T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SÜREÇLERİNİN ÖZ-YETERLİK ALGISI VE ÇOKLU TEMSİL BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Deniz KARDEŞ

İstanbul, 2010

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SÜREÇLERİNİN ÖZ-YETERLİK ALGISI VE ÇOKLU TEMSİL BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Deniz KARDEŞ

Danışmanlar:
Yrd. Doç. Dr. Emin AYDIN
Yrd. Doç. Dr. Ali DELİCE

İstanbul, 2010

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Deniz KARDEŞ tarafından hazırlanan MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SÜREÇLERİNİN ÖZ-YETERLİK ALGISI VE ÇOKLU TEMSİL BAĞLAMINDA İNCELENMESİ başlıklı bu çalışma 30.06.2010 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

İmzalar

Danışmanlar: Yrd. Doç. Dr. Emin AYDIN ....

Yrd. Doç Dr. Ali DELİCE ....

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Yavuz ERDOĞAN ....

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Ünsal TEKİR ....

ÖNSÖZ

Lineer cebir, soyut yapısıyla öğrencilerin öğrenmede güçlük çektikleri matematiğin önemi tam olarak hissedilmemiş alanlarından biridir. Lineer denklem sistemleri ise, öğrencilerin ilköğretim ikinci kademeden itibaren aşina oldukları fakat üniversite düzeyinde zorlandıkları bir konudur. Bu çalışmada, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelenmiştir. Lineer denklem sistemleri gibi bakir bir konunun öğretimi ve öğreniminin öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında ele alınmış olmasından ötürü, eserimin matematik eğitimi alan yazınına katkı sağlayacağına inanıyorum.

Araştırmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren değerli danışman hocalarım Yrd. Doç. Dr. Emin AYDIN ve Yrd. Doç. Dr. Ali DELİCE'ye; ölçek geliştirme çalışmalarıma rehberlik eden hocalarım Dr. Orhan ÇANAKÇI ve Dr. Seval İMAMOĞLU'na; lineer cebir alanıyla ilgili beni yönlendiren ve tez jüri üyesi olarak davetimizi kabul eden Doç Dr. Ünsal TEKİR'e; istatistik alanında derin bilgisini paylaşan değerli jüri üyesi Doç. Dr. Yavuz ERDOĞAN'a; ilköğretim bölümünden daim desteklerini hissettiğim çok kıymetli hocalarım Dr. Ali Rıza KÜPCÜ ve Dr. Alaattin PUSMAZ'a; katılımlarıyla araştırmamın temelini oluşturan ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerine çok teşekkür ederim.

Bugünümün mimarları, araştırmamın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım ailem, anne ve babama şükranlarımı; varlıkları ile huzur bulduğum ablama ve yeğenlerim Emir, Azra ve Ege'ye sevgilerimi sunarım. Çalışmam boyunca motivasyon desteği ile daim yanımda olan çok kıymetli Fatih BİRİNCİ'ye teşekkür ederim. İyi ki varsınız…

TÜBİTAK'a desteğinden ötürü teşekkür ederim.

Haziran 2010 Deniz KARDEŞ

ÖZET

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SÜREÇLERİNİN ÖZ-YETERLİK ALGISI VE ÇOKLU TEMSİL BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Lineer denklem sistemleri öğrencilerin, ilköğretim ikinci kademeden beri aşina oldukları, üniversite düzeyinde soyut yapısıyla öğreniminde güçlük çekilen bir konudur. Bu konunun içselleştirilmesi açısından çoklu temsillerin kullanımı ve öğrencilerin kendilerini değerlendirmesi açısından öz-yeterlik algılarının incelenmesi önemlidir.

Yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının güçlük çektikleri lineer denklem sistemleri konusu, yine öğretmen adayların bilgi-becerileri yönüyle ölçülmüştür. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri, öz-yeterlik algıları ve çoklu temsil bağlamında incelenmiştir.

Araştırma nitel yorumlayıcı paradigmaya sahip çoklu yöntem çalışmasıdır. Bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıf programına kayıtlı 42 öğrenci ile çalışılmıştır. Veri toplama aracı olarak nitel ve nicel araçlar birlikte kullanılmıştır. Öğrencilerin lineer denklem sistemlerini çözüm süreçlerini incelemek ve performanslarını değerlendirmek için hazırlanan Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi, lineer denklem sistemlerinde çoklu temsil kullanımlarını değerlendirmek için geliştirilen Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin yetkinlik derecelerini belirleyebilmek için Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği ($m=n$, $m \neq n$) geliştirilmiştir. Burada m denklem sayısını, n ise değişken sayısını ifade etmektedir. Testte beşli likert tipi kullanılmıştır. 17 maddeden oluşan $m=n$ durumu için Cronbach-alfa katsayısı 0.86, 12 maddeden oluşan $m \neq n$ durumu için ise Cronbach-alfa katsayısı 0.83 olarak hesaplanmıştır. Nicel verileri desteklemek ve daha derinlemesine incelemek için çalışma grubundan amaçlı örnekleme yöntemine uygun olarak öz-yeterlik algısı ve temsil dönüşüm ve lineer denklem sistemleri çözme başarı seviyeleri baz alınarak seçilen altı kişiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler ses kaydı yapılarak kaydedilmiştir. Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizinde bir istatistik paket programı kullanılmış, nitel verilerin analizinde ise sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı ve temsil dönüşüm başarısı arasında orta düzeyde ilişki olduğu; öz-yeterlik algılarının lineer denklem sistemlerini çözme performanslarını, çözme performansları da temsil dönüşüm başarılarını etkilediği yönündedir. Betimsel olarak ise, öğretmen adaylarının öz-yeterlik algıları yüksek, lineer denklem sistemleri çözme performansları ve temsil dönüşüm başarıları orta seviyede olduğu görülmektedir. Girdi temsili olarak en çok somut temsilde, çıktı temsili olarak en çok matris ve cebir temsilinde başarılı olunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lineer Denklem Sistemleri, Öz-yeterlik Algısı, Çoklu Temsil, Çözüm Süreci.

