



Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Stillерinin Belirlenmesi: Örtük Sınıf Analizi

Veysel Akçakin¹, Gürcan Kaya²

Öz

Bu çalışmanın amacı Matematiksel Düşünme Stili Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması ve öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinin cinsiyete göre incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle Matematiksel Düşünme Stili (MDS) Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması yapılmıştır. MDS Ölçeği "Rita Borromeo Ferri" tarafından Kassel Üniversitesi'nde "Mathematical Thinking Styles in School and Across Culture (MaTHSCu)" 2011/2012 projesi kapsamında geliştirilmiştir. Bu ölçek ile öğrencilerin bütünlük, görsel/resimsel ve analitik/biçimsel düşünme stillerinden hangilerini tercih ettikleri belirlenebilmektedir. Ölçeğin Türkçe formunun psikometrik yapısı incelendikten sonra örtük sınıf analizi ile matematiksel düşünme stillerinin nasıl belirlenebileceği gösterilmiştir. Araştırmanın katılımcıları Ankara ilinde 9. ve 10. sınıflarda öğrenim gören 336 öğrencidir. Ölçeğin yapı geçerliğine faktör analizi ile bakılmıştır ve uyarlanan ölçeğin orijinal ölçek ile aynı yapıya sahip olduğu görülmüştür. Yapılan örtük sınıf analizi sonucunda, teorik yapıyla uyumlu olarak öğrencilerin yüksek sınıflama güvenilirliğinde üç homojen gruba ayrıldığı belirlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre öğrencilerin daha çok bütünlük düşünme stiline sahip oldukları görülmüştür. Kız öğrencilerin erkeklere göre daha çok analitik düşünme stiline ve erkek öğrencilerin ise kız öğrencilere göre daha çok görsel düşünme stiline sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bulgular MDS Ölçeğinin Türk Dili için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu ve örtük sınıf analizi kullanılarak yüksek güvenilirlik düzeyinde öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinin belirlenebildiğini göstermektedir. Öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinin olasılık temelinde örtük sınıf analizi ile belirlenmesi bu çalışmanın literatüre özgün katkısını oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Düşünme stili
Matematiksel düşünme stili
Ortaöğretim öğrencileri
Örtük sınıf analizi

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 31.07.2018
Kabul Tarihi: 20.11.2019
Elektronik Yayın Tarihi: 31.01.2020

DOI: 10.15390/EB.2020.8070

¹ Uşak Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, veysel.akcakin@usak.edu.tr

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, gurcankaya@mehmetakif.edu.tr

Giriş

Düşünmek insanın doğasında olan bir olgudur ve eğitim ile ilgili alanlarda önemi günden güne artarak devam etmektedir (Mubark, 2005). Düşünmeyi bir sorunu ya da problemi çözme etkinliği olarak tanımlayan Yıldırım'a (2015) göre düşünme aynı zamanda anlamayı ortaya çıkaran bir süreçtir. Düşünme ile ilgili olan süreç matematik ile ilgili çalışmalardan veya matematik ile ilgili durumlardan kaynaklanıyor ise bu tür düşünme matematiksel düşünme olarak kabul edilmektedir (Burton, 1999). Benzer şekilde matematiksel düşünmeyi Henderson vd. (2003) matematiksel teknikleri, kavramları ve süreçleri doğrudan veya dolaylı olarak problem çözerken kullanma olarak ele almaktadır. Bu bakış açıları gereğince her bir problem çözme etkinliğinin aslında bir matematiksel düşünme etkinliğini gerektirdiği söylenebilir. Bu anlamda, bu çalışmada matematiksel düşünme bu perspektiften ele alınmıştır. Fakat bireysel farklılıklar problem çözme sürecinde yer alan matematiksel düşünmede farklı yaklaşımların kullanılmasını da ortaya çıkarabilir. Bu çalışmada bireylerin matematiksel düşünme süreçlerinde kullandıkları farklı yaklaşımlar, matematiksel düşünme stili olarak ele alınmıştır. Matematiksel düşünme stilleri üzerine ise Suwarsono'nun (1982) ve Presmeg'in (1985) geliştirdikleri ölçme araçları kullanılarak çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Ancak bu ölçme araçlarının uygulamasının uzun sürmesi kullanışlıklarını düşürmektedir. Ayrıca bu ölçme araçlarıyla öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri belirlenirken kullanılan puanlama yaklaşımlarında istatistiksel bir temele dayanan bir kesme değerinin olmayışı da matematiksel düşünme stili ayırımında bir takım doğru olmayan değerlendirmelere neden olabilmektedir. Bu açıdan şimdiki çalışmada Borromeo Ferri ve Kaiser'in (2003) matematiksel düşünme stilleri teorisine dayalı geliştirilen Matematiksel Düşünme Stili (MDS) ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçekten elde edilen veriler ile birey temelli bir teknik olan örtük sınıf analizi ile öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri olasılık temelinde belirlenebilmektedir.

Düşünme Stilleri

Benzer yeteneğe sahip öğrencilerden bir kısmı başarılı olabilirken, bir kısmı da neden başarısız olmaktadır? Öğrenmeyi etkileyen birçok faktör olduğu düşünüldüğünde bu sorunun birden çok cevabı olabilir. Eğitimciler genellikle öğrenci başarılarını artırmada öğretim yöntemlerinin etkisini ve öğrenmeyi etkileyen duyuşsal özellikleri incelemişlerdir (Zhang, 2001). Bununla birlikte öğrencilerin öğrenmesinde düşünme stillerinin etkisini inceleyen çalışmalarında olduğu görülmektedir (bkz. Zhang, 2001, 2004). Çünkü öğrenci yeteneklerinin yanında yeteneği kullanma eğilimi olarak bilinen stil de öğrenci performansında farklılık oluşturabilmekte ve öğrencilerin okul performansında ve öğretmenleri ile olan etkileşimlerinde önemli roller oynamaktadır (Sternberg ve Grigorenko, 1995; Kılıç, 2017). Zira, Zhang (2001) Çin Anakara'sında ve Hong Kong'da üniversite öğrencileri ile yaptığı çalışmada düşünme stillerinin akademik başarıyı kestirebildiği sonucuna ulaşmıştır. Fakat bu çalışmada öğrenci başarılarında etkili olan stillerin bir başka ülkede benzer etkiyi gösteremeyebileceği belirtilmiştir. Çünkü düşünme stilleri kültürden etkilenebilir ve farklı kültürlerdeki bireylerin düşünme stiline farklılıkları öğrenme sürecine farklı şekilde etki edebilir (Zhang, 2001). Bundan dolayı düşünme stilleri ile ilgili çalışmaların öğrenmeye etkilerine her bir kültür için bakılması gerekmektedir.

Matematiksel Düşünme Stilleri

Matematiksel düşünme stilleri kişinin matematiği ne kadar iyi anladığı ile ilgili değildir, sadece matematiği anlama ve öğrenme sürecindeki yaklaşımını yansıtır (Borromeo Ferri, 2012, 2015). Borromeo Ferri (2015) matematiksel düşünme stillerine yönelik tanımını Sternberg'in (1997) düşünme stilleri tanımından yola çıkarak oluşturmuştur. Sternberg'e (1997) göre, düşünme stili yetenek değil, düşünme yoludur yani yeteneklerini kullanmak için kişinin seçtiği yoldur. Benzer şekilde Borromeo Ferri (2015) de yukarıda belirtildiği gibi matematiksel düşünme stillerini kişinin matematiği öğrenmesi ve anlaması sürecindeki yaklaşımı olarak tanımlamaktadır. Literatürde matematiksel düşünme stili ile ilgili birçok sınıflandırmaya rastlamak mümkündür. Krutetskii (1976) analitik/biçimsel, geometrik ve harmonik (harmonic) olmak üzere üç çeşit matematiksel düşünme stili olduğundan bahsetmektedir. Analitik düşünenler görsel çözüm yerine sözel mantıksal çözümü tercih etmektedirler, geometrik düşünenler görsel çözümü ve harmonik düşünenler ise bazen görsel bazen de analitik düşünmeyi tercih etmektedirler. Suwarsono (1982) ve Presmeg (1986) ise görsel ve görsel olmayan olarak iki çeşit

