşük 39, en yüksek 50 puan aldıkları görülmektedir. Bu puanlar Tablo 1'de görüldüğü üzere MİT 1'de 20 ve 25, MİT 2'de 18 ve 25 olarak belirlenmiştir.

Tablo 1.

Matematik İşlem Testi Puanları

	Matematik İşlem Testi	
	<i>En Düşük Puan</i>	<i>En Yüksek Puan</i>
MİT I	20	25
MİT II	18	25
MİT	39	50

Tablo 2'de katılımcıların MİT 1 ve MİT 2'de yer alan problemlere verdikleri cevaplar çözüm anahtarına göre değerlendirilip toplam puanlarına göre hangi düşünme stiline sahip oldukları belirlenerek elde edilen bulgulara yer verilmektedir.

Tablo 2.*Öğrencilerin Tercih Ettikleri Düşünme Stilleri*

	Matematik İşlem Testi I		Matematik İşlem Testi II	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Analitik	4	28,6	6	42,86
Harmonik	5	35,8	4	28,6
Görsel	5	35,8	4	28,6
Toplam	14	100	14	100

Katılımcıların Matematik İşlem Testi 1’de yer alan problemleri çözerken tercih ettikleri düşünme stillerine ilişkin bulgular şu şekildedir: Katılımcıların dördü analitik, beşi görsel ve beşi de harmonik çözümleri tercih etmişlerdir. Matematik İşlem Testi 2’deki problemler için ise altı öğrenci analitik, dört öğrenci görsel ve dört öğrenci de harmonik çözümleri tercih etmişlerdir. Tablo 2 incelendiğinde, katılımcıların sorunun derecesi zorlaştıkça analitik çözüm yaklaşımını tercih edenlerin sayısı artarken, görsel çözüm yaklaşımını tercih edenlerin sayısı azaldığı görülmektedir. Başka şekilde ifade edecek olursak soru zorluk derecesi kolaydan zora doğru gittikçe analitik düşünme stiline sahip kişi sayısı artıkça, harmonik ve görsel düşünme stiline sahip kişi sayısı azalmaktadır.

Matematik İşlem Testi 1 ve 2 birlikte değerlendirilerek elde edilen bulgular Tablo 3’te verilmektedir. Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların %28.6’nin ($n=4$) analitik, % 35.8’sinin görsel ve % 35.8’sinin harmonik düşünme stiline sahip olduğu görülmektedir. Buna göre katılımcılar analitik çözüm yaklaşımını harmonik ve görsel çözüm yaklaşımına göre daha az tercih etmişlerdir.

Tablo 3.*Öğrencilerin Tercih Ettikleri Düşünme Stilleri*

	Matematik İşlem Testi	
	<i>n</i>	%
Analitik	4	28,6
Harmonik	5	35,8
Görsel	5	35,8
Toplam	14	100

Aşağıda MİT’de yer alan bazı problemler ve bu problemlere ilişkin öğrenci cevaplarından alıntılar verilmektedir:

PROBLEM 18:

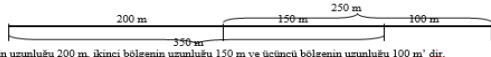
450 metre uzunluğundaki bir koşu pisti birbirine eşit olmayan üç bölgeye ayrılıyor. Birinci ve ikinci bölgenin toplam uzunluğu 350 metredir. İkinci ve üçüncü bölgenin toplam uzunluğu ise 250 metredir. Her bir pistin uzunluğu nedir?

Cözüm 1:
Bu problemi çözerken koşu pistini zihnimde canlandırdım (hayal ettim). Daha sonra koşu pistinin her bir bölümünün uzunluğuna yerleştim.
Birinci ve ikinci bölgenin toplam uzunluğu 350 metredir. Oyleyse üçüncü bölgenin uzunluğu 100m'dir (Koşu pistinin uzunluğu 450m olduğuna göre)

İkinci ve üçüncü bölgenin toplam uzunluğu ise 250 metredir. Buna göre birinci bölgenin uzunluğu 200m olmalıdır.

Birinci bölgenin uzunluğu 200m olduğuna göre üçüncü bölgenin uzunluğu 100m'dir. İkinci bölgenin uzunluğu 150m'dir.

Cözüm 2:
Bu problemi çözmek için koşu pistini gösteren bir şekil çizdim. Daha sonra koşu pistinde yer alan bölgelerin her birinin uzunluğunu buldum.



Birinci bölgenin uzunluğu 200 m, ikinci bölgenin uzunluğu 150 m ve üçüncü bölgenin uzunluğu 100 m'dir.