ABSTRACT

AN INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF PRE-SERVICES MATHEMATICS TEACHERS' SOLVING SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS WITHIN THE CONTEXT OF SELF-EFFICACY AND MULTIPLE REPRESENTATIONS

System of linear equations is a topic which students are familiar with since middle level of primary school and which students at university level have difficulty with learning because of its abstract nature. It is important to use multiple representations in terms of internalization the topic and to investigate students' self-efficacy in terms of their self-evaluation.

In this study, systems of linear equations, which pre-services mathematics teachers have difficulty with, is focused on from the perspective of their knowledge-skills. Thus, the processes of pre-services mathematics teachers' solving systems of linear equations are investigated in the context of self-efficacy and multiple representations.

The research is a multiple methods study which follows a qualitative paradigm. 42 second year pupils of the department of primary math education participated to the study. Qualitative and quantitative methods used together to get the relevant data. To investigate the processes of the pupils' solving systems of linear equations and to assess their performance, Performance Test of Systems of Linear Equations; to evaluate the use of multiple representations in systems of linear equations, Representation Transformation Test of Systems of Linear Equations were used. In addition, to determine the level of efficacy of the pupils, Systems of Linear Equations Self-efficacy Test ($m=n$, $m \neq n$) was developed, where m denotes the number of equations and n shows the number of variables. For the situation $m=n$, which consists of 17 items, the coefficient of Cronbach-alfa is 0.86, for the one $m \neq n$, which consists of 12 items, it is calculated as 0.83. To support the quantitative data and to investigate them thoroughly, semi-structured interview were realized with six people who were chosen from the study group, according to their level of self-efficacy, representation transformation success and systems of linear equations solving performance. Meetings were recorded. In the analysis of the quantitative data, a statistical packet program; in the analysis of the qualitative data, classification method were used.

The findings indicated that there is a middle level relationship between pre-services mathematics teachers’ solving systems of linear equations performance and self-efficacy and representation-transformation success. The results also showed that pupils’ self-efficacy have an effect on their solving systems of linear equations performance and their solving systems of linear equations performance has one on representation transformation success. Descriptively, it is seen that pre-services teachers’ self-efficacy perceptions are high, their solving systems of linear equations performance and representation-transformation success skills are at the middle level. As an input representation, the concrete representation; as an output representation, the representations of algebra and matrices were the most successful.

Key words: Systems of Linear Equations, Self-efficacy, Multiple Representations, Process of Solution.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR

ŞEKİLLER

I. GİRİŞ

Bu bölümde, çalışmanın ana hatları hakkında bilgi verecek olan araştırmanın problem durumu, amacı, soruları, önemi, varsayımları, sınırlılıklarına, çalışmada geçen kavramların tanımlarına ve kısaltmalara yer verilmiştir.

1.1. PROBLEM DURUMU

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 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 ve arkadaşları (2008) kavramsal anlamanın önemsendiği öğretme yöntemlerinin geliştirilmesini önermişlerdir. Bu bağlamda, öğrencilerin kavramsal anlamada problem yaşadıklarını ifade ettikleri konulardan biri olan lineer denklem sistemi konusunda, öğretmen adaylarının kullandıkları çoklu temsillerin ve bu temsillere etki eden değişkenlerin öğrenme sürecini etkileyeceği düşünülmektedir. Çünkü çoklu temsil, Thomas ve arkadaşlarının (2002) üzerinde durdukları güçlendirilmesi gereken bilişsel becerilerden biridir. Ayrıca öğretmen adaylarının anlamlandırma düzeyleri hakkında kendilerini değerlendirmeleri öz-yeterlik algıları da bilişsel beceri olarak kabul edilebilir.

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

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Lineer cebir üzerine araştırmaları olan Day ve Kalman (2001), "Park City Matematik Enstitüsü'nde (PCMI, Park Cıty Mathematics Institute) yaptığımız bütün alanların için bizde en büyük etkiyi bırakan, öğrenme ve öğretme alanı olmuştur. Bu durum öğrencilerin nasıl öğrendikleri gibi şüpheleri beraberinde getirmiştir." şeklinde yaptıkları açıklama ile öğrenme ve öğretme üzerine yapılan araştırmaların önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, bu araştırmada lineer cebir öğretimi ve öğrenimi üzerine şekillenmektedir. Araştırmanın en temel amacı, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerini çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelenmesi olarak belirlenmiştir. Bunun için bu çalışmada ilk aşamada, üniversite ikinci sınıflarda okutulan lineer cebir dersinin kapsamında yer alan lineer denklem sistemleri konusunda öğretmen adaylarının performanslarını ölçmek ve çözüm süreçlerini betimlemek hedeflenmiştir. Sonrasında, çözüm süreçleri, öğretmen adaylarının öz-yeterlik algıları ve temsil dönüşüm becerileri bağlamında değerlendirilmiştir. Bu üç ana kavram araştırmanın odak noktasını oluşturmaktadır.