matematiksel düşünme stilini olduğunu belirtmektedir. Bir başka araştırmacı Burton (1999) düşünme stillerini: görsel, analitik ve kavramsal olarak üçe ayırmaktadır. Genellikle şekiller (çizimler, grafikler vb.) ile düşünenleri görsel eğilimli olarak, semboller veya kurallar ile düşünenleri analitik eğilimli olarak ve son olarak fikirler ile düşünen ve sınıflandırma yapabilenleri kavramsal eğilimliler olarak sınıflandırmıştır (bkz. Burton 1999). İlgili literatür incelendiğinde matematiksel düşünme stilleri üzerine Krutetskii (1976) analitik ve geometrik düşünme stillerinin yanında harmonik düşünme stiline bahsederken, Burton (1999) ise analitik ve görsel düşünme stillerinin yanında kavramsal düşünmeden bahsetmektedir. Krutetskii (1976) ve Burton'un (1999) sınıflandırmalarındaki ilk iki düşünme stillerinin isimlendirmelerinde farklılıklar olsa da birbirlerine benzedikleri görülmektedir. Fakat Krutetskii'nin (1976) harmonik düşünme stili ile Burton'un (1999) kavramsal düşünme stili birbirlerinden farklı kavramlardır ve bunlar arasında tam bir uzlaşımın olmadığı görülmektedir. Bunun bir nedeni matematiksel düşünme stilleri üzerine yapılan bu sınıflandırmaların genellikle gözleme dayalı olması ve ampirik çalışmalara dayanmaması olabilir. Borromeo Ferri ve Kaiser (2003) ise 9 ve 10. sınıf öğrencileri ile düşünme stillerini belirlemek için gömülü teoriyi kullanarak ampirik çalışma yapmıştır. Bu çalışmasının sonucunda kavramsal düşünmeyi belirleyememişlerdir. Borromeo Ferri ve Kaiser (2003) kavramsal düşünmenin bu ampirik çalışmada doğrulanamamasını, kavramsal düşünmenin üst düzey bir düşünme olmasından veya üniversite düzeyindeki öğrenciler için daha uygun olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte bazı öğrencilerin soruya bağlı olarak bazen görsel, bazen de analitik düşündüklerini gözlemlemişlerdir. Böyle düşünen öğrencileri bütünlük (integrated) düşünenler olarak sınıflandırmışlardır (Borromeo Ferri ve Kaiser, 2003; Borromeo Ferri, 2012, 2015). Sonuç olarak Borromeo Ferri (2012, 2015) 9. ve 10. sınıf öğrencileri ile yapmış olduğu ampirik çalışmaya bağlı olarak görsel, analitik ve bütünlük olmak üzere üç çeşit düşünme stili olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte bu sınıflama Krutetskii'nin (1976) yaptığı sınıflandırmaya da benzemektedir. Fakat Borromeo Ferri (2015) matematiksel düşünme stiline daha detaylı işlevsel tanımını literatüre kazandırmıştır. Bu bağlamda Borromeo Ferri (2015) görsel, analitik ve bütünlük düşünmeyi şu şekilde tanımlamaktadır:

Görsel düşünme stili: 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. İçsel hayal gücü genellikle deneyimlerden etkilenir

Analitik düşünme stili: Bu tarz düşünenler, 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.

Bütünlük düşünme stili: Bu tür düşünen bireyler görsel ve analitik düşünmeyi birleştirir ve farklı matematiksel temsiller [cebirselsel, grafiksel vb.] arasındaki bağlantıları kolaylıkla kurabilirler. (s.105)

Borromeo Ferri (2015) tarafından önerilen matematiksel düşünme stillerine örnek çözümler Şekil 1'de verilmiştir.

Doğum günü partisi Sekiz kişi doğum günü partisi için toplanacaktır. Herkes kendi bardağını diğer misafirlerin her biri ile bir kere tokuşturmak istemektedir. Ne sıklıkta bardaklar tokuşturulacaktır?	
Analistik çözüm	Görsel çözüm
$7+6+5+4+3+2+1=28$ $\frac{7.8}{2}=28$	

Şekil 1. Matematiksel Düşünme Stilleri Örnek Çözümler

Literatürde matematiksel düşünme stillerini Suwarsono'nun (1982) geliştirdiği "Matematiksel İşlem Testi" ile inceleyen çalışmalar (Coskun, 2011; Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu, 2013; Mainali, 2014; Suwarsono, 1982) ve Presmeg'in (1985) geliştirdiği "Matematiksel İşlem Testi" ile inceleyen çalışmalar olduğu görülmektedir (Galindo-Morales, 1994; Sevimli, 2013; Taşova, 2011). Fakat Suwarsono (1982) ve Presmeg'in (1985) geliştirdiği ölçme araçlarının uygulamasının uzun sürmesi bu ölçme araçlarının kullanılabilirliğini düşürmektedir. Çünkü bu ölçme araçları ile öğrencilerin matematiksel düşünme stillerini belirlemek için çok fazla zamana ihtiyaç vardır. Bununla birlikte bu ölçme araçlarının puanlamasında farklı yaklaşımların kullanıldığı da görülmektedir. Lean ve Clements'in (1981) belirttiğine göre tezinin pilot çalışmasında Suwarsono doğru görsel çözüme +2, yanlış görsel çözüme +1, cevapsız duruma 0, yanlış görsel olmayan çözüme -1, doğru görsel olmayan çözüme ise -2 vererek puanlama yapmıştır. Daha sonra Lean ve Clements (1981)'in çözümün doğruluğuna göre puanlamanın uygun olmadığı şeklindeki eleştirisinden dolayı Suwarsono çalışmasındaki puanlama sistemine doğru veya yanlış olan görsel çözüme 2, stilin belirlenemediği çözüme veya cevapsız soruya 1 ve görsel olmayan çözüme 0 olacak şekilde değiştirmiştir (Suwarsono, 1982). Bir başka araştırmacı Mainali (2014) ise Suwarsono'nun ölçme aracı için görsel çözüme +1, analitik çözüme -1 ve boş bırakılan çözüme 0 vererek puanlama yapmıştır. Benzer durum diğer araştırmalarda da gözlenmektedir (bkz. Coskun, 2011; Lean ve Clements, 1981). Bunun yanında puanlama farklılığının istatistiksel olarak fazla bir fark oluşturmadığı da belirtilmektedir (Suwarsono, 1982). Bu şekilde görsel ve görsel olmayan olmak üzere iki farklı matematiksel düşünme stilini belirlenebilmektedir. Daha sonraki araştırmalarda (bkz. Coskun, 2011; Galindo-Morales, 1994; Sevimli, 2013; Taşova, 2011) öğrenciler üç farklı matematiksel düşünme stilinde olacak şekilde hesaplamalar yapılmıştır. Örneğin Galindo-Morales (1994) öğrencileri testten aldıkları toplam puanlarına göre sıralandıktan sonra üst gruptaki %15 öğrenciyi görsel düşünenler, alt gruptaki %15 öğrenciyi görsel düşünmeyenler ve diğer öğrencileri ise harmonik (görsel ve analitik) düşünenler olarak sınıflandırmıştır. Görüleceği üzere bu puanlama sistemleri istatistiksel bir temele dayanmamaktadır. Ayrıca bu ölçme araçları kullanarak öğrencinin matematiksel düşünme stillerini belirlemek için istatistiksel olarak belirlenmiş bir kesme değerinin olmayışı bu ölçme araçları ile elde edilen sınıflandırmanın güvenilirliğini etkileyebilir. Nitekim Sevimli (2013) ve Taşova (2011) matematiksel düşünme stilleri üzerine yaptıkları çalışmalarda problem çözme sürecindeki bilişsel tercihlerine bakılarak, öğrencilerin sahip oldukları matematiksel düşünme stilinin kesin olarak belirlenemeyeceğini belirtmektedirler. Bundan dolayı matematiksel düşünme stillerinin olasılık temelinde belirlenmesinin daha uygun olduğu düşünülebilir. Çünkü Suwarsono (1982) ve Presmeg'in (1985) belirtmiş oldukları puanlamalar ile görsel ve görsel olmayan matematiksel düşünme stilleri belirlenebilmekte fakat görsel ve görsel olmayan öğeleri beraber kullanan düşünme stiline sahip bireyler belirlenmemektedir. Suwarsono (1982) teorik açıdan öğrencilerin matematiksel düşünme stillerine göre üç gruba ayrılması gerektiğinin mantıklı olduğunu ama kesme değeri kullanımına yönelik belirsizlikten dolayı öğrencileri iki grup olarak ayırmayı tercih etmiştir. Galindo-Morales'in (1994) yönteminde ise kesme değerler için (%15) istatistiksel bir temel bulunmamaktadır. Bundan dolayı