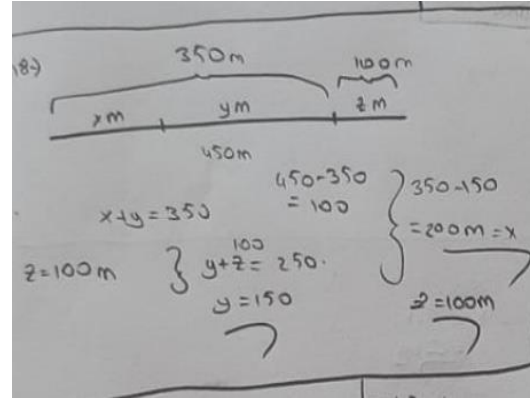
Cözüm 3:
Bu problemi soruda verilen bilgilerden yola çıkarak çözdüm. Zihnimde veya kâğıda bir resim çizmedim.

Bir koşu pisti birbirine eşit olmayan üç bölgeye ayrılıyor.
Koşu pistinin uzunluğu 450 m'dir.
Birinci ve ikinci bölgenin toplam uzunluğu 350 metredir.
Soru: Üçüncü bölgenin uzunluğu = 450 - 350 = 100 m

İkinci ve üçüncü bölgenin uzunluğu 250 m'dir.
Soru: Birinci bölgenin uzunluğu = 450 - 250 = 200 m.

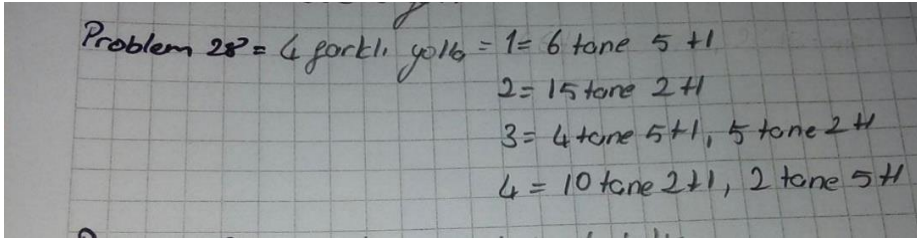
İkinci bölgenin uzunluğu = 450 - 200 - 100 = 150 m.

Yukarıdaki yöntemlerden hiç birini kullanmadım.
Bu problemi aşağıdaki şekilde çözdüm:



Şekil 1. Görsel Düşünem Stiline Yönelik Bir Öğrenci Cevabı

Şekil 1'de MİT2' de yer alan 18. problem ve bir öğrencinin bu probleme ilişkin çözümü görülmektedir. Katılımcı söz konusu problemi şekil çizerek çözmüş ve cevap anahtarında görsel çözüme karşılık gelen çözüm ikiyi işaretlemiştir. Dolayısıyla bu problem için öğrencinin görsel düşünme yolunu tercih ettiği görülmektedir. Borromeo Ferri (2015)'e göre görsel düşünenler, kendilerine özgü içsel resimsel hayal gücü (zihinde oluşturulan görsel şekiller) ve dışsal resimsel temsilleri (zihnin dışında oluşturulmuş görsel şekiller) tercih ederler. Buna ek olarak, matematiksel durumları ve bağlantıları bütüncül bir bakış açısıyla anlamayı tercih ederler.

**PROBLEM 28:**

30 lira kaç farklı şekilde sadece 5 lira ve 2 lira olacak şekilde ödenebilir? (Her bir çözüm için kaç tane 5 lira ve kaç tane 2 lira gerekli olduğunu belirtiniz.)

Cözüm 1:
Bu problemi 30 lırayı, 5 lira ve 2 liranın kombinasyonları olarak tahmin ederek çözdüm.

5 5 5 5 5 2 2 = HAYIR
5 5 5 5 2 2 2 2 = EVET
5 5 5 2 2 2 2 = HAYIR
5 5 2 2 2 2 2 2 2 2 = EVET
5 2 2 2 2 = HAYIR

Sadece iki yol vardır: 1) Dört tane 5-lira ve beş tane 2-lira, ve 2) İki tane 5-lira ve on tane 2-lira.

Cözüm 2:
Bu problemi aşağıdaki şekilde çözdüm:

5 liralık paralar öyle bir düzenlenmelidir ki kalan para 2'nin katları olsun. Buna göre 5 liralık paralar 10TL veya 20 TL olabilir. Bu paralar iki farklı şekilde ödenebilir.