1.3. ARAŞTIRMA SORULARI

Araştırma sorularının belirlenmesi nicel araştırmalarda olduğu gibi baştan kesin olarak belirlenmenin aksine birçok nitel çalışmada araştırma sorusu yazma süreci "geliştirme" ve "yeniden ifade etme" ye dayalı bir çalışma içerir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırma sorusu, problem durumu ve çalışmanın amacını tanımlamalı ve elde edilecek olası veriler ile cevaplanabilecek nitelikte olmalıdır. Mevcut durumu olduğu gibi ortaya koymak (betimlemek), sebep sonuç ilişkilerini belirlemek, değişkenler arasındaki ilişkileri ölçmek, başkalarıyla karşılaştırmak, standartlara uygunluğunu kontrol etmek gibi farklı amaçlar dikkate alınarak araştırma sorusu belirlenebilir. Kısaca, araştırma sorusu, üzerinde durulan olgunun problem cümlesi haline getirilmiş şeklidir (Çepni, 2010). Araştırma sorusu, araştırmacı için yol haritası oluşturur ve araştırmacıya esneklik sağlayabilecek en genel ifadelerle, açık uçlu olarak belirlenir; daha sonra veri toplama ve değerlendirme sürecinde araştırmacı çalışmanın sorularını daha özel ve kapalı uçlu sorulara doğru indirgeyebilir (Sevimli, 2009). Bu çalışmada da ilgili alan yazının ışığında en genel araştırma sorusu "Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri, çoklu temsiller ve öz-yeterlik algısı bağlamlarından nasıl etkilenmektedir?" şeklinde belirlenmiş olup, daha sonra veri toplama ve analiz sürecinde incelenen durumlar aşağıda ifade edilmiştir:

1. Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri öz-yeterlik algıları
2. Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları
3. Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri temsil dönüşüm başarıları
4. Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri ile öz-yeterlik algıları arasındaki ilişki
5. Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri ile temsil dönüşüm başarıları arasındaki ilişki

Bu sorular ve sorulara verilecek olası cevaplar ile lineer cebir dersinde öğretmen adaylarının performansları, öz-yeterlik algıları ve temsil dönüşüm becerilerinin nasıl olduğunun ve öz-yeterlik algıları ile temsil dönüşüm başarılarının öz-yeterlik algılarına etkilerinin neler olduğunun bilinmesi hedeflenmektedir. Ayrıca çalışmada, lineer denklem sistemleri konusunda bu üç bağlamın bir araya getirilmiş olması alan yazınındaki bir boşluğu doldurmaktadır.

1.4. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Lacampagne'nin (1995) cebirle ilgili olarak söylediği "Cebir matematiğin dilidir. O, tam manasıyla öğrenilmesi durumunda, ileri matematiksel konular için kapılar açar. O, öğrenilememesi durumunda üniversite ve teknolojiye dayalı kariyer kapılarını kapatır…" bu ifade birçok alana hizmet eden lineer cebir için de geçerlidir. Lineer cebir, matematiğin iç disiplinleri ve farklı disiplinlerle etkileşime sahip önemli bir alandır. Genel anlamda vektör uzayları, lineer dönüşümler, lineer denklem sistemleri ve matrisleri kapsamaktadır. Bu konular modern matematiğin en temel araçları ve matematik dilinin önemli sözcükleridir. İçeriği geniş ve kullanımı bu kadar yaygın olan bir alanın öğrenilmesi ve öğretilmesi ile bu sürecin incelenmesi de önemlidir. Bu bağlamda yapılan müfredat yenileme, yeni öğretim yöntemi geliştirme çalışmalarının yanı sıra öğrencilerin bu alanı anlamlandırma, bu alana yönelik problemleri çözme ile bu süreçlerin incelenmesine yönelik çalışmaların yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Ayrıca, matematik eğitimi araştırmaları genelde matematiğin kavramsal olarak anlamlandırılması, öğretim ortamlarının yapılandırılarak düzenlenmesi, müfredatın yansımalarının çeşitli kademlerde nasıl olduğu gibi konular üzerine yoğunlaşmış, yalnızca matematik alanıyla sınırlı kalmıştır(Niss, 1999). Bu açıdan bu çalışma, lineer denklem sistemlerinin kavramsal öğrenimi ölçmeyi ve çözüm süreçlerini incelemeyi hedeflediği gibi matematiğin eğitim yönü açısından öğretmen adaylarının öz-yeterlik algıları ve temsil dönüşüm becerilerinin belirlenmesine de olanak sağlaması açısından önemlidir.

Matematik eğitiminde olduğu gibi birçok alanda öz-yeterlik algısının ölçülmesinde kullanılabilecek ölçme araçlarına ilişkin önemli eksiklikler bulunmakla birlikte, özellikle son dönemde bu değişkenle ilgili olarak özel durumlara özgü ölçeklerin geliştirilmesi ve ölçek uyarlama çalışmalarının yürütülmesi de hız kazanmıştır (Bıkmaz, 2004). Yapılan literatür taraması sonucunda, lineer cebir alanında, daha da özelleştirilecek olursa lineer denklem sistemleri konusunda bu kavramın ölçülmesine dair herhangi bir çalışmaya ulaşılmamış olması bu çalışmanın orijinalliğinin göstergesidir.