yukarıda belirtilen puanlama yaklaşımlarında istatistiksel bir temele dayanan kesme değerinin olmayışı matematiksel düşünme stili ayırımında bir takım doğru olmayan çıkarımlara sebep olabilir. Bunun için matematiksel düşünme stillerini hem daha kısa sürede ölçebilecek hem de olasılık temelinde sınıflandırabilecek ölçme aracına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bundan dolayı Borromeo Ferri (2012) matematiksel düşünme stili ölçeğini geliştirmiştir. Borromeo Ferri'nin (2012) geliştirdiği ölçek kullanılarak öğrencilerin görsel, analitik ve bütünleşik düşünme stillerinden hangisini tercih ettikleri birey temelli bir teknik olan örtük sınıf analizi ile belirlenebilmektedir. Örtük sınıf analizi ile öğrencilerin hangi düşünme stilinde oldukları olasılık temelinde belirlenebilmektedir ve ayrıca sınıflandırma güvenilirliği (entropi) de hesaplanabilmektedir. Oysaki Suwarsono (1982) ve Presmeg'in (1985) geliştirdiği ölçme araçlarında böyle bir sınıflandırma güvenilirliği bulunmamaktadır. Bu açıdan şimdiki çalışmanın bundan sonraki düşünme stili ile yapılacak olan çalışmalara yön vereceği de düşünülmektedir.

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Matematik eğitiminde cinsiyete ilişkin sorunlar bulunmaktadır ve bu sorunlar toplumsal bağlamlara ve kültürlere göre değişebilmektedir (Wedege, 2011). Özellikle bu sorunlar öğrencilerin matematik performanslarında ortaya çıkmaktadır. Uluslararası yapılan sınav sonuçları da cinsiyetin farklı kültürlerdeki öğrenci performanslarında farklı sonuçlar oluşturduğunu göstermektedir (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı [OECD], 2016). Literatürde de öğrenci performanslarında cinsiyetin farklılık oluşturduğunu gösteren çalışmaların yanında (Işıksal ve Çakıroğlu, 2008; Lane, Wang ve Magone, 1996; Lyons-Thomas, Sandilands ve Ercikan, 2014), cinsiyetin farklılık oluşturmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (bkz. Işıksal ve Aşkar, 2005). Lyons-Thomas vd. (2014) Kanada, Çin (Şanghay), Finlandiya ve Türkiye'deki öğrenciler üzerine yaptıkları çalışmada erkek öğrencilerin kızlara göre matematikte daha iyi performans gösterdiklerini ve farklı test maddelerine göre performansın cinsiyete göre değiştiği bulmuşlardır. Bir başka çalışmada Lane vd. (1996) erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre şekiller içeren sorular ve geometride iyi olduklarını bulmuşlardır. Yine Türkiye'de yapılan bir çalışmada erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre özellikle geometri derslerinde daha iyi performans gösterdiklerini, kız öğrencilerin ise erkek öğrencilere göre sembolik işlemlerde daha iyi performans gösterdiğini ortaya çıkarmaktadır (bkz. Işıksal ve Çakıroğlu, 2008). Benzer bulgu Garner ve Engelhard'ın (1999) çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Abedalaziz (2010) da yaptığı çalışmada erkek öğrencilerin geometri ve gerçek dünya problemlerinde kızlardan daha iyi performans gösterdiğini bulmuştur. Fakat bu çalışmalar öğrenci performanslarında cinsiyet farklılıklarına yönelik durum tespiti niteliğinde olup, öğrenci performanslarında cinsiyet farklılıklarının nedenleri açıklamakta yetersiz kalmaktadırlar.

Öğrencilerin matematik performanslarında onların matematiksel düşüncelerinin rolü olabilir. Çünkü matematiksel düşünme sürecinde öğrenciler farklı yaklaşımlar gösterebilmektedir. Bu süreçte öğrencilerin farklı yaklaşım göstermelerinin nedeni onların sahip oldukları matematiksel düşünme stilleridir (Borromeo Ferri, 2004, aktaran Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Bu durum, kişinin matematiği ne kadar iyi anladığı ile ilgili değildir, sadece matematiği anlama ve öğrenme sürecindeki yaklaşımını yansıtmaktadır (Borromeo Ferri, 2012, 2015; Burton, 1999; Sternberg, 1997). Burton'un (1999) gözlemlerine dayalı olarak belirlemiş olduğu matematiksel düşünme stilleri ile ilgili sınıflamasından yola çıkarak yaptığı ampirik çalışma sonucunda bulduğu çerçevenin daha sağlam teorik temele dayandığı düşünüldüğünden dolayı şimdiki çalışmada Borromeo Ferri'nin (2012, 2015) teorik çerçevesi ve geliştirdiği Matematiksel Düşünme Stili Ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca Borromeo Ferri'nin (2012, 2015) matematiksel düşünme teorisine dayalı olarak öğrencilerin hangi matematiksel düşünme stilinde baskın oldukları Türkiye örneklemini için bilinmemektedir. Oysaki öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri onların matematik öğrenirken tercih ettikleri yol hakkında öğretmenlerine bilgiler sunmaktadır. Öğretmenlerin ise buna dikkat ederek öğretim faaliyetlerini yürütmeleri öğrencilerin daha iyi anlamalarına olanak sunabilir. Çünkü öğrenci yeteneklerinin de ötesindeki düşünme stilleri gibi değişkenler öğrencilerin okul performansında ve öğretmenleri ile olan etkileşimlerinde önemli roller oynamaktadır (Sternberg ve Grigorenko, 1995). Literatürde öğrencilerin düşünme stillerini cinsiyete göre inceleyenler çalışmalar bulunmasına rağmen (Piaw, 2014; Wang ve Tseng, 2015; Zhang, 2010),

matematiksel düşünme stillerini cinsiyete göre inceleyen –özellikle Türkiye’de– fazla bir çalışmaya rastlanılmamıştır (Dede, Akçakın ve Kaya, 2017). Dede vd. (2017) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel düşünme stillerini açık uçlu sorular ile belirlemişlerdir ve erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre daha çok görsel düşünme stillerinde olduklarını bulmuşlardır. Ayrıca özellikle lise öğrencilerinin matematiksel düşünme stilleri üzerine Türkiye’de herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bağlamda bu çalışmanın yapılacak olan ileri araştırmalara temel oluşturması da beklenmektedir.

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı Matematiksel Düşünme Stili Ölçeği’nin Türkçeye uyarlanması ve öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinin cinsiyete göre incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle Matematiksel Düşünme Stili (MDS) Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması yapılmıştır. Ölçeğin Türkçe formunun psikometrik yapısını incelendikten sonra örtük sınıf analizi ile matematiksel düşünme stillerinin nasıl belirlenebileceği gösterilmiştir. Bu açıdan yapılan bu çalışma ile bireylerin matematiksel düşünme stillerinin belirlenmesinde örtük sınıf analizinin kullanımına yönelik araştırmacılara yol gösterileceği umulmaktadır. Matematiksel düşünme stilleri ile ilgili diğer ölçme araçlarının (Presmeg, 1985; Suwarsono, 1982) aksine, MDS Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması ile daha geniş kitlelerden kısa sürede veri toplanabilir ve öğrencilerin sahip oldukları matematiksel düşünme stilleri kolay ve hızlı bir şekilde belirlenebilir. Tüm bunlar ışığında bu çalışma aşağıdaki araştırma sorularına cevap aramaktadır.

1. Öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri nasıldır?
2. Öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri cinsiyete göre nasıl değişmektedir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri Borromeo Ferri (2012) tarafından geliştirilen MDS Ölçeği ile katılımcılardan gönüllülük esasına göre toplanmıştır. Veri toplama sürecinde kesitsel tarama deseni kullanılmıştır. Bu desende veriler belirlenen örneklemden tek seferde toplanır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012).

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları Türkiye’nin başkenti olan Ankara ilinde 9. ve 10. sınıflarda öğrenim gören 336 öğrencidir. Bu öğrencilerden 128 (%57.1)’ı kız ve 96 (%42.9)’ı erkek olmak üzere toplamda 224 (%66.67) öğrenci 9. sınıfta ve 56 (%50)’si kız ve 56 (%50)’si erkek olmak üzere toplamda 112 (%33.33) öğrenci ise 10. sınıfta öğrenim görmektedir. Veriler, seçkisiz küme örnekleme yöntemine göre seçilen üç okulda bulunan 9. ve 10. sınıflardan yine seçkisiz küme örnekleme yöntemine göre seçilen sınıflardan gönüllük esasına göre toplanmıştır.

