

Matematik Öğretmen Adaylarına Yönelik Lineer Denklem Sistemleri Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği*

Emin Aydın¹

Ali Delice²

Deniz Kardeş³

Özet

Bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri öz-yeterlilik algılarını belirlemeye yönelik Likert tipi bir ölçek geliştirmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için 22 maddelik deneme formu hazırlanmıştır. Bu form, değişken sayısının denklem sayısı ile olan durumlarına göre ($m < n$, $m = n$, $m > n$) üç alt ölçekten oluşmaktadır. Deneme formu Marmara Üniversitesi Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ve Matematik bölümü 2. Sınıf öğrencilerinden oluşan 87 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Deneme formu oluşturulan ölçeğin öncelikle faktör analiz çalışması yapılmış, daha sonra da madde analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ölçek $m = n$ ve $m \neq n$ oluş durumlarına göre iki ayrı ölçeğe bölünerek incelenmiştir. Oluşan ölçeklerden ilkinin ($m = n$) beş farklı yapıdan, ikincisinin ($m \neq n$) üç farklı yapıdan oluştuğu gözlenmiştir. Güvenirlilik çalışmaları tamamlanan, ölçekler için madde analizi yapılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda ölçekte yer alan tüm maddelerin, madde kalan ve madde ayırt edicilik indeksleri açısından kabul edilebilir seviyede oldukları gözlenmiştir. Cronbach Alfa katsayısı birinci ölçek için 0.860, ikincisi için 0.835 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak Ölçek geçerli ve güveniliridir.

Anahtar Kelimeler: Lineer denklem sistemleri, öz-yeterlilik algısı, ölçek geliştirme

1. Giriş

Lineer cebir; cebir, analitik geometri, analiz, diferansiyel denklemler, fraktal geometri, nümerik analiz gibi çoğu matematik derslerinde karşılaşılan önemli bir alandır. Ayrıca lineer cebir, anatomi, genetik, kimya, fizik, istatistik, bilgisayar teknolojileri, mühendislik, ekonomi gibi farklı disiplinlerde de boy göstermektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar lineer cebirin öğrenilmesinin ve öğretilmesinin zor olduğu yönündedir (Hillel ve Sierpinska, 1993; Dorier ve Sierpinska, 2001). Haddad (1999) çalışmasında öğrencilerin lineer cebir öğrenmedeki güçlüklerini ele almış, bu güçlükleri lineer cebirin doğası, lineer cebirin öğretimi ve öğrencilerin lineer cebiri nasıl öğrendiği şeklindeki 3 boyut açısından incelemiştir. Harel (1989) ve Wang (1989) öğrencilerin lineer cebir kavramlarını anlamada

* Bu çalışma Kardeş (2010)'un yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

¹ Yrd. Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, OFMA Bölümü, eyaydin@marmara.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, OFMA Bölümü, alidelice@marmara.edu.tr

³ Marmara Üniversitesi; Eğitim Bilimleri Enstitüsü, OFMA Anabilim Dalı, deniz.kardes@hotmail.com

zorlandıklarını buna karşın hesaplama işlemlerini yapabildiklerini çalışmalarında ifade etmişlerdir. Dorier (1998) ise öğrencilerin lineer cebirle ilgili alıştırmalar ve uygulamalar yapmaları istendiğinde çoğunluğunun bocaladığını ve kavramlar arasında ilişki kuramadıklarını gözlemlemiştir. Berry Lapp ve Nyman (2008) kavramsal anlamının önemsendiği öğretime yöntemlerinin geliştirilmesini önermişlerdir.

Öğrencilerin lineer cebir dersini anlamlandırmada ve şimdiye kadar gördükleri matematik dersleriyle ilişkilendirmede çektikleri güçlükler üzerine çalışan Harel (1994) öğrencilerin altyapılarının ve hazır bulunuşluk düzeylerinin lineer cebiri öğrenmede önemli olduğunu belirtmektedir. Ortaöğretim lineer cebiri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Erçerman (2008) öğrencilerin çoğunda lineer cebir bilgilerinin kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında tutarsız, eksik, birbirini tamamlamayan bilgiler olduğu ve işlemsel bilgilerin ağırlıkta olduğunu tespit etmiştir. Oktaç (2008), lineer cebir konularının ortaöğretim düzeyinde yeterli önemi görmediğini, matematiğin diğer alanlarına kıyasla daha kısa ve daha az içerikli olarak işlenmekte olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca öğrenilmesi soyutlama gerektiren lineer cebir kavramlarının temelini iyi bir şekilde ortaöğretimde atılması, bu düzeydeki matematik programının temel hedeflerinden biri olması gerektiğini belirtmektedir.

Lineer cebir dersinin temel alt öğrenme alanlarından biri olan lineer denklem sistemleri konusu Türk araştırmacılarca fazla ilgiye değer bulunmamış ve, ayrı bir çalışma alanı olarak kabul edilmemiştir (Kardeş, 2010). Bu bağlamda, öğrencilerin kavramsal anlamada problem yaşadıklarını ifade ettikleri konulardan biri olan Lineer denklem sistemlerinin (LDS) öğrenimi ve öğretimi, bu süreçte karşılaşılan güçlükler dünya çapında birçok araştırmanın odak noktası olmuştur. Harel ve Tall (1989) öğrencilerin lineer denklem sistemleri konusunda var olan bilgilerinin üzerine yeni bilgi yapılarını nasıl inşa ettiklerini genelleme kavramı bağlamında ele almışlardır. Trigueros, Oktaç ve Manzanero (2007) lineer denklem sistemleri başarısının öğrencilerin değişken şemalarına bağlı olduğunu ve APOS odaklı derslerin öğrencilerin lineer denklem sistemleri şemalarını geliştirmelerine yardımcı olacağını bildirmişlerdir. Ramírez (2005) ortaöğretim müfredatlarında çok çözümlü veya çözümsüz sistemler üzerinde durulmaması nedeniyle öğrencilerin üniversite düzeyindeki derslerde zorluk çektiğini göstermiştir.

Matematik eğitiminde özyeterlilik konusu üzerine Türkiye’de yapılan çalışmaların genelinde matematiğin kendisi veya ilgili alanlarının (örneğin: geometri, istatistik) veya konularının üzerine olduğu görülmektedir (Cantürk-Günhan ve Başer, 2007; Umay, 2002).