Matematiği öğrenmek ve uygulamak için, sadece matematiksel sembolleri yönlendirebilmek yeterli değildir; ayrıca koordine edebilmek, matematiksel ilişkileri yorumlayabilmek ve özel durumlara uygun dili, sembolü, grafiği veya diğer temsilleri kullanabilmek gerekeceği gibi problemi açıklama, sonuç çıkarma ve uygun materyali geliştirebilmek gereklidir (National Research Council, 1989; akt. Sevimli, 2009). Bu bağlamda, üniversitelerde yapılan lineer cebir dersleri değerlendirilecek olunursa, derslerin genelde sembolik ve teorik kaldığı, konuların sadece işlemsel anlaşıldığı ve kavramsal öğrenmenin arka planda bırakıldığı çeşitli çalışmalarla desteklenmektedir (Skemp, 1976). Bu bağlamda, matematiksel kavramların öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlaşılması için, araştırmacıların önerdiği yöntemlerin en etkililerinden biri, öğretimde çoklu temsil kullanılmasıdır(Sevimli, 2009). Çoklu temsillerin kullanıldığı bir öğretimde betimleme, grafik, tablo, denklem kullanımı gibi değişik gösterimlerden etkin olarak yararlanma ve öğrencilere bu temsillerin arasında bağ kurarak matematiksel kavramların farklı yönlerini görebilme fırsatı sağlanır (Porzio, 1994; akt. Bingölbali, 2008). Bu bağlamda lineer cebir alanında böyle çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda çoğunlukla bilgisayar cebir sistemleri kullanılmıştır. Bu tarz çalışmalar incelendiğinde, teknoloji desteğinin, farklı temsil kullanımına ve görsel öğelerle kavramın somutlaştırılmasına olanak sağlamasından dolayı kullanıldığı; araştırma sonuçlarının da, bu bağlamda şekillendiği görülmektedir. Bu çalışmaya, farklı olarak, öğretim ortamında herhangi bir yapılandırma tasarlanmaksızın, geleneksel sınıf ortamında alınan bir eğitim ile öğrencilerde var olan temsilleri belirlemek, kullanılmayan temsil türlerinin neden kullanılmadığını irdelemek, temsil içi geçiş ve temsiller arası dönüşüm becerilerini incelemek üzere başlanmıştır. Ülkemiz yüksek öğretim düzeyindeki sınıf ortamları, öğreticilerin teknoloji alan bilgisi yeterlilikleri ve yazılım kullanımının olumsuz etkilerine yönelik çalışma bulguları düşünüldüğünde, geleneksel sınıf ortamına göre verilen eğitimin sonuçlarının incelenmesinin, toplumsal gönence katkısının daha fazla olacağı düşünülmüştür. Ayrıca araştırmanın, dersi veren öğretim üyesi, yararlanılan kaynaklar ve öğrenci farkındalığına etkisi bağlamında değerlendirildiği düşünülürse, sonuçların, kişiye eksiklerini görme ve giderme olanağı sağlayabileceği düşünülmektedir. İlgili alan yazınındaki çalışmalar değerlendirildiğinde, araştırma, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm sürecinin çoklu temsil ve öz-yeterlik algısı bağlamında incelenmesi yönüyle önemlidir ve özgün değere sahiptir.

1.5. SINIRLILIKLAR

Bu araştırma,

1.5.1. Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm sürecini öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelemeyi hedeflediği için kullanılan veri toplama yöntemi ve teknikleriyle sınırlıdır.

1.5.2. Amaçlardaki sorularla sınırlıdır.

1.5.3. Çalışma grubunun veri toplama araçları kapsamındaki ölçeklere verdikleri yanıtlarla sınırlıdır.

1.5.4. Lineer Cebir dersindeki başarıya yönelik olduğundan, ilköğretim matematik öğretmenliği 2. sınıfında alınan Lineer Cebir I-II dersleriyle sınırlıdır.

1.5.5. Süre açısından, 2009-2010 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyı ile sınırlıdır.

Bu araştırmada,

1.5.6. Öğretmen adayının lineer denklem sistemi çözüm süresine etki eden faktörler öz-yeterlik algısı ve temsil dönüşüm başarısı ile sınırlıdır.

1.5.7. Ölçüm araçları, Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ) ölçtüğü faktörler, Lineer Denklem Sistemleri Performans Testin (LİPT) ve Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi (LİTDT) ölçtüğü kazanımlar ile sınırlıdır.

1.5.8. Öğretmen adaylarının öz-yeterlik algılarını, problem çözüm süreçlerini ve temsil dönüşüm becerilerini ölçmek için çok farklı araç ve teknikler kullanılabilir. Bu çalışmada, LİYAÖ geliştirilmiş, LİPT ve LİTDT oluşturulmuştur.

1.5.9. Ölçek geliştirme çalışması, Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ve Matematik Bölümü 2. sınıf öğrencileriyle sınırlıdır.

1.5.10. Çalışma grubu, bir devlet üniversitesindeki 42 kişilik 2.sınıf ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencileri ile sınırlıdır.

1.6. VARSAYIMLAR

1.6.1. Araştırmanın örneklemi, evreni temsil edebilecek nitelikte ve nicelikte olduğu varsayılmıştır.

1.6.2. Öğretmen adayları, araştırma kapsamındaki soruları yanıtlarken gerçek duygu ve düşüncelerini içtenlikle yansıtmışlardır.

1.6.3. Öz-yeterlik algısı bilimsel olarak ölçülebilen kavramlardır.

1.6.4. LİPT puanı öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözme başarısını temsil etmektedir.

1.6.5. LİTDT puanı öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri temsil dönüşüm beceri başarısını temsil etmektedir.

1.6.6. LİYAÖ puanı öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi çözme öz-yeterlik algısını temsil etmektedir.

1.6.7. Kullanılan ölçme araçları ölçtükleri özellik bakımında geçerli ve güvenilirdir.

1.7. TANIMLAR

Çözüm Süreci: Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi problemlerini sonuçlandırıncaya kadar geçen yaşantılar, lineer denklem sistemleri problemlerini çözüm süreci olarak değerlendirilmiştir.

Lineer Denklem Sistemleri Performansı: Öğretmen adaylarına uygulanan Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi sonuçları, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri konusundaki performansları olarak değerlendirilmiştir.