Veri Toplama Aracı

MDS Ölçeği’ni Türkçeye uyarlamak için ölçeğin geliştiricisi olan Rita Borromeo Ferri’den gerekli izinler alınmıştır. Bu ölçek ile öğrencilerin bütünlüklük, görsel/resimsel ve analitik/biçimsel düşünme stillerinden hangilerini tercih ettikleri belirlenebilmektedir. Ölçek iki kısımdan oluşmaktadır: ilk kısmında demografik özellikler ile ilgili sorular bulunmaktadır. Bu bölümde öğrencilerin cinsiyeti, yaşı ve sınıf düzeyi gibi demografik özellikler ile ilgili sorular bulunmaktadır. Etik ilkeleri gereği bu çalışmada katılımcıların kimliklerini ortaya çıkaracak herhangi bir soru bulunmamaktadır. Matematiksel Düşünme Stilleri Ölçeği Borromeo Ferri (2012) tarafından Kassel Üniversitesi’nde “Mathematical Thinking Styles in School and Across Culture (MaTHSCu)” 2011/2012 projesi kapsamında geliştirilmiştir. Ölçek dördümlük likert tipte maddelerden oluşmakta olup maddeler “kesinlikle katılıyorum (1)”, “katılıyorum (2)”, “katılmıyorum (3)”, “kesinlikle katılmıyorum (4)” şeklinde puanlanmaktadır. Ölçekte analitik düşünme ile ilgili 5 ve görsel düşünme ile ilgili 5 ve bir tanede yansız madde olmak üzere toplamda 11 madde bulunmaktadır. Borromeo Ferri (2012, 2015) yaptığı son pilot çalışmada ölçeğin Cronbach alfa güvenirliğini görsel boyut için .77 ve analitik boyut için ise .90 olarak bulduğunu belirtmiştir. Ölçekte analitik düşünme ile ilgili olarak “Bir matematik problemini çözmek

zorunda olduğumda, formül kullanmayı severim” ve görsel düşünme ile ilgili olarak “Görsel imajlar matematiği anlamama yardım eder” şeklinde maddeler bulunmaktadır.

Verilerin Analizi ve Matematiksel Düşünme Stillerinin Belirlenmesi

Ölçek konjenerik bir yapıda olduğundan ölçeğin güvenilirliği Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı ve McDonald’s omega güvenilirlik katsayısı ile belirlenmiştir. Çünkü konjenerik ölçümlerde Cronbach alfa güvenilirliğin alt sınırını belirtmektedir (Yurdugül, 2006). McDonald’s omega güvenilirlik katsayısı için parametrelerin serbest bırakılarak yapılan doğrulayıcı faktör analizindeki standartlaştırılmamış faktör yüklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ölçeğin faktör yapısı Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ile incelenmiştir. Ölçekten elde edilen puanlara göre bireylerin hangi tür matematiksel düşünme stiline sahip olduklarını ise örtük sınıf analizi (ÖSA) tekniği ile belirlenmektedir.

Örtük sınıf analizi bireyleri, homojen gruplarda sınıflayan istatistiksel bir tekniktir (Geiser, 2013). Örtük değişken ve göstergeleri kategorik düzeydedir. ÖSA faktör analizine benzemektedir fakat faktör analizinde benzer maddeler bir araya gelirken, örtük sınıf analizinde ise benzer bireyler bir araya gelmektedir. Bununla birlikte örtük sınıf analizinde model seçiminde sıklık (parsimony) ve açıklanabilirlik önemlidir (Collins ve Lanza, 2010). ÖSA da en uygun sınıfı belirlemek için bir dizi artan sayıda ÖSA modeli denenir ve her bir model bir önceki model ile karşılaştırılır (Wang ve Wang, 2012). Model karşılaştırmada Bootstrap Likelihood Ratio Test, Vuong-Lo-Mendell-Rubin Test, Lo-Mendell-Rubin Adjusted LRT test gibi görece model uyum indeksi (relative model fit) teknikleri vardır. Bununla birlikte Akaike bilgi kriteri (AIC, Akaike, 1987) ve Bayes bilgi kriteri (BIC, Schwarz, 1978) gibi bilgi kriterleri de kullanılmaktadır. ÖSA da model belirlemede genellikle en çok BIC değeri kullanılır ve en düşük BIC değeri en uygun modeli göstermektedir (Magidson ve Vermunt, 2004; Oberski, 2016). En uygun model belirlendikten sonra, sınıflandırma güvenilirliği incelenir ve oluşan sınıflar isimlendirilir, en son olarak ise bireylerin sınıf kestirimleri yapılır (Wang ve Wang, 2012). Sınıflama güvenilirliğine ise entropi değeri ile bakılır (Celeux ve Soromenho, 1996). Entropi değeri 0 ile 1 arasında değişen değerler alır ve 1’e yakın değerler iyi sınıflamanın olduğunu belirtir (Geiser, 2013).

Krutetskii (1976) herhangi bir psikolojik tipolojide olduğu gibi uç değerler hariç bu stillerin ayrımında kesin bir sınır değerinin olmadığını ve stiller arasında geçiş varyantları olduğunu belirtmektedir. Bu açıdan stillerin olasılık temelinde belirlenmesinin daha uygun olduğu düşünülebilir. ÖSA analizi ile öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri olasılık temelinde belirlenebilmektedir. Bunun için öncelikle verinin kesinlikle katılıyorum ve katılmıyorum ifadeleri için 1 ve katılmıyorum ve kesinlikle katılmıyorum ifadeleri için ise 0 değeri atanır (Geiser, 2013). Bu şekilde ÖSA analizini gerçekleştirmek için iki kategorili veri elde edilmiş olunur.

Bulgular

Bulgular araştırmanın amacına göre iki ana başlıkta ele alınmıştır. Bu açıdan ilk önce ölçeğin Türkçeye uygunluğu incelenmiştir, daha sonra ise teorik yapı örtük sınıf analizi ile incelenmiştir. En son olarak ise öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri belirlenmiştir.

MDS Ölçeğinin Psikometrik Özelliklerinin İncelenmesi

Çalışmanın amacı doğrultusunda öncelikle MDS Ölçeğinin Türkçeye uyarlaması yapılmıştır. Bunun için öncelikle ölçeğin Türkçe formunun psikometrik yapısı incelenmiştir.

MDS Ölçeğinin Güvenirliği

MDS Ölçeğinin güvenirliğine McDonald’s ω ve Cronbach Alfa güvenilirlik katsayıları ile bakılmıştır. Çünkü konjenerik ölçümlerde McDonald’s ω güvenirliğinin de incelenmesi önerilmektedir (Yurdugül, 2006). Yapılan analize göre MDS Ölçeğinin görsel boyutu için Cronbach alfa güvenirliği

0.74, McDonald's ω güvenilirliği ise 0.75 olarak bulunmuştur. MDS Ölçeğinin analitik boyutu için ise Cronbach alfa güvenilirliği 0.86 ve McDonald's ω güvenilirliği ise 0,86 olarak bulunmuştur. Bu değerler güvenilirlik için belirlenen 0.7 kritik değerinden büyük olduğundan (Nunnally, 1978) ölçeğin güvenilir olduğuna karar verilmiştir.

MDS Ölçeğinin Geçerliliği

Bu kısımda ölçeğin dil geçerliliği ve yapı geçerliliğine yönelik bulgular sunulmuştur.

Dil Geçerliliği

İleri çeviri tekniği kaynak ve hedef dildeki testlerin denkliliğini sağlamada daha güçlü deliller sağladığından (Hambleton ve Patsula, 1998) ölçeğin Türkçeye uyarlanması aşamasında ileri çeviri tekniği kullanılmıştır (Hambleton, 2005). Bu süreçte Harkness, Villar ve Edwards (2010) tarafından önerilen beş aşamadan oluşan TRAPD (Translation, Review, Adjudication, Pretesting ve Documentation) takım çeviri modeli kullanılmıştır. Bu teknikte en az iki çevirmen bağımsız olarak ölçme aracını hedef dile çevirir (translation). İkinci aşamada kaynak dil ve hedef dildeki çeviriler en az bir düzeltmen tarafından gözden geçirilir ve önerilerde bulunulur (review). Üçüncü aşamada en az bir hakem ve çevirmenler ile birlikte çeviri önerilerinden hangilerinin kullanılacağına karar verilir (adjudication). Bu süreçlerin sonunda ölçme aracı pilot çalışmaya hazır hale gelmiş olur (pre-test). Bu süreçlerdeki işlemler gerektiği durumlarda tekrar incelenmek üzere kayıt altına alınır (documentation).