Özel olarak bir konuya ait özyeterlilik algısı⁴ ölçeği geliştirmesi ulusal veya uluslararası literatürde çok az rastlanılır bir durumdur. Finney ve Schraw (2003) göre ise, öz-yeterlilik

⁴ Özyeterlilik ile ilgili Türkçe yayınların çoğunda ‘algı’ yerine ‘inanç’ terimi kullanılmıştır. Ancak Nespot (1987)’a göre inanç sistemleri daha çok duyuşsal alana hitap etmektedir. Biz de bu çalışmada ve çalışmanın dayandığı yüksek lisans tezinde ‘algı’ kavramını ‘inanç’ kavramına kıyasla daha ağırlıklı bir bilişsel anlam içerdiği düşüncesi sebebiyle tercih ettik.

konuya özgü olmalıdır. Konuya özgü yargıların performans öngörüsü daha fazladır. Bu yüzden öz-yeterlilik yargıları birbirinden bağımsız incelendiğinden beri öz-yeterliliğin genel olarak ölçülmesinden kaçınılmalıdır. Bu da tüm öz-yeterlilik araçları mikro düzeyde görevlerin performanslarını tahmin etme için yazılmalı anlamına gelmemelidir. Öz-yeterlilik incelendiği bağlamın özel olma durumuna göre değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin betimlenmesi ve öz-yeterlilik algısı ile çoklu temsil bağlamında incelenmesi araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

1.1. Amaç

Lineer cebir derslerinde karşılaşılan zorlukların önemli bir kısmı lineer denklem sistemleri konusu ile ilgilidir (Harel ve Tall, 1989; Trigueros, Oktaç ve Manzanero, 2007). Bu konu ile ilgili özyeterlilik algısının incelenmesi, özel anlamda özyeterlilik algısı ile başka değişkenlerin ilişkisinin incelenmesine yardımcı olabilir. Genel anlamda ise geçerli ve güvenilir bir ölçeğin varlığı hem araştırmacılara hem de öğretmenlere yardımcı olacaktır. Öğretmene, lineer cebir dersi kavramlarının öğretimi sırasında öğrencinin durumu hakkında sağlıklı bilgi sağlarken, araştırmacıya değişkenler arasındaki ilişkileri daha iyi anlama fırsatı verecektir.

Bu araştırmada, lineer denklem sistemleri konusu gibi öğrencilerin ilköğretim ikinci kademedeki itibaren aşına olduğu fakat üniversite düzeyinde zorlanılan bir konuda öz-yeterlilik algısını ölçmek hedeflenmiştir.

1.2. Öz-yeterlilik Algısı

Bu kavram temeli Bandura tarafından geliştirilen sosyal bilişsel kuramdan alır. Bandura (1986) öz-yeterlilik algısını, bireyin kendisine verilen işi organize edebilme ve başarabilme yeteneği olarak tanımlarken Ford (1992) öz-yeterlilik algısını, insanları güven içinde başarmak ve başardıklarını uygulamaya dökülebilmek için motive eden kişisel yeteneklerin bir parçası olarak tanımlamaktadır. Mager (1997) ise öz-yeterlilik algısını bireylerin belirli bir hareketi icra etmede, özel durumlara ilişkin kendi kapasiteleri hakkındaki yargıları olarak tanımlamıştır. Bandura'ya (1986) göre bireyin öz-yeterlilik algısı, geçmiş deneyimler, dolaylı deneyimleri, ikna süreci ve psikolojik durum olmak üzere dört faktörden etkilenmektedir. Geçmiş deneyimler, öz-yeterlilik algısının en temel olarak belirleyen bireyin kişisel deneyimleridir. Geçmiş yaşantısında bir alanda başarılı olmuş birinin o alana yönelik olarak öz-yeterlilik algısı gelişimini olumlu yönde etkilenir. Benzer şekilde de tekrarlanan başarısızlık öz-yeterlilik algısı gelişimini olumsuz etkiler. Sosyal bilişsel kuram her ne kadar geleneksellikten uzaklaşsa da nihayetinde temelinde model alarak öğrenme modeli yatmaktadır. Dolaylı deneyimler de bireyin aktivitelerini zorluk çekmeden yapabilen kişileri izlemesi anlamında olup, izleyen için önemli bir öz-yeterlilik oluşturma kaynağı olabilmektedir. Birey bir başkasının çaba göstererek bir işi başardığını gözlemlerse kendisinin de aynı yeterliğe sahip olduğunu düşünebilir. Sözel ikna ise öz-yeterlilik algısının üçüncü bilgilendirici kaynağı oluşturmaktadır. Çünkü kişiler

diğerlerinden gelen ikna edici öneriler ile geçmişte başarılı bir biçimde üstesinden geldikleri durumların olumlu etkilerini sürdürme eğilimindedirler. Dördüncü bilgilendirici kaynak ise fiziksel ve duygusal çevredir. Bununla ilgili olarak olumsuz bir çevreye sahip olmak öz-yeterlilik algısını tehdit eden bir durum olarak algılanabilir.

Öz-yeterlilik algısı alanında yapılan çalışmalar üç ana kısma ayrılmıştır. Birincisi, öz-yeterlilik algısı ile kariyer seçimi, okul başarısı ve dâhilinde fen ve matematik başarısının ilişkisi incelenmiştir. İkinci olarak, öğretmen ve öğrenci adaylarının öz-yeterlilikleri üzerinde çalışmalara yoğunlaşmıştır. Üçüncü olarak ise, akademik öz-yeterlilik ile motivasyon, performans ve başarı arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bu üç tür çalışmanın her biri alan bazında değerlendirilirse matematik eğitiminde hepsine rastlamak mümkündür. Pajers ve Miller (1995) Matematik Öz-yeterlilik Algısı Ölçeği'nin alt ölçeklerini kullanarak yaptıkları 'yordama geçerliliği' çalışmasında, ölçeğin matematik problemlerini çözme ile ilgili alt boyutunun bu problemlerin çözümünde gösterilen performansı, ölçeğin matematik derslerinde başarılı olma ile ilgili alt boyutunun ise matematik ağırlıklı alan seçimlerini başarılı bir biçimde yordadığını bulmuşlardır. Öz-yeterlilik algısı üzerine yapılan ikinci tür çalışmalara Yürekli'nin (2008) yürüttüğü çalışma örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik öz yeterlilik algılarını ele almış olup tutumları ile ilişkisine bakmıştır. Araştırmasının sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlilik algılarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Işıksal ve Çakıroğlu da (2006) çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlilik algılarının öğrenim gören üniversite ve üniversite sınıf seviyesine göre anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlilik algılarının öğrenim görülen üniversite ve üniversite sınıf seviyesine göre anlamlı bir fark gösterdiği bulunmuştur.

Umay (2002) çalışmasında yenilenen ilköğretim matematik öğretmenliği programının öğrencilerin matematiğe karşı öz-yeterlilik algılarına etkisini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı son sınıf öğrencilerinin matematiğe karşı öz yeterlilik algıları birinci sınıf öğrencilerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Üçüncü sınıf araştırma tipine örnek olarak ise Malpass, O'Neil, Harold ve Hocevar (1999) araştırması verilebilir. Çalışmalarında, matematik konusunda yetenekli lise öğrencilerinin öz-düzenleme, amaç yönelimi, öz-yeterlilik ve matematik başarıları arasında yüksek bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir (akt. Üredi ve Üredi, 2005). Cantürk-Günhan ve Başer (2007) birlikte yürüttükleri çalışmada geometriye yönelik öz-yeterlilik ölçeği geliştirmişlerdir. Bir başka çalışmada Umay (2002), matematiğe karşı öz-yeterlilik ölçeği geliştirmiştir. Finney ve Schraw (2003) ise çalışmalarında öz-yeterliliğin bilişsel boyutuna ağırlık vererek geliştirdikleri ölçek istatistik ve onun temel kavramları üzerinedir.

2. Yöntem

Bu bölümde bu çalışmanın hangi paradigmayı neden izlediği, çalışma grubu, verilerin çözümlenmesi ve ölçeğin geliştirilmesi süreci açıklanacaktır. Araştırma amacı bakımından bu çalışma açıklayıcı araştırma tarifine daha uygun düşmektedir. Çalışma nicel paradigmaya dayalı bir ölçek geliştirme çalışması olması sebebiyle bir fenomenin değişkenleriyle ve değişkenler arasındaki iliksileriyle incelenmesini gerektirmektedir.