Akademik Başarı: Öğretmen adaylarının Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi'nden aldıkları puan bu çalışmada akademik başarı olarak kabul edilmiştir.

Kavram/Tanım Bilgisi: Lineer denklem sistemleri konusundaki rank, genişletilmiş matris, kanonik form gibi kavramların tanımlarını ve kullanımlarını bilme olarak kabul edilmiştir.

İşlem/Yorumlama Becerisi: Lineer denklem sistemleri sorularını çözümlerken işlem yapabilme ve ulaşılan çözümü yorumlayabilme becerisi olarak tanımlanmıştır.

Temsil: Matematiksel durumları açıklama ve anlamlandırmada kullanılan gösterim biçimi.

Çoklu Temsil: Bir matematiksel kavramın, ilişkinin değişik biçimlerde ifade edilmesine olanak sağlayan gösterim biçimlerine "çoklu temsil" denir. Bu araştırmada kullanılan çoklu temsiller terimi; somut, tablo, grafik, cebir ve matris dış temsil türlerinin lineer denklem sistemleri sorularının çözümünde kullanılması anlamını taşımaktadır.

Somut Temsil: Lineer denklem sistemi sorularının günlük hayat problemleri ile ilişkilendirildiği durum.

Tablo Temsili: Lineer denklem sistemi sorularının çözüm kümelerinin değişen değerlere bağlı olarak tabloya aktarıldığı durum.

Grafik Temsili: Lineer denklem sistemi sorularının, grafikler yardımıyla verildiği veya çözüm kümesinin grafik üzerinde gösterildiği durum.

Cebir Temsili: Lineer denklem sistemleri sorularının, denklemler yardımıyla verildiği veya sorunun yok etme, yerine koyma gibi metotlar kullanılarak çözümlendiği durum.

Matris Temsili: Lineer denklem sistemleri sorularının, matrisler yardımıyla verildiği veya sorunun elemanter satır işlemleri, ters matris gibi metotlar kullanılarak çözümlendiği durum.

Temsil Kullanımı: Çoklu temsillerin, lineer denklem sistemleri sorularını çözüm sürecinde kullanılması.

Temsil İçi Geçiş: Lineer denklem sistemleri sorularının verildiği ve çözümünün beklendiği temsilin aynı olduğu durum.

Temsiller Arası Dönüşüm: Lineer denklem sistemleri sorularının verildiği ve çözümünün beklendiği temsilin birbirinden farklı olduğu durum.

Temsil Dönüşüm Becerisi: Temsil içi geçiş ve temsiller arası dönüşüm gerektiren lineer denklem sistemleri sorularını çözebilme yeteneği.

Öz-yeterlik Algısı: Bireyin performans potansiyeline dair kendisini değerlendirebilmesidir.

1.8. KISALTMALAR

LİYAÖ: Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Testi

LİPT: Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi

LİTDT: Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi

ÖYAÇY: Öz-yeterlik Algısı Çok Yüksek

ÖYAY: Öz-yeterlik Algısı Yüksek

ÖYAO: Öz-yeterlik Algısı Orta

ÖYAD: Öz-yeterlik Algısı Düşük

ÖYAÇD: Öz-yeterlik Algısı Çok Düşük

TDBY: Temsil Dönüşüm Başarısı Yüksek

TDBO: Temsil Dönüşüm Başarısı Orta

TDBD: Temsil Dönüşüm Başarısı Düşük

YDAB: Yüksek Düzeyde Akademik Başarı

ODAB: Orta Düzeyde Akademik Başarı

DDAB: Düşük Düzeyde Akademik Başarı

En: İngilizce

BÖLÜM II: İLGİLİ ALAN YAZIN

Bu bölümde, araştırmanın amacı, yöntemi ve sonuçlarını aydınlatmaya yönelik bilgilere ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir. Çalışmada, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelenmesi hedeflenmektedir. Bu sebeple, “İlgili Alan Yazın” bölümünde öncelikle araştırmanın temelini oluşturan lineer cebir, öz-yeterlik algısı, çoklu temsiller ve son olarak lineer denklem sistemleri ile ilgili bilgiler verilerek yapılmış çalışmalar aktarılacaktır.