TRAPD takım çeviri modeline ek olarak, bu çalışmada maddelerin dil açısından anlaşılır olup olmadığı Türkçe eğitimi alanında uzman bir kişi tarafından da incelenmiştir. Ayrıca pilot çalışmadan önce ölçeğin maddeleri anlaşılabilirlik açısından 9 ve 10. sınıfta öğrenim gören 4 öğrenciye birebir uygulanarak incelenmiştir. Bu süreç sonunda elde edilen ölçeğin hedef dil olan Türkçe için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olup olmadığını yapı geçerliliği ile incelenmiştir.

Yapı Geçerliliği

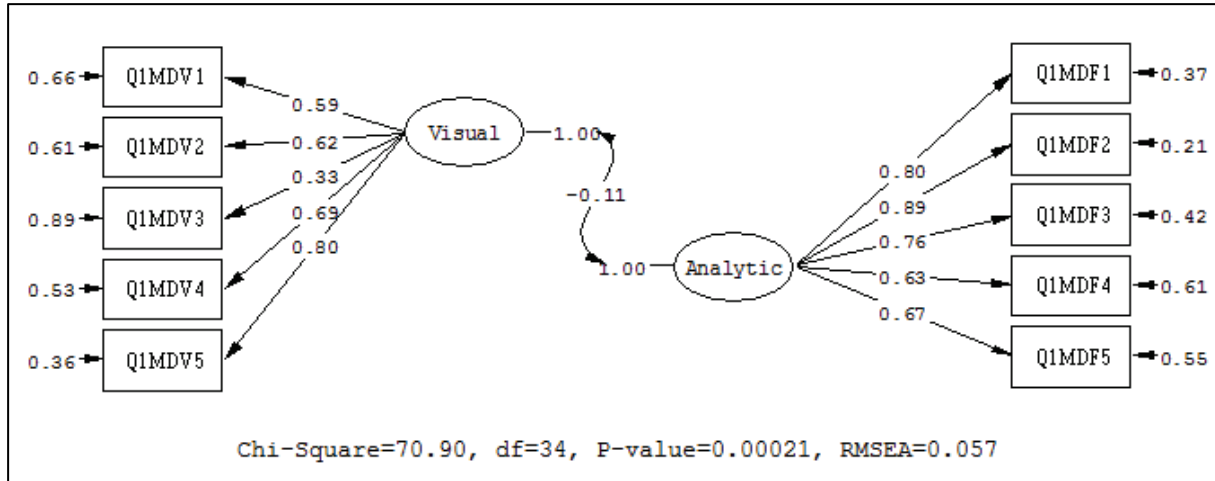
MDS ölçeğinin yapı geçerliliğini belirlemek için varimax döndürme işlemi ile temel bileşenler analizi yapılmıştır. Verilerin faktör analizine uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin ve Bartlett'in küresellik testi ile incelenmiştir. Kaiser'e (1974) göre Kaiser Meyer-Olkin değerinin .8'in üzerinde olması örneklem büyüklüğü için oldukça iyi olarak nitelendirilmektedir. Bu değer MDS ölçeği için .81 olup, örneklem büyüklüğünün faktör analizi için uygun olduğuna karar verilmiştir. Faktör analizi için maddeler arasında korelasyon olması bir başka deyişle veri setinden elde edilen korelasyon matrisinin birim matristen farklı olması gerekir. Bartlett'in küresellik testinin anlamlı ($p<.05$) olması bu korelasyon matrisinin birim matristen farklı olduğunu gösterir (Field, 2009). Bu çalışmada maddeler arasında korelasyon olduğu ve korelasyon matrisinin birim matristen farklı olduğu görülmüştür ($\chi^2(45)=1194.937$; $p<.05$). Bu ise maddelerin faktör oluşturabildiğinin bir göstergesidir (Field, 2009). Ayrıca verilerin diğer verilerle ilişkili olmaması gerekmektedir. Faktör analizinde korelasyon matrisi determinantının 0.00001'den büyük olması çoklu bağlantılılık probleminin olmadığını göstermektedir (Field, 2009). Yapılan analiz sonucunda korelasyon matrisinin determinanı 0.027 çıkmıştır. Faktör analizi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. MDS Ölçeğinin Faktör Yapısı

Maddeler	Faktörler	AFA		DFA		$\sigma^2 (E)$	R^2
		Varimax Döndürme		Standartlaştırılmamış			
		Faktör Yükleri		λ			
		Görsel	Analitik	Görsel	Analitik		
q1mdv1	Görsel	.830	-.033	0.41		0.32	0.34
q1mdv2	Görsel	.875	-.110	0.53		0.45	0.39
q1mdv3	Görsel	.825	.008	0.27		0.60	0.11
q1mdv4	Görsel	.733	.015	0.56		0.35	0.47
q1mdv5	Görsel	.765	-.011	0.63		0.22	0.64
q1d	Nötr Madde						
q1mdf1	Analitik	-.010	.709		0.67	0.26	0.63
q1mdf2	Analitik	-.092	.748		0.78	0.17	0.79
q1mdf3	Analitik	.047	.481		0.64	0.30	0.58
q1mdf4	Analitik	-.086	.739		0.52	0.42	0.39
q1mdf5	Analitik	.006	.812		0.66	0.54	0.45
Özdeğer		3.34	2.45				
Açıklanan Varyans		32.76	25.12				
Toplam Açıklanan Varyans		57.88					

Tablo 1 incelendiğinde görsel olarak isimlendirilen faktördeki maddelerin faktör yüklerinin .830 ile .765 arasında ve analitik olarak isimlendirilen faktördeki maddelerin faktör yüklerinin .812 ile .481 arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca görsel faktöre ilişkin özdeğer 3.34 iken analitik faktöre ilişkin özdeğer 2.45'tir. Görsel faktör tek başına toplam varyansın %32.76'sını, analitik faktör de toplam varyansın %25.12'sini, ölçeğin tamamı ise toplam varyansın %57.88' ini açıklamaktadır. Bu bulgu ölçeğin ilgili yapıyı yüksek varyans oranıyla ölçebildiğinin bir göstergesidir. Sonuç olarak Kaiser'in (1960) faktör belirleme kriterine göre öz değeri 1'den yüksek olan 2 faktör bulunmuştur. Açıklayıcı faktör analizinden sonra doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır.

Yapılan analizde ki-kare değeri manidar bulunmuştur ($\chi^2(34)=70.90, p<.05$). Bu durumda Ki-kare değerinin serbestlik derecesine oranına bakılması önerilmektedir ve bu değer (χ^2/sd) 2.09 çıkmıştır. Bu da model veri uyumunun mükemmel olduğunu göstermektedir (Kline, 1998; Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Bununla birlikte karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), normlaştırılmış uyum indeksi (NFI) değerlerinin .95 üzerinde olması, standardize edilmiş artık ortalamaların karekökü (SRMR) değerinin .05'ten küçük olması ve düzenlenmiş iyilik uyum indeksi (AGFI) değerinin .90'dan yüksek olması model ve veri uyumunun yüksek olduğunu göstermektedir (Hu ve Bentler, 1999). Hair Jr, Black, Babin ve Anderson (2014) ise örneklem sayısının 250 den fazla ve madde sayısının ise 12'den az olduğu durumlarda CFI değerinin .97'den büyük olması şartıyla yaklaşık hataların ortalama karekökü (RMSEA) değerinin .07' den küçük olmasının model veri uyumunun iyi olduğunun göstergesi olduğunu kabul etmektedir. Yapılan DFA analizinde CFI=0.98, NFI=0.95, AGFI=0.93, SRMR=0.041 ve RMSEA=0.057 (90% güven aralığı [GA] = .038-.076) olarak bulunmuştur. Tüm bu bulgular MDS ölçeğinin model veri uyumun iyi olduğunun göstergeleridir. Bu sonuçlar kurulan modelin iyi bir uyum gösterdiğini belirtmektedir. Doğrulayıcı faktör analizine ilişkin oluşan model Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. MDS Ölçeğine ait Doğrulayıcı Faktör Analizi Diyagramı

Örtük Sınıf Analizi ile Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Stillерinin Belirlenmesi

Öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinin belirlenmesi için örtük sınıf analizi yapılmış ve ilk olarak bir, iki, üç ve dört sınıf için ardışık model karşılaştırma analizi ile yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Matematiksel Düşünme Stili Ölçeği İçin Göreli Model Uyum İndeksleri ve Bilgi Kriterleri

Ardışık model karşılaştırmaları	MDS grup karşılaştırma sonuçları (N=336)			
	1-sınıf ÖSA	2- sınıf ÖSA	3- sınıf ÖSA	4- sınıf ÖSA
BIC	3734.986	3392.614	3308.166	3308.343
Vuong-Lo-Mendell-Rubin likelihood ratio p-değeri	-	<0.001	<0.001	0.0870
Lo-Mendell-Rubin Adjusted likelihood ratio test (LRT) p-değeri	-	<0.001	<0.001	0.0899
Parametric Bootstrapped Likelihood Ratio Test p-değeri	-	<0.001	<0.001	<0.001

_: Uygulanamaz

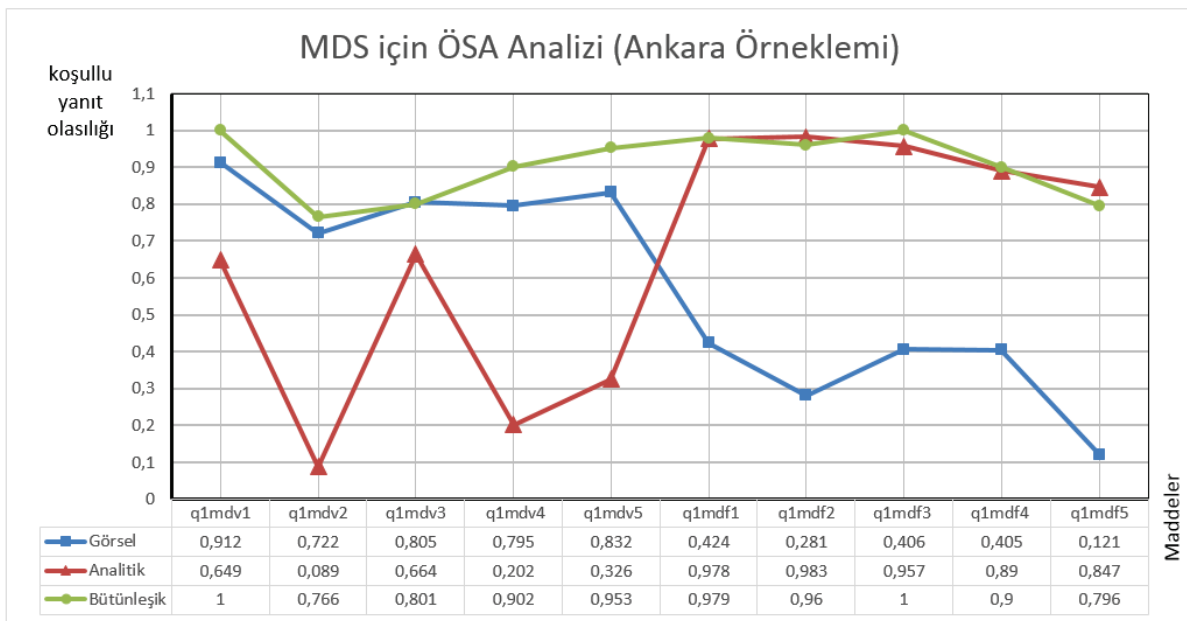
En uygun modelin seçimi için farklı kriterler geliştirilmiştir. ÖSA bir, iki, üç ve dört sınıflı modelleri için uygulanmıştır. Vuong-Lo-Mendell-Rubin testi ve Lo-Mendell-Rubin adjusted Lrt testi sonuçları üç sınıflı modeli desteklemekte iken Parametric Bootstrapped Likelihood Ratio testi sonuçları ise desteklememektedir. Ayrıca, Örtük Sınıf Analizi modelleri AIC ve BIC gibi bilgi kriterleri kullanılarak da karşılaştırılabilmektedir. Simülasyon çalışmalarına dayanarak, ÖSA'da sınıf karşılaştırma modellerinin sayısını belirlemek için en iyi sonuçları verdiği için BIC indeksinin kullanılması tavsiye edilir (Nylund, Asparouhov ve Muthén, 2007; Geiser, 2013). Sonuç olarak, BIC analizinin sonuçlarına göre üç sınıflı modelin, iki ve dört sınıflı modelden daha iyi uyum gösterdiği görülmüştür. Bulunan sonuçlar, istatistiksel yöntemin matematiksel düşünme stili teorisini doğruladığı anlamına da gelmektedir. İstatistiksel analiz ve matematiksel düşünme stili teorisine göre üç sınıflı modelle örtük sınıf analizi yapılmıştır. Ayrıca üç sınıflı model için entropi değeri 0,822 olarak bulunmuştur. Bu sonuca dayanarak rastlantısal olmayan sınıflandırma olasılığı doğruluğunun % 82.2 olduğunu söyleyebiliriz. Bu sonuç Clark'a (2010) göre yüksek entropi (>.80) değerini göstermektedir. Bu sonuçlar örtük sınıflandırmanın yüksek doğrulukta yapıldığını göstermektedir. En iyi ihtimalle örtük sınıf üyeliği sonsal olasılıkları Tablo 3'te raporlanmıştır.

Tablo 3. En İyi İhtimalle MDS Örtük Sınıf Üyeliği İçin Ortalama Örtük Sınıf Olasılıkları

	Görsel MDS olasılığı	Analitik/Formal MDS olasılığı	Bütünleşik MDS olasılığı
1	0.942	0.013	0.045
2	0.027	0.889	0.084
3	0.036	0.027	0.937

Nagin'e (2005) göre, en iyi ihtimalle örtük sınıf üyeliği için ortalama örtük sınıf olasılıkları 0.70 veya üzeri olmalıdır. Birinci sınıfa atanan öğrenciler için en iyi ihtimalle örtük sınıf üyeliği olasılıkları 0.942, ikinci sınıf 0.889 ve üçüncü sınıf 0.937'dir. Bu sonuçlar, tüm gruplar için Nagin'in (2005) kriterini karşılamaktadır.

Üç örtük sınıfın her birinde MDS öğelerinin ikinci kategorisi için koşullu yanıt olasılıklarını gösteren profil grafiği Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Üç örtük sınıfın her birinde MDS öğelerinin ikinci kategorisi için koşullu yanıt olasılıklarını gösteren profil grafiği. Maddeler x ekseninde, “tamamen katılıyorum/katılıyorum” kategorisi koşullu olasılıkları y ekseninde yer almaktadır.

Profil grafiği dikkate alınarak, her bir kategori matematiksel düşünme stili teorisine göre adlandırılmıştır. Buna göre olasılıklar tüm sorular için daha yüksek olduğundan yeşil çizgi (●) bütünleşik düşünme stili olarak, görsel soruların olasılık seviyeleri analitik olanlardan daha yüksek olduğundan mavi çizgi (■) görsel düşünme stili olarak, analitik soruların olasılık seviyeleri görsel olanlardan daha yüksek olduğundan kırmızı çizgi (▲) analitik düşünme stili olarak adlandırılmıştır. Profil grafiğine göre, analitik öğrenciler yeteneklerini analitik olarak kullanma eğilimindedirler, fakat aynı zamanda öğretmenlerinin yaptığı görsel açıklamaları veya tahtaya yaptığı çizimleri tercih etmektedirler. Görsel düşünme stilini tercih etmeseler de, geometriyi sevmektedirler çünkü çizilen bir figürün de olası bir çözüm olabileceğini düşünmektedirler.