2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu Eğitim ve Fen-Edebiyat fakültelerine kayıtlı matematik öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Dolayısıyla, ölçek çalışması araştırma için gerekli olan ve belirli ihtiyaçları karşılayan, olasılıklı olmayan, amaca yönelik, uygun örneklem tekniği (Cohen, Manion ve Morrison, 2000, s. 104) ile 2009–2010 eğitim öğretim yılında, Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ve Fen Edebiyat Fakültesi Matematik bölümü 2. Sınıf, Lineer Cebir I dersine katılmış ve Lineer Cebir II dersine katılan öğrencilerden oluşan 87 kişilik bir grup üzerinde yapılmıştır.

2.2. Verilerin Çözülmesi

Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri kapsamında açıklayıcı faktör analizi ve madde analizi çalışmaları SPSS 13.0 paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

2.3. Ölçeğin Geliştirilmesi

Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri öz-yeterlilik algılarını belirlemek amacıyla uzman görüşlerinden ve ilgili literatürden yararlanarak 22 maddelik, 5'li likert tipi, değişken sayısının denklem sayısı ile olan durumlarına göre ($m < n$, $m = n$, $m > n$) üç alt ölçekten oluşan bir ölçek hazırlanmıştır. 5'li dereceleme; kendimi çok yeterli buluyorum (5) , kendimi yeterli buluyorum (4) , kararsızım (3) , kendimi yeterli bulmuyorum (2), kendimi hiç yeterli bulmuyorum (1) şeklinde belirlenmiştir. Bu maddelerin tamamı bilişsel ifadeleri kapsayacak şekilde hazırlanmıştır.

Ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarında, ölçeğin psikometrik özelliğine ilişkin aranan iki temel bilgi güvenilirlik ve geçerliktir. Ölçeğin ölçme hatasını en aza indirmek için güvenilirliğin sağlanması beklenirken; en az onun kadar önemli bir diğer konu geçerliğin yani ölçeğin istenen tutum, davranış ya da özelliği doğru ölçtüğünün sınanması, testin bilimselliğini, kullanımını ve bulguların yorumlanmasını etkilemektedir (Gable, 1986, s.201). Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları kapsamında kapsam geçerliği, alanda uzman, Lineer Cebir dersi vermiş ve vermekte olan, soru hazırlama teknik ve yöntemlerini bilen, doktora ve daha üst seviyede unvanı olan 5 akademisyenin görüşü ile sınanmıştır. Akademisyenlere maddenin ilgili davranışı yokladığı konusundaki görüşlerini ve eğer görüş olumsuzsa düşüncelerini ifade edebilecekleri açıklama bölümü olan bir belirtke tablosu hazırlanmıştır. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda kimi maddelerin çıkartılarak yenilerinin eklenmesi ve kiminin düzeltilmesi ile oluşturulan 22 maddelik ölçeğe uygulama öncesi son hali verilmiştir.

Lineer Denklem Sistemleri Öz-Yeterlilik Algısı Ölçeği'nin (LİYAÖ) yapı geçerliğini belirlemek için faktör analizi yapılmış, ölçekte yer alan maddelerin lineer denklem sistemi öz-yeterlilik algısı ile ilgili hangi faktörleri ölçtüğü ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Öncelikle veri yapısının faktör analizi için uygun olup olmadığını test etmek üzere Kaiser Meyen Olkin (KMO) ve Bartlett testi yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu çalışmada faktörleşme için sıkça kullanılan ve çok değişkenli istatistik yöntemi olan temel bileşenler analiz yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca faktörleri isimlendirmek ve yorumlayabilmek amacıyla dik döndürme yönteminden yararlanılmıştır. Dik döndürme ise varimax tekniği ile yapılmıştır. Özdeğeri 1.00'dan büyük olan faktörler ölçeğe alınmıştır. Literatürde faktör örüntüsünün oluşturulmasında 0.45 ya da daha yüksek olması seçim için iyi bir ölçüdür ancak uygulamada az sayıda madde için bu sınır değer 0.30'a kadar indirilebilir (Büyüköztürk, 2008). Bu çalışmada madde sayısının az olmasından ötürü, alt kesme noktası olarak 0.30 kabul edilmiştir. Ayrıca faktör yükü 0.30 ve daha yüksek olup birden fazla faktörün altında yer alan maddeler, ilgili faktörlere anlamca uygun olup olmadığı değerlendirilerek ölçekte yer alıp almayacağına karar verilmiştir. Ölçekten çıkarılmasında kararsız kalınan maddelerde ise madde analizindeki anlamlılık düzeyleri dikkate alınmıştır.

Sonraki aşamada, ölçeğin güvenilirlik katsayısını bulurken, dış tutarlılık test-tekrar test tekniği ile; iç tutarlılık madde analiz yöntemleri ile hesaplanmıştır. Test tekrar test güvenilirliği tespitinde LİYAÖ aynı gruba ilk uygulamadan 4 hafta sonra uygulanmıştır. Her iki uygulamada alınan sonuçlar arasında Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Likert tipi ölçeklerde dış tutarlılık test tekrar test yöntemi ile sınanırken, iç tutarlılığın sınanmasında birçok teknik kullanılabilir. Bu çalışmada, iç tutarlılık katsayılarını belirlemek amacı ile Cronbach Alfa, Guttman ve Spearman-Brown güvenilirlik analizleri ölçeklerin tümü ($m=n$, $m \neq n$) ve onları oluşturan alt ölçekler için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. İç tutarlılığın hesaplanmasında bir diğer yol, madde toplam puan ve madde kalan korelasyonlarının hesaplanmasıdır. Madde toplam korelasyon her test maddesinden elde edilen puan (her bir test maddesinin varyansı) ile testten elde edilen toplam puan arasındaki ilişkinin araştırılmasına dayanır. Pearson Momentler Çarpımı korelasyonunun düzeltilmiş formülü (madde çıkartma korelasyonu) ile, her bir madde için elde edilen sonucun anlamlılık düzeyine bakılır. O maddenin ölçtüğü değişken, tüm testin ölçtüğü değişken ile ilişkili ise, o madde testte kalır, aksi durumda ilişkili olmayan maddeler, testten atılır. Ayırt edicilik analizi iç tutarlılığın hesaplanmasında kullanılan bir başka yöntemdir. Ölçeğin ayırt edicilik gücünü hesaplamanın yolu ölçeğin değer ayrımının ve ilişkisiz gruplar için kullanılan t-testi analizinin yapılmasıdır. Bu gruplar, ölçekten alınan puana göre üst ve alt %27'lik kitle alınarak oluşturulmuştur. Ölçek değer katsayısı ne kadar büyükse, ilgili madde o ölçüde ayırt edici değere sahiptir. T- testi içinde t katsayısının (kritik oranı) ne kadar büyük olduğuna değil, manidarlık düzeyinin yüksekliğine bakılarak ayırt ediciliğine karar verilir (Ergin, 1995). Madde analiz işlemlerinde; 0.05 anlamlılık düzeyi esas alınmıştır.