2.1. LİNEER CEBİR

Matematik biliminin konusu; sayı, nokta, küme gibi soyut nesneler ve bu tür nesneler arasındaki ilişkilerdir (Altun, 2005). Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 1976) matematiği, düşüncelerin tümdengelimli bir işletim yolu ile sayılar, geometrik şekiller, fonksiyonlar, uzaylar gibi soyut varlıkların özelliklerini ve bunların arasında kurulan ilişkileri inceleyen bilimler grubuna verilen genel ad şeklinde tanımlamaktadır. Matematiğin nasıl doğduğuna dair yaklaşımlardan biri matematiği, araç ve amaç olmak üzere iki şekilde inceler. Araç olarak matematik, bir takım bağlantı ve yorumlarıyla insan hayatına destek verir; amaç olarak matematik ise yalnızca bilme ihtiyacının ürünü, bir düşünme ve doğruyu arama uğraşıdır (Altun, 2005). Matematik konu alanları itibari ile sayılar, cebir, ölçme, geometri ve istatistik olmak üzere beş temel alana ayrılır. Matematiğin önemli alanlarından bir olan cebiri, Sfard (1995) genel hesaplama bilimi olarak tanımlarken, Usiskin (1988) cebiri 4 kategoride ele almıştır. Bunlar, cebir genelleşmiş aritmetiktir, cebir belli tür problemleri çözen yöntemler bilgisidir, cebir nicelikler arasındaki ilişkilerin bir çalışmasıdır, cebir yapıların bir çalışmasıdır (akt. Akgün, 2007). Cebir genelleşmiş matematik olarak ele alınırsa, değişme özelliği, birleşme özelliği gibi sayı sistemlerinin özellikleri ile ilgilenir. İşlemlerin bir çalışması olarak düşünüldüğünde, denklemlerin, eşitsizliklerin ve denklem sistemlerinin çözümlerini bulmak için öğretilen işlemler kümesidir. Nicelikler arasındaki ilişkilerin bir çalışması olarak değerlendirilirse fonksiyon ve bağlantıların nümerik, sembolik veya grafik olarak gösterilip gösterilmeyeceği ile ilgilidir. Diğer bir boyutu ise nicelikler arasındaki bağlantılarla çalışırken, genellikle işlemler bilgisinin verilen problemleri çözmek için gerekli olmasını sağlar. Cebire yapıların bir çalışması olarak bakıldığında ise soyut cebir ve lineer cebir çalışmaları öne çıkmaktadır. Soyut cebir, grup, halka ve cisimler üzerinde çalışılan matematiğin bir dalıdır. Lineer cebirin ise temelinde vektörler ve matrisler yer alır. Lineer cebir alanına, matematiğin cebir, analitik geometri, analiz, diferansiyel denklemler, fraktal geometri, nümerik analiz gibi birçok alanında karşılaşıldığı gibi; anatomi, genetik, kimya, fizik, istatistik, bilgisayar teknolojileri, mühendislik, ekonomi gibi farklı disiplinlerde de karşılaşılmaktadır. Matematiğin alt dallarında lineer cebir amaç olarak yer almakta iken farklı disiplinlerde araç olarak değerlendirilmektedir.

2.1.1. Lineer Cebir Öğrenimi ve Öğretimi

Bu başlıkta lineer cebir öğretimi ve öğrenimi üzerine yapılmış çalışma örneklerine yer verilecektir. Lineer denklem sistemleri ile ilgili yapılmış çalışmalara ilgili başlıkta değinilecektir.

Matematik eğitimi araştırmalarının çoğu analiz alanında yoğunlaşmıştır. Ancak, yirminci yüzyılın son on yılında lineer cebir alanında da sessiz reform hareketleri de diğer yandan süregelmiştir. 1990 yılında Lineer Cebir Öğretim Programı Çalışma Grubu (Linear Algebra Curriculum Study Group, LACSG), lineer cebir öğretim programının birçok okulda öğrencilerin ihtiyaçlarına hizmet etmediği endişesi ve yeni bir öğretim programı önermek amacı ile kurulmuştur. Bu çalışma grubunun lineer cebir ders planı ve sunumu, öğrencilerin ihtiyaçlarını yanıtlamalı; matematik bölümlerinde ilk lineer cebir dersi matris temelli öğretim yapılmalı; fakülte olarak öğrencilerin ilgi alanları dikkate alınmalı; fakülte lineer cebir derslerinde teknoloji kullanımını desteklemeli ve her matematik müfredatı için ikinci kurs daha üstün olmalı şeklinde bazı öneriler getirmişlerdir (Carlson vd., 1993). Bu öneriler, lineer cebir alacak öğrencilere ders hakkında bazı şeylerin somutlaşmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca Dubinsky (1997) bu önerilere öğrencilere zorluk yaşatan çoğu temel lineer cebir konuları belirtilmeli; bu zorlukların nedenleri öğrenilmeli ve öğrencilere yöneltilen sorular bu zorlukları aşmak için olmalı şeklinde yeni öneriler eklemiştir.

Ayrıca 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.

Lineer cebirle ilgili ilköğretim düzeyinde yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirilirse çalışmalar lineer denklem sistemlerinin temeli sayılabilecek değişken ve eşit işareti kavramları ve öğretilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Çalışmasında değişken kavramını inceleyen Dede (2005), bu kavramın tanımını, tarihsel gelişimini ve öğretim modellerini açıklamaya çalışmıştır. Yaban, Toluk ve Olkun (2003) eşit işaretini nasıl algılandığı üzerine çalışmışlar, sonuç olarak öğrencilerin eşitlik içeren sözel ifadelerdeki genel eğilimleri ile eşitlik içeren sembolik ifadelerdeki eğilimleri farklılık göstermiştir.

Üniversite lineer cebirine giriş niteliğinde olan ortaöğretim lineer cebiri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Erçerman (2008) öğrencileri bilgilerinin işlem ve kavramsal bilgisi bağlamında değerlendirilmesi amacıyla yaptığı çalışmasında, öğrencilerin çoğunda lineer cebir bilgilerinin kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında tutarsız, eksik, birbirini tamamlamayan bilgiler olduğu ve işlemsel bilgilerin ağırlıkta olduğu görülmüştür.

Kavram yanılgıları ile ilgilenen 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 temelinin iyi bir şekilde ortaöğretimde atılması, bu düzeydeki matematik programının temel hedeflerinden biri olması gerektiğini belirtmektedir.

Üniversite düzeyindeki çalışmalar ise lineer cebirin içeriğinde olduğu gibi oldukça kapsamlıdır. Aydın (2007) yaptığı deneysel çalışmasında lineer cebir dersi için geliştirilen öğretim yöntemlerini incelemiş, bu yöntemlerin bir yıl üzerinden uygulaması ve değerlendirmesini yapmıştır. Kontrol grubuna geleneksel yaklaşımla öğretim yapılırken, deney grubuna özel öğretim yöntemlerinden faydalanılmıştır. Sonuçlar, lineer cebir dersi öğretiminin, yeteri kadar güçlü ve bütün programı kapsayacak aktivitelerle desteklenerek yapılması durumunda, öğrenciler üzerinde olumlu değişiklikler yapılabileceğini göstermiştir.