Öğrenciler yüksek sınıflandırma ile Örtük Sınıf Analizi ile üç homojen gruba ayrılmıştır. ÖSA sonucunda, her sınıftaki öğrenci sayısı Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Her Bir MDS Sınıfındaki Öğrenci Sayısı

MDS Grupları	Erkek		Kız		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Görsel düşünme stili	63	41.4	51	27.7	114	34
Analitik düşünme stili	22	14.5	42	22.8	64	19
Bütünleşik düşünme stili	67	44.1	91	49.5	158	47
Toplam	152	45.2	184	54.8	336	100

Tablo 4 incelediğinde öğrencilerin en çok bütünleşik düşünme stiline sahip oldukları, en az ise analitik düşünme stiline sahip oldukları görülmektedir. Erkek öğrencilerden 63 kişinin (%41,4) görsel düşünme stiline, 22 kişinin (%14,5) analitik düşünme stiline, 67 kişinin (%44,1) ise bütünleşik düşünme stiline sahip oldukları görülmektedir. Kız öğrencilerden ise 51 kişinin (%27,7) görsel düşünme stiline, 42 kişinin (%22,8) analitik düşünme stiline, 91 kişinin (49,5) ise bütünleşik düşünme stiline sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte erkeklerin kızlara göre daha çok görsel düşünme eğilimde oldukları ve kızların ise erkeklere göre daha çok analitik düşünme eğilimde oldukları görülmektedir. Ayrıca kızların erkeklere göre daha çok bütünleşik düşünme eğiliminde oldukları Tablo 4'te görülmektedir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışma ile Matematiksel Düşünme Stili Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması yapılmış ve 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünme stilleri cinsiyete göre incelenmiştir. Bunun için öncelikle "Rita Borromeo Ferri" tarafından Kassel Üniversitesi'nde "Mathematical Thinking Styles in School and Across Culture (MaTHSCu)" 2011/2012 projesi kapsamında geliştirilen MDS Ölçeğinin Türkçeye uyarlaması ileri çeviri tekniği olan TRAPD takım çeviri modeli ile yapılmıştır. Yapılan güvenilirlik analizi sonucunda, MDS ölçeğinin Türkçe formunun güvenilirliği görsel ve analitik alt boyutlarda güvenilirliğin alt sınırı olan 0.7'den büyük (Nunnally, 1978) olmasından dolayı her bir alt boyut için elde edilen verilerin güvenilir olduğu görülmüştür. Ayrıca MDS Ölçeğinin faktör yapısının Türkçeye iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir. Böylece MDS ölçeğinin Türkçe formunun güvenilir ve geçerli bir ölçme aracı olduğu gösterilmiştir. Ölçeğin Türkçe formunun psikometrik yapısını incelendikten sonra Borromeo Ferri (2015) tarafından açıklanan matematiksel düşünme stillerinin örtük sınıf analizi ile nasıl belirleneceği gösterilmiştir. Yapılan örtük sınıf analizi sonucunda, teorik yapıyla uyumlu olarak öğrencilerin yüksek sınıflama güvenilirliğinde üç homojen gruba ayrıldığı görülmüştür. Elde edilen bulgular MDS Ölçeğinin Türkçeye uygun olduğunu ve öğrencilerin matematiksel düşünme stillerini yüksek entropi düzeyinde belirleyebildiğini göstermiştir.

Bu çalışmanın katılımcılarını oluşturan 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin daha çok bütünleşik düşünme stiline oldukları görülmüştür. Bu stili tercih eden öğrenciler görsel ve analitik düşünme stiline aynı anda kullanabilirler veya bu stiller arasında geçişler yapabilirler (Borromeo Ferri, 2015). Bununla birlikte analitik düşünme stiline ise daha az öğrenci olduğu görülmüştür. Ayrıca kız öğrencilerin ise erkeklere göre daha yüksek oranda analitik düşünme stiline sahip oldukları belirlenmiştir. Erkek öğrencilerin ise kızlara göre daha çok görsel düşünme eğiliminde oldukları görülmüştür. Dede vd.'nin (2017) yaptıkları çalışmada da bu sonuca benzer olarak erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre daha çok görsel düşünme eğiliminde oldukları görülmüştür. Literatürde de bu sonucu dolaylı olarak destekleyen çalışmaların olduğu görülmektedir (Garner ve Engelhard, 1999; Işıksal ve Çakıroğlu, 2008). Işıksal ve Çakıroğlu'nun (2008) çalışmasında erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre özellikle geometri derslerinde daha iyi performans gösterdikleri, kız öğrencilerin ise erkek öğrencilere göre sembolik işlemlerde daha iyi performans gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Geometrinin görsel düşünme gerektirdiğini ve sembolik işlemlerin ise analitik düşünme gerektirdiğini dikkate alacak olursak Işıksal ve Çakıroğlu'nun (2008) çalışmasında erkeklerin kızlara göre geometride daha iyi performans göstermiş olmalarının nedeni bu çalışmada da olduğu gibi erkeklerin kızlara göre daha çok görsel düşünme stiline tercih etmeleri olabilir. Benzer şekilde kız öğrencilerin de erkeklere

göre daha çok analitik düşünme eğilimli olmalarının bir sonucu olarak sembolik işlemlerde erkeklerden daha iyi performans göstermiş olabilecekleri akla gelmektedir. Bunu destekler nitelikte Kılıç (2017) matematiksel düşünme stillerinin öğrencilerin performanslarını etkileyebileceğini belirtmektedir. Fakat tam olarak bu sonucun öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinden kaynaklandığını söyleyebilmek için ileri araştırmalara ihtiyaç olduğu da görülmektedir.

Düşünme stilleri teorisine uygun olarak bu çalışmada öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri olasılık temelinde belirlenmiştir. Çünkü bireylerin stilleri zaman içinde değişebilir ve bireyler stil kullanımında kısmen esnek davranabilirler ve verilen duruma göre stillerinde değişim olabilir. Yani bireylerin stilleri durumdan duruma değişebilir (Zhang, 2001). Benzer şekilde Krutetskii (1976) görsel düşünenlerin az da olsa analitik düşündüklerini ve benzer şekilde analitik düşünenlerin az da olsa görsel düşündüklerini belirtmektedir. Bunun yanında bütünlük düşünenlerin ise görsel ve analitik düşünmeyi birbirine eşit seviye kullandıklarını söylemektedir. Örtük sınıf analizi sonucunda ortaya çıkan grafik (bkz. Şekil 3) –yukarıda belirtildiği üzere– Krutetskii'nin (1976) matematiksel düşünme stiliyle ilgili ifadeleriyle de uyum göstermektedir. Bu açıdan bireylerin stillerinin olasılık temelinde belirlenmesinin uygun olduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı bu çalışmanın bundan sonraki araştırmalara zengin bir temel oluşturacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar matematik öğretmenlerine öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri hakkında bilgiler sunmaktadır. Öğretmenler bu çalışmadaki ölçeği kullanarak kendi öğrencilerin matematiksel düşünme stillerini de belirleyip, öğretim sürecini öğrencilerin tercihlerine göre düzenleyebilirler. Çünkü öğretmen ve öğrenci arasındaki stil uyumunun farklı yansımaları olabilir ve öğrenciler kendi stillerine hitap eden öğrenme ortamlarında daha iyi öğrenebilir. Ayrıca öğretmenler stillerinin uyduğu öğrencileri daha başarılı olarak algıladığından ve kendi stillerine benzeyen öğrencilere daha fazla değer verdiği için (Zhang ve Sternberg, 2001) dolayı bir öğretmen kendi sahip olduğu stile benzeyen öğrenciyi daha başarılı olarak tanımlamakta ve kendi stiline benzeyen öğrencileri gözünde büyütebilmektedirler (Sternberg ve Grigorenko, 1995). Bu açıdan öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel düşünme stillerini dikkate alarak öğretim yapmaları onların daha iyi öğrenmelerine imkân tanıyabilir. Düşünme stilinde kültürel farklılıklar olduğundan, farklı kültürlerdeki bireylerin bireysel olarak düşünme stilindeki farklılıklar, öğrenme sürecinde öğretmenler tarafından dikkate alınmalıdır (Zhang, 2001). Ayrıca matematiksel düşünme stilinde kültürel farklılıklar olduğu Borromeo Ferri'nin (2015) MaTHSCu projesi kapsamında yapmış olduğu araştırmada açıklamıştır. Güney Kore ve Japonya'nın bütünlük düşünme stilinde baskın olduğunu, Almanya'nın ise daha çok görsel düşünmede baskın olduğu belirtilmiştir (Borromeo Ferri, 2015). Bu çalışmada ise öğrenciler en çok bütünlük düşünme stilinde, en az ise analitik düşünme stilinde çıkmıştır. Borromeo Ferri'nin (2015) çalışmasında öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri cinsiyete göre ele alınmadığından cinsiyet açısından bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Bu açıdan bu ölçek kullanılarak farklı kültürlerdeki öğrenciler ile Türkiye'deki öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri –özellikle cinsiyet açısından– karşılaştırılabilir. Böylece kültürün matematiksel düşünme stiline etkisine cinsiyet perspektifinden daha detaylı bakılabilir. Bunun yanında MDS Ölçeği kullanılarak kız ve erkek öğrencilerin matematiksel düşünme stillerinin dağılımlarının farklı olmasının nedenleri araştırılabilir. Ayrıca kız ve erkek öğrencilerin matematik başarıları matematiksel düşünme stiline göre incelenebilir.