3. Bulgular

Bu araştırmada hazırlanan 22 maddelik denemelik ölçek 87 kişiye uygulanmıştır. Denemelik ölçek değişken sayısının (m) denklem sayısına (n) eşit olduğu durum, değişken sayısının denklem sayısından küçük olduğu durum ve değişken sayısının denklem sayısından büyük olduğu durum olmak üzere 3 alt ölçekten oluşmaktadır. Burada denklem sayısının değişken sayısından büyük ya da küçük olduğu durum denklem sayısının değişken sayısından farklı olduğu durum olarak ele alınıp analizlere denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu durum ($m=n$) ve denklem sayısının değişken sayısına eşit olmadığı durum ($m \neq n$) olmak üzere iki başlık altında yer verilecektir.

3.1. Geçerlik Çalışmaları

3.1.1. Denklem Sayısının Değişken Sayısına Eşit Olduğu Durum ($m=n$)

Araştırmada uygulanan temel bileşenler analizi sonucu KMO değeri 0.773 bulunmuştur. Bu test sonuçlarında bulunan değer ne kadar yüksek ise veri kümesi faktör analizi için o kadar elverişlidir. Bu değer 0.5'in üzerinde olması gerekmektedir (Kalaycı, 2005). Barlett Testi sonucu 527.799 ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Bu bulgu ölçüm yaptığımız değişkenin evren parametresinde çok değişkenli olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak bu iki değer faktör analizi yapmak için veri kümesinin uygun olduğunu göstermektedir. Bir sonraki aşama faktör sayısının belirlenmesidir. Bu aşamada çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bunlardan biri de öz değer istatistiğidir. Bu istatistiğe göre öz değeri 1 ya da 1'den daha büyük olan faktörler önemli sayılmaktadır (Büyükoztürk, 2008). Bu araştırmada başlangıçta faktör sayısı için herhangi bir sınırlama getirilmemiş, öz-değeri 1'den büyük olan faktörler ölçeğe alınmış ve bunun sonucunda dört faktör bulunmuştur. Tablo 1'de, faktör analizi sonucu elde edilen faktörlerin öz değerleri ve açıkladıkları varyans miktarları verilmiştir.

Tablo 1. LİYAÖ'nin ($m=n$) faktörlerinin öz değerleri ve açıkladığı varyans oranları

Faktörler	Öz değer	Varyans (%)	Yığılmalı Varyans (%)
Faktör	5.266	35.105	35.105
Faktör	2.148	14.322	49.427
Faktör	1.333	8.887	58.315
Faktör	1.123	7.487	65.802

Tabloda görüldüğü gibi ölçek maddelerinin öz değeri 1'den büyük olan 4 faktör altında toplandığı görülmektedir. . Bu dört faktörün birlikte, test toplam varyansını açıklama yüzdesi %65.802'dir.

Faktör analizinin üçüncü aşaması faktörlerin döndürülmesidir. Faktörlerin döndürülmesi aşamasından önce faktör yük değeri kavramından bahsedilmelidir. Faktör yük değeri

maddelerin faktörlerle olan ilişkisini açıklayan bir katsayıdır. Literatürde faktör örüntüsünün oluşturulmasında 0.45 ya da daha yüksek olması seçim için iyi bir ölçüdür ancak uygulamada az sayıda madde için bu sınır değer 0.30'a kadar indirilebilir (Büyüköztürk, 2008). Bu çalışmada madde sayısının az olmasından ötürü, alt kesme noktası olarak 0.30 kabul edilmiştir. Bu kesim noktasının altında kalan 7 madde ölçekten çıkartılarak faktör analizi tekrar edilmiştir. Analiz sonucunda 4 faktörden ve 15 maddeden oluşan LİYAÖ (m=n) son halini almıştır. Aşağıda verilen tabloda LİYAÖ'nün (m=n) maddelerin yüklendikleri faktörler ve faktör yükleri sunulmuştur.

Tablo 2. Faktör analizi sonuçlarına göre faktörler, döndürülmüş faktör yük değerleri, faktör yük değerleri

Madde No	Döndürülmüş Faktör Yük Değerleri				Faktör Yük Değerleri
	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör	4.Faktör	
M 215	.873				.553
M 214	.819				.577
M 216	.672				.653
M 207	.548				.649
M 202	.467				.585
M 204		.759			.404
M 203		.750			.463
M 208		.564			.566
M 210		.493			.580
M 219			.863		.672
M 221			.780		.604
M 217			.610		.644
M 222				.854	.582
M 220				.763	.609
M 218				.672	.679

Faktör analizi sonucundan ölçekten 7 madde çıkarılmıştır. Maddelerin 5 tanesi, faktör yük değerinin 0.30'un altında kalmış olması, birden fazla faktörün altında yer alması ve faktörlere anlamca uyumsuz olmasından, 2 tanesi ise iki maddenin bir faktör oluşturamayacağından dolayı çıkarılmıştır. Kalan 15 maddelik ölçeğin birinci alt boyutu 5 maddeden oluşmakta ve bu maddelerin faktör yükleri 0.873 ile 0.467 arasında değişmektedir. 4 maddeden oluşan ikinci alt boyutun faktör yükleri 0.759 ile 0.493 arasında değişiklik göstermektedir. Üçüncü alt boyut 3 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri 0.863 ile 0.610 arasındadır. Son faktör ise 3 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri de 0.854 ile 0.672 arasında değişiklik göstermektedir.

Tablo 3. Faktör analizi sonucunda belirlenen alt boyutlar, maddeler ve isimleri

Faktörler	Maddeler
1.Faktör: Ters matrisle çözüm bulma	2, 7, 14, 15, 16.
2.Faktör: Rankla çözüm bulma	3, 4, 8, 10.
3.Faktör: Cebirsel yorumlama	17, 19, 21
4.Faktör: Geometrik yorumlama	18, 20, 22.

Faktör analizinin son basamağı ise faktörlerin isimlendirilmesidir. Tablo 3'te faktör analizi sonuçlarına göre atanan maddeler ve isimleri sunulmuştur.

Ölçeğin yapı geçerliği tamamen sılandıktan sonra, LİYAÖ'nün alt boyutları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Pearson Çarpım Moment Korelasyon Katsayısı sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. LİYAÖ (m=n) alt boyutları arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Pearson moment korelasyon katsayısı sonuçları

Değişkenler	Ters Matrisle Çözüm Bulma	Rankla Çözüm Bulma	Cebirsel Yorumlama	Geometrik Yorumlama
Ters Matrisle Çözüm Bulma	r=1,00	.511	.393	.323
Rankla Çözüm Bulma		r=1,00	.464	.281
Cebirsel Yorumlama			r=1,00	.457
Geometrik Yorumlama				r=1,00

Tabloda görüldüğü gibi, Lineer Denklemler Sistemi Öz-yeterlilik Algısı Ölçeği (m=n) alt boyutları arasında anlamlı bir ilişki olup-olmadığını belirlemek üzere yapılan Pearson Çarpım Moment Korelasyon analizi sonucunda tüm alt boyutlar birbiri ile pozitif yönde ilişkili çıkmıştır. İlişkiler bazı alt boyutlarda orta düzeydeyken, bazı alt boyutlarda ise zayıf çıkmıştır. Örneğin ters matrisle çözüm bulma alt boyutu, rankla çözüm bulma cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama ile orta düzeyde ilişkili iken rankla çözüm bulma alt boyutu ile geometrik yorumlama alt boyutu düşük düzeyde ilişkilidir. Boyutların kendi aralarındaki korelasyon katsayıları yüksek ise (0,60 ve üzeri) boyutların bağımlı olduğu ve hepsinin tek bir kavramsal yapıyı ölçtüğü varsayılır ve bu durumda faktör veya boyutların ayrı bir alt ölçek olduğu gibi bir değerlendirme yapılması doğru olmaz (Engs, 1996)