Pecuch-Herrero (2000) araştırmasında üniversitesinde bir grup tarafından geliştirilen LINALG programını kullanmıştır. Projenin farklı dönemlerinde farklı öğretim yöntemleri denenmiş, öğrencilerin başarıları üzerinde öğretim yöntemlerinin etkiliği incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda, teknoloji ile birlikte eş zamanlı başka öğretim yöntemlerinin kullanımındaki başarı sadece teknoloji kullanımından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Matematiksel ispatın lineer cebir öğrenimine etkisini araştıran Uhlig (2002), çalışmasında Açıklama- Yardımcı Teorem- İspat- Teorem- İspat- Sonuç yaklaşımını kullanmıştır. Bu yaklaşımla matematiksel ispat kavramı ve yapısı öğrencinin zihninde gömülü hale geleceğini ve sonraki matematik derslerinde genel bilimsel akıl yürütme alanında ona yardımcı olacağını savunur.

Sierpinska (2000), lineer cebirin epistemolojik gelişimin dikkate alarak düşünmeyi sentetik-geometrik, analitik-aritmetik ve analitik-yapısal olmak üzere sınıflamıştır. Sierpinska, sentetik düşünmeyi nesnelerin bir anlamda doğrudan akla ulaştığını ve aklın bu nesneleri tarif etmeye çalıştığını ifade eder. Analitik düşünmeyi ise nesnelerin dolaylı olarak akla ulaştığını, bu nesnelerin sadece kendini oluşturan özelliklerin tanımları aracılığı ile yapılandırıldığını belirtir.

Lineer cebir kavramlarını Tall'un (2007) matematiksel düşünmenin üç boyutlu dünyası ve Dubinsky ve McDonald'in (2001) APOS (action-process-object-schema) teorileri bağlamında ele alan Stewart (2008) bu kavramların anlamlandırılmasında bu teorinin yardımcı olup olmadığını çoğu lineer cebir kavramı için incelemiştir. Araştırmasını öğrencilerin kavramlara, gösterimlerine yönelik olarak yanılgılara sahip olduğu şeklinde sonuçlandırmış, öneri olarak ise teknoloji desteğinden faydalanılmasını getirmiştir.

Mingus (1996) araştırmasında kavramsal yapılandırmacı öğretimin öğrencilerin tutum ve inançları üzerine etkisini nicel ve nitel olarak incelemiştir. Nicel kısmı, öğrenciler lineer cebiri almadan önceki ve aldıktan sonraki tutumlarını ölçmek için ön test- son test tasarımından oluşmaktadır. Nitel kısım ise iki akademik yıla yayılmış ve öğrencilerin tutumundaki değişikliği ve dayanıklılığı açıklamak amacıyla yapılan görüşmelerden oluşmaktadır. Araştırmanın sonucunda nicel kısım anlamlı farklılık göstermezken, yapılan görüşmeler anlamlı farklılık olduğu yönündedir.

Berry ve diğerleri (2008), çalışmalarında lineer cebir kavramlarını kavramadaki güçlükleri tartışmışlardır. Bir öğrenci ile bir örnek üzerine yaptıkları görüşmede problem çözme bağlamında öğrencinin kavramları anlamasında olumlu etkisi olabilen değişkenleri araştırmışlar, öğrencinin anlamasındaki engelleri belirtmişlerdir. Bu engellerin kalkmasında ise teknolojik desteğin gerekli olduğunu önermişlerdir.

Doğan- Dunlap (2004) lineer cebir dersleri için ön-koşul sayılabilecek, küme teorisi üzerinde çalışmıştır. Birçok öğrencinin lineer cebir sorularındaki hataları küme teorisi bilgi eksikliğinden kaynaklandığı savunulmaktadır. Sonucunda ise, öğrencilerin küme teorileri bilgilerine göre lineer cebir kavramlarını anlamlandırma düzeylerinde yükseliş gözlenmektedir.

2.1.2. Lineer Cebirin Öğretim Programlarına Yansıması

Bu bölümde lineer cebirin sırasıyla ilköğretim ve ortaöğretim matematik dersi müfredatlarına ve üniversite ders içeriklerine yansımalarına yer verilecektir.