- 1) 10TL iki tane 5 liralık olarak verilebilir. 20 TL ise on tane 2 liralık para şeklinde verilebilir. Bunun anlamı ise iki tane 5lira ve on tane 2 lira gereklidir.
- 2) 20TL dört tane 5 liralık olarak verilebilir. 10TL ise beş tane 2 liralık para şeklinde verilebilir. Bunun anlamı ise dört tane 5lira ve beş tane 2 lira gereklidir.

Cözüm 3:
Bu problemi aşağıdaki şekilde çözdüm:
2 liralaraın sayısı öyle olmalıdır ki geriye kalan para 5'in katları olsun. Sorunun geri kalanı Çözüm 2'ye benzerdir.

Cözüm 4:
Bu problemi para durumunu gösteren bir şekil çizerek çözdüm. Şekilde görülen doğruyu 30 eşit parçaya böldüm. Bu bölümleri 5'erli ve 2'erli gruplara ayırdım.



Bu düzenlemeyi yapmak için iki yol vardır:

- 1) 5 parçanın yer aldığı 4 çizgiden oluşan kısım ve her birinde 2 parçanın yer aldığı 5 çizgiden oluşan kısımdır.
- 2) 5 parçanın yer aldığı 2 çizgiden oluşan kısım ve her birinde 2 parçanın yer aldığı 10 çizgiden oluşan kısımdır.

Bu da gösteriyor ki 30TL, 5 liralık ve 2 liralık olmak üzere 2 yol ile paylaşmak mümkündür.

Şekil 2. Analitik Düşünme Stiline Yönelik Bir Öğrenci Cevabı

Şekil 2’de MİT2’ de yer alan 28. problem ve bir öğrencinin bu probleme ilişkin çözümü görülmektedir. Katılımcının söz konusu problemi çözerken herhangi sembol, tablo veya şekil kullanmadığı, çözüm iki ve üçte verildiği gibi sayılar ve sözel temsiller ile çözüme gittiği görülmektedir. Dolayısıyla bu problem için öğrencinin analitik düşünme yolunu tercih ettiği söylenebilir. Analitik düşünme stiline sahip bireyler, matematiksel durumları var olan sembolik ya da sözel temsilleriyle düşünmeyi tercih ederler ve genellikle de bütüncül bir perspektifle olaylara/durumlara yaklaşımdan ziyade parça parça ilerlemeyi tercih ederler (Borromeo Ferri, 2015).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Lise öğrencilerinin problem çözme sürecinde tercih ettikleri matematiksel düşünme stillerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda, katılımcıların analitik ve görsel çözüm yolunu seçmelerinin soru tipine göre değişim göstermekte olduğu görülmektedir. Soru tipi zorlaştıkça analitik çözüm yaklaşımını tercih edenlerin sayısı artarken, görsel ve harmonik yaklaşımı tercih edenlerin sayısında azalış olduğu gözlenmektedir. Benzer şekilde, bazı araştırmalar (Eisenberg ve Dreyfus, 1991; Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu, 2013; Presmeg, 2006) matematik problemlerinde analitik çözümün görsel çözüme kıyasla daha fazla tercih edildiğini, öğrencilerin ve öğretmenlerin görsel düşünme becerilerini kullanmaktan kaçındıklarını vurgulamaktadır. Krutetskii (1976) ise görsel düşünenlerin az da olsa analitik düşündüklerini ve benzer şekilde analitik düşünenlerin az da olsa görsel düşündüklerini belirtmektedir. Ayrıca analitik düşünme sistemini benimseyen öğrencilerin matematik problemlerini görsel çözmek için çok fazla çaba göstermediğini ifade etmektedir. Problem çözme tercihindeki bu eğilimin öğrencilerin matematiksel gelişiminin tek bir yönde olduğunu, yani, analitik olarak gelişmesine sebep olduğunu vurgulamaktadır. Diğer taraftan Huincahue ve arkadaşlarının (2021) 275 lise öğrencisi ile yaptığı çalışma ise matematik performansı ile analitik düşünme stili arasında açıkça bir pozitif ilişki olduğunu ve yine özyeterlik ile benzer bir ilişki olduğunu göstermektedir. Akçakın ve Kaya (2020) ise 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin daha çok bütüncül düşünme stiline sahip olduklarını, kız öğrencilerin erkeklere göre daha çok analitik düşünme stiline ve erkek öğrencilerin ise kız öğrencilere göre daha çok görsel düşünme stiline sahip olduklarını belirlemiştir.