3.1.2. Denklem Sayısının Değişken Sayısına Eşit Olmadığı Durum (m≠n)

Araştırmada uygulanan temel bileşenler analizi sonucu KMO değeri 0.768 ve Barlett Testi sonucu 367.640 (p<0.05) olarak bulunmuştur. Bu iki değer faktör analizi yapmak için veri

kümesinin uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca faktörleri isimlendirmek ve yorumlayabilmek amacıyla dik döndürme yönteminden yararlanılmıştır. Dik döndürme ise varimax tekniği ile yapılmıştır. Bir sonraki aşama faktör sayısının belirlenmesidir. Öz değer istatistiğine göre üç faktör bulunmuştur. Tablo 5'te, faktör analizi sonucu elde edilen faktörlerin öz değerleri ve açıkladıkları varyans ve yığılmalı varyans miktarları verilmiştir.

Tablo 5. LİYAÖ'nin ($m \neq n$) faktörlerinin açıkladığı varyans oranları

Faktörler	Öz değer	Varyans (%)	Yığılmalı Varyans (%)
Faktör	4.354	36.281	36.281
Faktör	2.000	16.666	52.947
Faktör	1.160	9.671	62.617

Tabloda görüldüğü gibi ölçek maddelerinin öz değeri 1'den büyük olan 3 faktör altında toplandığı görülmektedir. Bu üç faktörün birlikte, test toplam varyansını açıklama yüzdesi %62.617'dir.

Faktör analizinin üçüncü aşaması faktörlerin döndürülmesidir. Döndürülmüş faktör matrisinde maddelerin yüklendikleri faktörler ve faktör yükleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Faktör analizi sonuçlarına göre faktörler, döndürülmüş faktör yük değerleri, faktör yük değerleri

Madde No	Döndürülmüş Faktör Yük Değerleri			Faktör Yük Değerleri
	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör	
M 103	.818			.475
M 104	.772			.374
M 102	.629			.384
M 107	.594			.546
M 108	.577			.568
M 110	.412			.692
M 122		.862		.659
M 120		.822		.715
M 118		.677		.700
M 119			.844	.667
M 121			.838	.670
M 117			.830	.644

Maddelerin birden fazla faktörün altında yer alması ve faktörlere anlamca uyumsuz olması sebebiyle faktör analizine ölçekten 4 madde çıkartılarak başlanmıştır. Kalan 12 maddelik ölçeğin birinci alt boyutu 6 maddeden oluşmakta ve bu maddelerin faktör yükleri 0.818 ile 0.412 arasında değişmektedir. 3 maddeden oluşan ikinci alt boyutun faktör yükleri

0.862 ile 0.677 arasında değişiklik gösterirken 3 maddeden oluşan son alt boyutun faktör yükleri 0.844 ve 0.830'dir.

Faktör analizinin son basamağı ise faktörlerin isimlendirilmesidir. Tablo 7'de faktör analizi sonuçlarına göre atanan maddeler ve isimleri sunulmuştur.

Tablo 7. Faktör analizi sonucunda belirlenen alt boyutlar, maddeler ve isimleri

Faktörler	Maddeler
1.Faktör: Satır işlemleri ile çözüm bulma	2, 3, 4, 7, 8, 10.
2.Faktör: Cebirsel yorumlama	17, 19, 21.
3.Faktör: Geometrik yorumlama	18, 20, 22.

Ölçeğin yapı geçerliği tamamen sınıandıktan sonra, LİYAÖ'nün alt boyutları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Pearson Çarpım Moment Korelasyon Katsayısı sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. LİYAÖ ($m \neq n$) alt boyutları arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan pearson moment korelasyon katsayısı sonuçları

Değişkenler	Satır İşlemleri ile Çözüm Bulma	Cebirsel Yorumlama	Geometrik Yorumlama
Satır İşlemleri ile Çözüm Bulma	$r=1,00$.391	.337
Cebirsel Yorumlama		$r=1,00$.447
Geometrik Yorumlama			$r=1,00$

Tabloda görüldüğü gibi, Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlilik Algısı Ölçeği ($m \neq n$) alt boyutları arasında anlamlı bir ilişki olup-olmadığını belirlemek üzere yapılan Pearson Çarpım Moment Korelasyon analizi sonucunda tüm alt boyutlar birbiri ile pozitif yönde ilişkili çıkmıştır. İlişkiler her bir alt boyutta orta düzeydedir.

3.2. Güvenirlik Çalışmaları

Ölçeğin güvenilirlik katsayısını bulurken, dış tutarlılık test-tekrar test ile; iç tutarlılık madde analiz yöntemleri ile hesaplanmıştır. Dış tutarlılık için LİYAÖ, Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ve Matematik bölümü 2. Sınıfta okuyan toplamda 87 öğrenciye 4 hafta ara ile uygulanmıştır. İki uygulama sonucu elde edilen Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı sonuçları $m=n$ için Tablo 9'da ve $m \neq n$ için Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 9. LİYAÖ'nin alt ölçekler bazında test-tekrar-test sonuçları

$m=n$ durumu	N	r
1.Faktör: Ters Matrisle Çözüm Bulma	87	.82
2.Faktör: Rankla Çözüm Bulma	87	.76
3.Faktör: Cebirsel Yorumlama	87	.91
4.Faktör: Geometrik Yorumlama	87	.89

Tablo 9'un devamı

$m \neq n$ durumu	N	r
1.Faktör: Satır İşlemleri ile Çözüm Bulma	87	.72
2.Faktör: Cebirsel Yorumlama	87	.86
3.Faktör: Geometrik Yorumlama	87	.91

Tablo 9'da görüldüğü gibi Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlilik Algısı Ölçeği ($m=n$) birinci ve ikinci uygulama sonuçları faktör bazında incelendiğinde, 1. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.82$; 2. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.76$; 3. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.69$; 4. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.91$ ve 5. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.89$ olarak hesaplanmıştır. Bu ilişkiler $p<.01$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 9'da ($m \neq n$) durumu birinci ve ikinci uygulama sonuçları faktör bazında incelendiğinde ise, 1. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.62$; 2. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.86$ ve 3. faktörün birinci ve ikinci uygulama sonuçları arasındaki ilişki $r=.92$ olarak hesaplanmıştır. Bu ilişkiler $p<.01$ düzeyinde anlamlıdır.

İç tutarlılık katsayılarını belirlemek amacı ile ilk olarak Cronbach Alfa, Guttman ve Spearman-Brown güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Aşağıda Tablo 10'da LİYAÖ ($m=n$) ve ($m \neq n$) iç tutarlılık katsayıları verilmiştir.