Bu çalışma örtük sınıf analizinin öğrencilerin matematiksel düşünme stillerini belirlemede nasıl kullanılacağını göstermektedir. Böylece geniş örneklemelerin matematiksel düşünme stillerini belirlemek daha kolay olabilecektir. Ayrıca matematiksel düşünme stillerinin farklı değişkenler ile olan etkileşimleri de daha kolay ve pratik bir şekilde çalışılabilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile matematik eğitimcileri ve Türkiye'deki matematik öğretmenleri öğrencilerin matematiksel düşünme stilleri hakkındaki bilgilerini zenginleştirebilirler ve bu bilgiyi kullanarak derslerini öğrencilerin daha iyi öğrenebilecekleri şekilde tasarlayabilirler. Fakat bu çalışmadan elde edilen bilgi direkt olarak farklı kültürlerde uymayabilir, çünkü stiller ve stillerin başarıya olan etkileri kültürden kültüre değişebilir. Bundan dolayı farklı kültürlerde stillerin cinsiyet gibi değişkenlere göre nasıl değiştiğinin araştırılması önerilmektedir.

Kaynakça

- Abedalaziz, N. (2010). A gender-related differential item functioning of mathematics test items. *The International Journal of Educational and Psychological Assessment*, 5, 101-116.
- Akaike, H. (1987). Factor analysis and AIC. *Psychometrika*, 52, 317-332.
- Blum, W. ve Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- 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.
- Borromeo Ferri, R. ve Kaiser, G. (2003). First results of a study of different mathematical thinking styles of schoolchildren. L. Burton (Ed.), *Which way? Social justice in mathematics education* içinde (s. 209-239). London: Greenwood.
- 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.
- Celeux, G. ve Soromenho, G. (1996). An entropy criterion for assessing the number of clusters in a mixture model. *Journal of Classification*, 13, 195-212.
- Clark, S. L. (2010). *Mixture modeling with behavioral data* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of California, Los Angeles.
- Collins, L. M. ve Lanza, S. T. (2010). *Latent class and latent transition analysis. With applications in the social, behavioral, and health sciences*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Coskun, S. (2011). *A multiple case study investigating the effects of technology on students' visual and nonvisual thinking preferences: Comparing paper-pencil and dynamic software based strategies of algebra word problems* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Central Florida, Florida, USA.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Dede, Y., Akçakın, V. ve Kaya, G. (2017). Investigation of mathematical thinking styles according to gender. *26th International Congress on Educational Sciences* içinde (s. 2024-2027). Manavgat, Türkiye.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3. bs.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York, NY: McGraw-Hill Higher Education.
- Galindo-Morales, E. (1994). *Visualization in the calculus class: Relationship between cognitive style, gender, and use of technology* (Yayımlanmamış doktora tezi). The Ohio State University, ABD.
- Garner, M. ve Engelhard, G. Jr. (1999). Gender differences in performance on multiple-choice and constructed response mathematics items. *Applied Measurement in Education*, 12, 29-51.
- Geiser, C. (2013). *Data analysis with Mplus (Methodology in the social sciences)*. New York, NY: Guilford.
- 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.
- Hair Jr, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. ve Anderson R. E. (2014). *Multivariate data analysis: Pearson new international edition*. London: Pearson.

- Hambleton, R. K. (2005). Issues, designs, and technical guidelines for adapting tests into multiple languages and cultures. R. K. Hambleton, P. F. Merenda ve C. D. Spielberger (Ed.), *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment* içinde (s. 3-38). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hambleton, R. K. ve Patsula, L. (1998). Adapting tests for use in multiple languages and cultures. *Social Indicators Research*, 45(1-3), 153-171.
- Harkness, J. A., Villar, A. ve Edwards, B. (2010). Translation, adaptation, and design. J. A. Harkness, B. Edwards, M. Braun, T. P. Johnson, L. Lyberg, P. P. Mohler, B. Pennell ve T. W. Smith (Ed.), *Survey methods in multinational, multiregional, and multicultural contexts* içinde (s. 115-140). New Jersey: John Wiley & Sons.
- 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
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Işıkşal, M. ve Aşkar, P. (2005). The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th-grade students. *Educational Research*, 47(3), 333-350.
- Işıkşal, M. ve Çakıroğlu, E. (2008). Gender differences regarding mathematics achievement: The case of Turkish middle school students. *School Science and Mathematics*, 108(3), 113-120.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Kılıç, Ç. (2017). Analyzing the structures of figural patterns produced by middle school students based on number patterns. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 13(1), 65-79.
- Kline, R. B. (1998). *Principals and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lane, S., Wang, N. ve Magone, M. (1996). Gender-related differential item functioning on a middle school mathematics performance assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 15(4), 21-27.
- Lean, G. ve Clements, K. (1981). Spatial ability, visual imagery, and mathematical performance. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 267-299.
- Lyons-Thomas, J., Sandilands, D. ve Ercikan, K. (2014). Gender differential item functioning in mathematics in four international jurisdictions. *Education and Science*, 39(172), 20-32.
- Magidson, J. ve Vermunt, J. (2004). The SAGE handbook of quantitative methodology for the social sciences. D. Kaplan (Ed.), *Latent class models* içinde (s. 345-368). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Mainali, B. (2014). *Investigating the relationships between preferences, gender, and high school students' geometry performance* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Central Florida, ABD.
- Mubark, M. M. (2005). *Mathematical thinking and mathematics achievement of students in the year 11 scientific stream in Jordan* (Yayımlanmamış doktora tezi). Faculty of Education and Arts, University of Newcastle, Avustralya.
- Nagin, D. (2005). *Group-based modeling of development*. Harvard University Press.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2. bs.). New York: McGraw-Hill.

- Nylund, K. L., Asparouhov, T. ve Muthén, B. O. (2007). Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modeling: A Monte Carlo simulation study. *Structural Equation Modeling, 14*(4), 535-569.
- Oberski, D. (2016). Mixture models: Latent profile and latent class analysis. J. Robertson ve M. Kaptein (Ed.), *Modern statistical methods for HCI: Human-computer interaction series* içinde (s. 275-287). Cham: Springer.
- OECD. (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/9789264266490-en
- Piaw, C. Y. (2014). Effects of gender and thinking style on student's creative thinking ability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116*, 5135-5139.
- Presmeg, N. C. (1985). *The role of visually mediated processes in high school mathematics: A classroom investigation* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Cambridge, Birleşik Krallık.
- Presmeg, N. C. (1986). Visualization and mathematical giftedness. *Educational Studies in Mathematics, 17*, 297-311.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics, 6*, 461-464.
- Sevimli, E. (2013). *Bilgisayar cebiri sistemi destekli öğretimin farklı düşünme yapısındaki öğrencilerin integral konusundaki temsil dönüşüm süreçlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- 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.
- Taşova, H. İ. (2011). *Matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri ve performansı sürecinde düşünme ve görselleme becerilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Wang, J. ve Wang, X. (2012). *Structural equation modeling: Applications using Mplus*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Wang, T. L. ve Tseng, Y. K. (2015). Do thinking styles matter for science achievement and attitudes toward science class in male and female elementary school students in Taiwan?. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*(3), 515-533.
- Wedegé, T. (2011). Doing gender in mathematics education. G. Brandell ve A. Pettersson (Ed.), *Matematikundervisning: Vetenskapliga perspektiv* içinde (s. 92-114). Stockholm: Stockholms universitets förlag.
- Yıldırım, C. (2015). *Matematiksel düşünme*. İstanbul: Remzi Kitapevi.
- Yurdugül, H. (2006). The comparison of reliability coefficients in parallel, tau-equivalent, and congeneric measurements. *Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences, 39*(1), 15-37.
- Zhang, L. F. (2001). Do thinking styles contribute to academic achievement beyond self-rated abilities?. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied, 135*(6), 621-637.
- Zhang, L. F. (2004). Revisiting the predictive power of thinking styles for academic performance. *The Journal of Psychology, 138*(4), 351-370.
- Zhang, L. F. (2010). Do age and gender make a difference in the relationship between intellectual styles and abilities?. *European Journal of Psychology of Education, 25*(1), 87-103.
- Zhang, L. F. ve Sternberg, R. (2001). Thinking styles across cultures: Their relationships with students' learning. R. Sternberg ve L. F. Zhang (Ed.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* içinde (s. 197-226). London: Lawrence Erlbaum.