Öğrenme-öğretme sürecinde görsel ve analitik düşünme matematik dersinin önemli bir parçasıdır. Bremigan’a göre (2005) matematik problemlerinin çözümünde öğrencilerin çözüm tercihlerini incelemek bu derse ilişkin düşünme biçimlerini anlamaya yardımcı olur. Buradan hareketle mevcut çalışmanın sonuçlarının lise matematik öğretmenlerine öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri hakkında bilgiler sunma konusunda katkı sağladığı düşünülmektedir. Öğretmenler bu çalışmada kullanılan ölçme aracını kullanarak kendi öğrencilerin matematiksel düşünme stillerini de belirleyip, öğretim sürecini öğrencilerin tercihlerine göre düzenleyebilirler. Eğer öğretmenler öğrencilerinin düşünme stilleri hakkında bilgi sahibi iseler buna göre düzenlenmiş öğretim faaliyetleri öğrencilerin matematiği daha iyi anlamalarına olanak sunabilir. Ayrıca öğrencilerin tüm düşünme stillerini geliştirebilmelerine olanak sağlayacak problemlerin seçiminin ve olası çözümlerin tartışıldığı öğretim ortamlarının tasarlanmasının da yararlı olabileceği düşünülmektedir.

İleriye dönük olarak, öğretmen ve öğrencilerinin matematiksel düşünme stillerini birlikte ele alarak öğretmen ve öğrenci arasındaki stil uyumunu inceleyen çalışmalar, matematiksel düşünme ile cinsiyet, akademik başarı, öz yeterlik ve matematiksel inançlar gibi faktörler arasındaki ilişkiyi araştırarak çalışmalar planlanabilir.

Kaynakça

- Akçakın, V. ve Kaya, G. (2020). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel düşünme stillerinin belirlenmesi: örtük sınıf analizi. *Eğitim ve Bilim*, 45(201), 39-54.
- Baki, A., Güven, B. ve Karataş, İ. (2002, Eylül). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek öğrenme*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi’nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Borromeo Ferri, R. (2012, Haziran). *Mathematical thinking styles and their influence on teaching and learning mathematics*. 12th International Congress on Mathematical Education etkinliğinde sunulmuş bildiri, COEX, Seoul, Korea.
- Borromeo Ferri, R. (2015). Mathematical thinking styles in school and across cultures. *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education* içinde (s. 153-173). Springer International Publishing.
- Burton, L. (1999). Mathematicians and their epistemologies and the learning of mathematics. I. Schwank, (Ed.), *First conference of the european society for research in mathematics education* içinde (1. cilt, s. 87-102). Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.

- Bremigan, E. G. (2005). An analysis of diagram modification and construction in students' solutions to applied calculus problems. *Journal of Research in Mathematics Education*, 36(3), 248-277.
- Eisenberg, T., & Dreyfus, T. (1991). On the reluctance to visualize in mathematics. In W. Zimmermann & S. Cunningham (Eds.), *Visualization in teaching and learning mathematics* (pp. 127-138). Washington, DC: MAA.
- Hacıömeroğlu, G. ve Hacıömeroğlu, E. S. (2013). Matematik işlem testi'nin Türkçeye uyarlama çalışması ve öğretmen adaylarının matematik problemlerini çözme tercihleri. *Kursamsal Eğitim ve Bilim*, 6(2), 196-203.
- Henderson, P. B., Hitchner, L., Fritz, S. J., Marion, B., Scharff, C., Hamer, J. ... ve Riedesel, C. (2003). *Materials development in support of mathematical thinking*. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(2), 185-190. doi:10.1145/782941.783001
- Huincahue, J.; BorromeoFerri, R.; Reyes-Santander, P.; Garrido-Véliz, V. (2021). Mathematical thinking styles - The advantage of analytic thinkers when learning *Mathematics*. *Educ. Sci.*, 11, 289.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Nobel Yayınevi.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Presmeg, N. C. (1986). Visualization and mathematical giftedness. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 297-311.
- Sternberg, R. (1997). *Thinking styles*. New York, NY: Cambridge University.
- Sternberg, R. J. ve Grigorenko, E. L. (1995). Styles of thinking in the school. *European Journal for High Ability*, 6(2), 201-219.
- Suwarsono, S. (1982). *Visual imagery in the mathematical thinking of seventh grade students* (Yayımlanmamış doktora tezi). Monash University, Melbourne, Avustralya.
- Tural, H. (2005). İlköğretim matematik öğretiminde oyun ve etkinliklerle öğretimin erişimi ve tutuma etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yıldırım, C. (2015). *Matematiksel düşünme*. İstanbul: Remzi Kitapevi.