Tablo 10. LİYAÖ iç tutarlılık katsayıları

	(m=n)		(m≠n)	
	N	r	N	r
Cronbach α	87	.860	87	.835
Spearman-Brown	87	.736	87	.795
Guttman	87	.734	87	.791

Tablo 10'da görüldüğü gibi, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenilirlik katsayıları 0.860 ($m=n$) ile 0.835 ($m \neq n$) olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenilirlik katsayılarından Spearman-Brown değerleri 0.736 ($m=n$) ile 0.795 ($m \neq n$) ve Guttman değeri de 0.734 ($m=n$) ile 0.791 ($m \neq n$) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde %86 ($m=n$) ile %83 ($m \neq n$), minimum düzeyde ise %73 ($m=n$) ile %79 ($m \neq n$), düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

İç tutarlılığın hesaplanmasında bir diğer yol olarak madde analizlerine başvurulmuştur. Aşağıda, Tablo 11'te LİYAÖ ($m=n$) ve Tablo 12'te LİYAÖ ($m \neq n$) madde analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 11. LİYAÖ (m=n) madde analiz sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırt edicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 202	77	.572	.000	.506	.000	-3.393	40	0.002
M 203	77	.480	.000	.410	.000	-3.856	40	0.000
M 204	77	.431	.000	.342	.002	-2.939	40	0.004
M 207	77	.646	.000	.576	.000	-5.754	40	0.000
M 208	77	.595	.000	.489	.000	-4.865	40	0.000
M 210	77	.585	.000	.502	.000	-4.639	40	0.000
M 214	77	.581	.000	.498	.000	-4.813	40	0.000
M 215	77	.555	.000	.472	.000	-4.778	40	0.000
M 216	77	.657	.000	.574	.000	-6.259	40	0.000
M 217	77	.650	.000	.569	.000	-5.418	40	0.000
M 218	77	.650	.000	.586	.000	-6.056	40	0.000
M 219	77	.676	.000	.597	.000	-6.565	40	0.000
M 220	77	.578	.000	.505	.000	-4.568	40	0.000
M 221	77	.608	.000	.521	.000	-7.822	40	0.000
M 222	77	.558	.000	.474	.000	-5.622	40	0.000

Tablo 12. LİYAÖ (m≠n) madde analiz sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırt edicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 102	79	.434	.000	.330	.000	-3.025	40	0.004
M 103	79	.534	.000	.440	.000	-5.687	40	0.000
M 104	79	.435	.000	.324	.000	-3.523	40	0.001
M 107	79	.578	.000	.475	.000	-5.582	40	0.000
M 108	79	.618	.000	.491	.000	-5.933	40	0.000
M 110	79	.677	.000	.592	.000	-6.431	40	0.000
M 117	79	.641	.000	.538	.000	-5.372	40	0.000
M 118	79	.646	.000	.560	.000	-5.602	40	0.000
M 119	79	.658	.000	.554	.000	-5.777	40	0.000
M 120	79	.655	.000	.571	.000	-4.695	40	0.000
M 121	79	.651	.000	.550	.000	-6.353	40	0.000
M 122	79	.609	.000	.513	.000	-4.824	40	0.000

Bir maddenin test kapsamında kalabilmesi için madde analiz işlemlerinde kullanılan üç ayrı teknikten hiç olmazsa birinde en az 0.05 düzeyinde anlamlı bir sonucun elde edilmesi gerekmektedir (Tarkun- Tavşancıl, 2002; İmamoğlu, 2008). Bu tabloda, bütün maddeler 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri öz-yeterlilik algılarını belirlemek amacı ile bir ölçek geliştirilmiştir.

Araştırmada, açıklayıcı faktör analizi çalışmaları yapılmıştır. Temel bileşenler analizinde, KMO değeri $m=n$ ve $m \neq n$ için 0.77 bulunmuştur. Ölçek geliştirme çalışmalarında istenilen durum, örneklem sayısının madde sayısının 5 ile 10 katı kadar olması yönündedir. KMO değerinizin 0,70'lerde çıkmasının sebebi örneklem sayısının az olduğundan kaynaklanıyor olabilir.

Bu değer 0.5'ten büyük olması verilerin faktör analizine uygunluğunu söylemek için yeterli görülmektedir. Barlett Testi sonucu $m=n$ için 527.799 ($p<0.05$), $m \neq n$ için 367.640 ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu bulgu ölçüm yaptığımız değişkenin evren parametresinde çok değişkenli olduğunu göstermektedir. Gerçekleştirilen faktör analizi sonucunda ölçeğin $m=n$ için dört farklı yapıdan oluştuğu ve açıklanan toplam varyans miktarının %65.802 olduğu, $m \neq n$ için üç farklı yapıdan oluştuğu (İleriye yönelik çalışmalarda farklı bir grup üzerinde doğrulayıcı faktör analizi uygulanarak, model veri uyumu test edilebilir) ve açıklanan toplam varyans miktarının %62.617 olduğu belirlenmiştir. Ulaşılan varyans oranları ne kadar yüksek olursa, ölçeğin faktör yapısı da o kadar güçlü olmaktadır, fakat sosyal bilimlerde yüksek varyans oranına ulaşmak mümkün olmamaktadır (Tarkun-Tavşancıl, 2002). %40 ile %60 arasında değişen varyans oranları ideal olarak kabul edildiği (Scherer, 1988) düşünüldüğünde bu araştırmada elde edilen varyans miktarının ideal düzeyin üstünde olduğu söylenebilir. Literatürde faktör örüntüsünün oluşturulmasında 0.45 ya da daha yüksek olması seçim için iyi bir ölçüdür ancak uygulamada az sayıda madde için bu sınır değer 0.30'a kadar indirilebilir (Büyüköztürk, 2008). Bu araştırmada madde sayısının az olmasından ötürü, alt kesme noktası olarak 0.30 kabul edilmiş ve bazı maddelerin faktör yüklerinin 0.30'un altında kaldığı gözlenmiştir. Maddelerin yer aldıkları faktörlerde yük değerlerinin yüksek olması, o maddelerin birlikte bir kavramı (yapıyı-faktörü) ölçtüğü anlamına gelmektedir (Şengün ve Kaya, 2007). Bu bağlamda faktör yük değeri 0.30'un altında kalan maddelerin kavramı iyi ölçmediği düşüncesi ile ölçekten çıkartılmıştır. Ayrıca binişik maddelerin varlığı ve bu maddelerin ilgili faktörlerce anlamca uyumsuzluğu gibi gerekçeler neticesinde $m=n$ durumu için ölçekten 7 madde, yapının bir bütün olarak değerlendirilmesi neticesinde $m \neq n$ durumu için 4 madde çıkartılarak güvenilirlik çalışmalarına geçilmiştir.

LİYAÖ'nün ($m=n$) Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı 0.860, LİYAÖ'nün ($m \neq n$) Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı 0.835 olarak belirlenmiştir. Özdamar'a (1999) göre ölçeğin Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı $0.80 \leq \alpha < 1.00$ aralığında ise ölçek yüksek

derecede güvenilirdir. Dolayısı ile LİYAÖ'nün ölçtüğü özellik homojendir ve ölçekteki bütün maddeler aynı özelliği ölçmektedir (Tarkun- Tavşancıl, 2002). Daha açık ifadeyle LİYAÖ güvenilir bir ölçüm aracıdır. 7 maddeye indirgenen ve 5 faktörden oluşan LİYAÖ ($m=n$) için ve 12 maddeye indirgenen ve 3 faktörden oluşan LİYAÖ ($m \neq n$) için madde analizi yapılmıştır. Ölçekteki tüm maddeler için madde toplam, madde kalan ve madde ayırt edicilik indeksleri ayrı ayrı incelenmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda ölçekte yer alan tüm maddelerin, madde kalan ve madde ayırt edicilik indeksleri açısından ideal seviyede oldukları gözlenmiştir.

Ayrıca geliştirilen Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlilik Algısı Ölçeği ilgili değişkenleri bütün boyutlarıyla ele alan bir araç değildir. Aracın ölçtüğü özellikler bilişsel boyutla sınırlıdır. Dolayısıyla mevcut ölçeğin kapsamadığı duyuşsal ve davranışsal boyutları da içerecek, benzer özelliklere sahip farklı gruplarla da geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının yapılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir. Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlilik Algısı Ölçeği, lisans öğrencilerine yönelik hazırlanmakla birlikte, ortaöğretim son sınıf öğrencilerine ve ortaöğretim öğretmenlerine uygulanabilecek niteliktedir. Ayrıca bu ölçek, lineer cebir dersi öğretimi yapılan başka bölümlerde de kullanılabilir.

Development of a Scale Measuring Mathematics Teacher Candidates' Self Efficacy Perceptions in Solving Systems of Linear Equations

Extended Abstract

Aim

The difficulties in the process of learning and teaching of system of linear equations (SLE) have been the focal point of widespread interest worldwide. Most of difficulties faced in linear algebra course are related to SLA. A study of self efficacy perceptions (SEP) would help in the in the investigation of the relationships in between SEP and other related variables in teaching and learning process. Moreover, the existence of a valid and reliable scale increases our knowledge about the teaching of linear algebra. The aim of the study is to report the stages in the development of the scale measuring mathematics teacher candidates' self efficacy perceptions in solving systems of linear equations (SEPSLE)

Method

The 87 participants are from mathematics and mathematics education departments of Marmara University who were taking one or both of the Linear Algebra courses at the time of data collection with non-probabilistic purposive sampling technique. Based on expert views and the related literature 22 five point Likert scale items were developed taking into consideration of the mathematical relationship between the number of equations and number of unknowns ($m < n$, $m = n$, $m > n$).

The content validity of the instrument was shown to exist as a result of the agreement between five experts from the university. The scale was given the final shape comprising of 22 items before the application

For the construct validity of SEPSLE factor analysis was made to understand which factors were assessed by the items in the inventory. In order to decide whether the data structure was convenient to conduct a factor analysis Kaiser Meyen Olkin (KMO) and Bartlett tests were used. Basic component analysis and vertical Varimax rotation were used to decide which factors would be included in the inventory, as a result of which factors with eigen values greater than 1.00 was included while lower cut-off point was taken as 0.30.

In the next step, we need to ensure that the instrument satisfies the conditions for reliability. In doing so, test retest correlation techniques were used for external reliability and Cronbach Alfa, Guttman and Spearman-Brown formulas were used for the internal consistency levels. All of these techniques were used separately for the $m = n$ & $m \neq n$ cases.

Findings

Validity Studies: The results of KMO and Barlett Test which were conducted for the two cases of equality and inequality of number of unknowns (m) and number of equations (n)

indicated that the data set is convenient for factor analysis. The subsequent step was to decide on the number of factors which the inventory had. Data analysis indicated that factor numbers differed with respect to the cases of $m=n$ and $m\neq n$. (3 & 5 factors respectively). After the Varimax rotation of factors, it is concluded that the instrument has a construct validity.

After the construct validity of the scale was completely tested, the target was to investigate the correlations between factors of the scale. Having used the Pearson Product Moment Correlations Formula, all the correlations were found as positive but weak (and in rare cases mediocre). This finding signaled that it was possible to pass to the final stage of factor analysis which is naming the factors. As a result, three factors emerged in the case of $m=n$ which are ((1) algebraic interpretation, (2) geometric interpretation & (3) finding solutions with row operations. For the case of $m\neq n$ first two factors remained the same and the third factor was divided and three new factors emerged which were: finding solutions with (3) inverse matrices, (4) ranks & (5) determinants.

Reliability Studies: In ensuring the reliability of the instrument we used different techniques for the internal and external consistency levels (item analyses for the former and test-retest technique for the latter). For both cases test-retest correlation coefficients, Cronbach α Guttman and Spearman-Brown values were all above the universally acceptable levels. These analyses indicated that the instrument is reliable showing satisfactory levels of internal consistency and external reliability.

Discussion and Conclusion

The results of the exploratory factor analysis indicated that the instrument is validated as having two separate parts each of which having different numbers of factors (5 factors for $m=n$ & 3 factors for $m\neq n$). The variance percentages (69.085% for $m=n$ & 62.617% for $m\neq n$) indicate ideal factor constructs (Scherer, 1988). The Cronbach Alpha values (0.860 for $m=n$ 0.835 for $m\neq n$) suggest that the construct that the SEPSLE is designed to measure is homogeneous and all the items measure the same construct. In other words SEPSLE is a reliable instrument (Özdamar, 1999; Tarkun- Tavşancıl, 2002).

Key Words: Systems of linear equations, self-efficacy perceptions, scale development

Kaynaklar/References

- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice -Hall.
- Berry, J. S., Lapp, D. A. & Nyman, M. A. (2008). Using Technology to Facilitate Reasoning: Lifting the Fog of Linear Algebra. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 27, 102-111.
-

- Büyüköztürk, Ş. (2008). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analiz El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum* (9. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cantürk-Günhan, B. ve Başer, N. (2007). Geometriye Yönelik Öz-yeterlilik Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 68-76.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). *Research Methods In Education*, (5th Edition). London: Routledge.
- Dorier, J-L., (1998). The Role of Formalism in the Teaching of the Theory of Vector Spaces, *Linear Algebra and Its Applications*, 275-276, 141-160.
- Dorier, J. L., & Sierpinska, A. (2001). Research into the Teaching and Learning of Linear Algebra. In D. Holton, M. Artigue, U. Krichgraber, J. Hillel, M. Niss & A.Schoenfeld (Eds.), *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study* (pp. 255-273). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Engs, R. C. (1996). Construct Validity and Re-assessment of the Reliability of the Health Concern Questionnaire. H.L. Robert, Feldman & J. H. Humphrey (Eds) *Advances in Health Education/Current Research* Volume 4, (303-313). New York: AMS Press Inc.
- Ergin, D. Y. (1995). Ölçeklerde Geçerlik ve Güvenirlik. *Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Dergisi*, Sayı 7, 125-148.
- Erçerman, B. (2008). *Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Bağlamında Lise Öğrencilerinin Lineer Cebir Bilgilerinin Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Finney, S. J & Schraw G. (2003). Self-efficacy Beliefs in Colloge Statistics Courses. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 161-186.
- Ford, M. E. (1992). *Motivating Humans: Goals, Emotions and Personal Agency Beliefs*. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- Gable, R.K., (1986). *Instrument Development in the Affective Domain*. Boston / Dordrecht / Lancaster, Kluwer-Nijhoff Publishing.
- Haddad, M., 1999. *Difficulties in the learning and teaching of linear algebra – a personal experience*. Unpublished Master Dissertation, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.
- Harel, G. (1989). Learning and Teaching Linear Algebra: Difficulties and an Alternative Approach to Visualizing Concepts and Processes. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(2), 139-148.
- Harel, G. & Tall, D. (1989). The General, the Abstract and the Generic in Advanced Mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 11(1), 38-42.
- Hillel, J., & Sierpinska, A. (1993). *On One Persistent Mistake in Linear Algebra*. Proceedings of the 18th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, Lisbon, Portugal, 3, 65-72.
- Işıksal, M. ve Çakıroğlu, E. (2006). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiğe ve Matematik Öğretimine Yönelik Yeterlilik Algıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 74-84.

- İmamoğlu, S. (2008). *Genç Yetişkinlikte Kişilerarası İlişkilerin Cinsiyet, Cinsiyet Roller ve Yalnızlık Algısı Açısından İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalaycı, Ş. (2005). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri* (1. Baskı). Ankara: Asil.
- Kardeş, D. (2010). *Matematik Öğretmen Adaylarının Lineer Denklem Sistemleri Çözüm Süreçlerinin Öz-Yeterlilik Algısı ve Çoklu Temsil Bağlamında İncelenmesi*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Mager, R. F. (1997). *I Think I Can: The Importance of Self-Efficacy in Instruction*. http://www.cepworldwide.com/newsletter/i_think.html adresinden 27 Nisan 2010 tarihinde alınmıştır.
- Malpass, J. R., O'Neil, J., Harold, F. ve Hocevar, D. (1999). Self Regulation, Goal Orientation, Self efficacy, Worry and High Stakes Math Achievement for Mathematically Gifted High School Students. *Roeper Review*, 21(4), 281-290.
- Nespot, J. (1987). The Role of Beliefs in the Practice of Teaching. *Journal of Curriculum Studies*. 19(4), 329-339.
- Oktaç, A. (2008). *Ortaöğretim Düzeyinde Lineer Cebir ile İlgili Kavram Yanılgıları*. Özmantar vd. (Ed.) *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri* (s. 329-360). Ankara: Pegema Yayıncılık.
- Özdamar, K. (1999). *Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi*, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Pajers, F. & Miller, M.D. (1995). Mathematics Self-efficacy and Mathematics Performances: the Need for Specificity of Assessment. *Journal of Counseling Psychology*. 42, 190-198.
- Ramírez, M. (2005). *Dificultades que Presentan los Estudiantes en los Sistemas de Ecuaciones Lineales en los Modos Geométrico y Analítico*. Lisans tezi. Universidad Autónoma de Guerrero, Meksika.
- Scherer, R. F. (1988). Dimensionality of Coping: Factor Stability Using the Ways of Coping Questionnaire, *Psychological Report*, 62, s.76-770.
- Şengün, M. ve Kaya, M. (2007). Ahlaki Olgunluk Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 24-25: 51-64.
- Tarkun- Tavşancıl, E. (2002). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*, Ankara: Nobel Yayınları.
- Trigueros, M., Oktaç, A. ve Manzanero, L. (2007). *Understanding of System of Equations in Linear Algebra Working Group 14*. CERME 5, 2007.
- Umay, A. (2002). *İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programının Öğrencileri Matematiğe Karşı Öz-yeterlilik Algısına Etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. 16-18 Eylül, Ankara.
- Üredi, I. ve Üredi, L. (2005). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Öz-düzenleme Stratejileri ve Motivasyonel İnançlarının Matematik Başısını Yordama Gücü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 250-260.

-
- Wang, Tse-Wei. (1989). A Course on Applied Linear Algebra, *Chemical Engineering Education*, 23(4), 236-241.
- Yürekli, Ü. B. (2008). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiğe Yönelik Öz-yeterlilik Algıları ve Tutumları Arasındaki İlişki*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

İsmi-Bölüm-Sınıf:

EK 1: LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÖZ-YETERLİK ALGISI ÖLÇEĞİ (İLK HALİ)

Aşağıdaki ifadeleri öz yeterliliğiniz açısından değerlendirmiz. (Kendimi çok yeterli buluyorum=5, Kendimi yeterli buluyorum=4, Kararsızım =3, Kendimi yeterli bulmuyorum=2, Kendimi hiç yeterli bulmuyorum=1)

MADDELER	BOYUT (MXN)														
	m<n					m=n					m>n				
1. Lineer denklem sistemini tanımlayabilme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2. Lineer denklem sistemlerini AX=B formunda yazma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3. Lineer homojen denklem sistemlerini* çözmeye	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4. Lineer homojen olmayan denklem sistemlerini çözmeye	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5. Lineer denklem sistemlerini genişletilmiş (arttırılmış) formda yazma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6. Elemanter satır işlemleri yapabileme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7. Ters matrisi elemanter satır işlemleri ile bulma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8. Genişletilmiş matrisi kanonik [†] hale getirme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9. Rank hesaplamaya	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10. Genişletilmiş matrisin rankına bakarak lineer denklem sisteminin çözümünü yorumlamaya	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

* Homojen Denklem Sistemi: AX=0 şeklinde yazılabilen denklem sistemleridir.

† Kanonik Form: Başta her satırın sıfırdan farklılık elemanı (1) ve bu (1)'in bulunduğu diğer sütun elemanları (0) olan matrislere kanonik denir.

11. Determinant hesabı yapma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12. Cramer kuralını kullanarak lineer denklem sistemini çözüme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
13. Bir matrisin tersini birim matris yardımıyla bulma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14. Bir matrisin ek matrisini hesaplama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15. Bir matrisin tersini determinant ve ek matris yardımıyla bulma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16. Ters matris kullanarak lineer denklem sistemlerini çözüme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17. Sonsuz çözümlün varlığını cebir/matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
18. Sonsuz çözümlün varlığını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19. Tek bir çözümlün varlığını cebir/matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20. Tek bir çözümlün varlığını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21. Çözüm olmasını cebir/matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
22. Çözüm olmasını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

EK 2: LINEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÖZ-YETERLİK ALGISI ÖLÇEĞİ (SON FORM)

Aşağıdaki ifadeleri öz yeterliliğiniz açısından değerlendiriniz. (Kendini çok yeterli buluyorum=5, Kendini yeterli buluyorum=4, Kararsızım=3, Kendini yeterli bulmuyorum=2, Kendini hiç yeterli bulmuyorum=1)

MADELELER	BOYUT (PİYH)														
	P1<H					P1=H					P1>H				
1. Lineer denklem sistemlerini $AX=B$ formunda yazma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2. Lineer homojen denklemler sistemlerini* çözme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3. Lineer homojen olmayan denklemler sistemlerini çözme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4. Ters matris elemanlar satır/çerçeveleri ile bulma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5. Genişletilmiş matrisi kanonik [†] hale getirme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6. Genişletilmiş matrisin rangına bakarak lineer denklemler sisteminin çözümlünü yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7. Sonsuz çözümlerini varlığını cebir matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8. Sonsuz çözümlerini varlığını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9. Tek bir çözümlerini varlığını cebir matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10. Tek bir çözümlerini varlığını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
11. Çözüm olmasının cebir matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12. Çözüm olmasının geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
13. Bir matrisin ek matrisini hesaplama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14. Bir matrisin tersini determinant ve ek matris yardımıyla bulma	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15. Ters matris kullanarak lineer denklemler sistemlerini çözme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

* Homojen Denklem Sistemi: $AX=0$ şeklinde yazılabilen denklemler sistemleridir.

† Kanonik Form: Başlangıçta her satırın sıfırdan farklı ilk elemanı (1) ve bu (1)'in bulunduğu diğer tüm elemanları (0) olan matrislere kanonik biçimdedir denir.