Lineer cebir alanı, eğitim ve öğretim dönemlerinde ilk olarak ilköğretim ikinci kademede lineer denklem sistemleri konusu ile karşımıza çıkmaktadır. İlköğretim altıncı sınıf öğretim programı incelendiğinde cebir öğrenme alanı altında eşitlik ve denklem alt öğrenme alanı öğrencilerin birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözmesini hedeflemektedir (MEB, 2005a). Bu bağlamda, öğrenciler birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi terazi modelinin kullanımı ile terazinin her iki kefesine aynı miktar konularak ya da çıkartılarak terazinin dengesinin değişmeyeceği prensibince çözüme ulaşmaya çalışmaları beklenir. İlköğretim yedinci sınıf müfredatında, denklemler alt öğrenme alanına altıncı sınıf öğretim programının hedefleri ile ilişkilendirilerek başlanmış, öğrencilerden yine birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözmeleri istenmiştir. Sonrasında ise programda öğrencilerden iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi tablo ve grafik kullanarak incelemeleri, bir değişkenin diğerine bağlı olarak nasıl değiştiğini açıklamaları beklenmiştir. Burada hem birinci dereceden iki bilinmeyenli denklemlerin çözüm kümeleri üzerinde durulmuş, hem de öğrencilerden farklı temsilleri kullanmaları istenmiştir. Son olarak denklem alt öğrenme alanında öğrencilere iki boyutlu kartezyen düzlem tanıtılmış, doğrusal denklem grafiklerinin çizimlerinin öğrenilmesi amaçlanmıştır. İlköğretim sekizinci sınıf öğretim programında ise artık lineer denklem sistemleri “doğrusal denklem sistemleri” ismiyle kazanımlarda yerini almıştır. Öğrencilerden kazanım olarak doğrusal denklem sistemlerini cebirsel yöntemlerle ve grafik kullanarak çözmeleri hedeflenmektedir. Cebirsel yöntem olarak yok etme ve yerine koyma yöntemleri ifade edilmektedir. Yok etme yöntemi değişkenlerden birinin katsayıları toplamı sıfır olacak şekilde denklemlerin uygun değerlerle çarpılıp toplanması olarak tanımlanabilir. Yerine koyma yöntemi ise denklemlerden birinde değişkenlerden bir yalnız bırakılıp diğer denklemde bu değişkenin yerine yazılması olarak ifade edilebilir. Grafik kullanılarak çözüm ise öğrencilerin grafik üzerinde çizdikleri iki doğrunu kesim noktasından oluşmaktadır. Bu çözüm doğrusal denklem sisteminin çözümünün geometrik anlamı olarak değerlendirilebilir.

Ortaöğretim matematik öğretim programı incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretim programının yansımaları dokuzuncu sınıfta devam etmektedir. Öğrenciler daha çok problemler alt öğrenme alanında birinci dereceden iki bilinmeyenli denklem sistemlerinin çözümleri ile ilgilenmektedir. Lineer cebir ile ortaöğretim matematik müfredatında asıl olarak on birinci sınıfta karşılaşılmaktadır. Lineer cebir bu programda cebir, mantık, trigonometri gibi ayrı bir öğrenme alanı olarak çıkmaktadır. Lineer cebir öğrenme alanı matrisler ve doğrusal denklem sistemleri ile determinant ve doğrusal denklem sistemleri alt öğrenme alanlarından oluşmaktadır. Matris ve doğrusal denklem sistemleri alt öğrenme alanının kazanımlar, matrisi örneklerle açıklama, verilen bir matrisin türünü belirleme ve açıklama, iki matrisin eşitliğini ifade etme, matrislerde toplama ve fark işlemi yapma, bir matrisi gerçek sayı ile çarpma, matrislerde çarpma işlemi yapma, bir matrisin çarpma işlemine göre tersini ve devriğini bulma, doğrusal denklem sistemlerini açıklama, doğrusal denklem sistemlerinin çözümünü temel satır işlemleri ile yapma, doğrusal denklem sistemlerini matrislerle gösterme, genişletilmiş matris üzerinde temel satır işlemleri uygulayarak bulma, matrisin tersini temel satır işlemleri uygulayarak bulma şeklinde özetlenebilir (MEB, 2005b). Kazanımlardan da anlaşılacağı üzere, matrisler ve doğrusal denklem sistemleri alt öğrenme alanında öğrencilerden şimdiye kadar hiç öğrenmedikleri matris kavramını anlama, bu kavramla ilgili işlemler yapma ve doğrusal denklem sistemlerinin çözümünde bu kavramı kullanma gibi beceriler beklenmektedir. Determinant ve doğrusal denklem sistemleri alt öğrenme alanının kazanımlar ise minör ve kofaktör kavramlarını açıklayıp, en fazla 3x3 boyutlu matrisin determinantını hesaplama, Sarrus yöntemini kullanma, ek matrisi açıklama ve ters matris bulmada kullanma, ters matrisi kullanarak doğrusal denklem sistemlerini çözme, Cramer kuralını kullanarak doğrusal denklem sistemlerini çözme şeklinde özetlenebilir (MEB, 2005b). Bu alt öğrenme alanındaki kazanımlarda ise öğrencilerden matrislerin determinantını ve ek matrisini hesaplama, bir matrisin tersini bulma ve doğrusal denklem sistemlerinin çözümlerini matrisin tersi ve Cramer kuralı ile bulma becerileri beklenmektedir. Burada kullanılan matrisin boyutunun en fazla 3x3 olması dikkat çekmektedir.

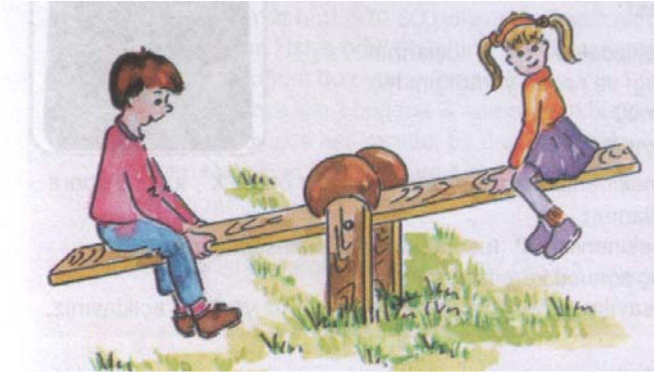
Üniversitede lineer cebir, çoğu fen ve matematik alan ağırlıklı bölümlerde ders olarak gösterilmektedir. Bu kısım hazırlanırken iki devlet üniversitesinin ders içerikleri baz alınmıştır. İçerik olarak lineer cebir öğretimine ortaöğretimin konu tekrarı ile başlanılmakta ve yeni konu başlıkları ile devam edilmektedir. Her iki üniversitede de Lineer Cebir I kapsamında matris cebiri ve vektör cebiri öğretilmektedir. Determinant, lineer dönüşümler ve iç çarpım uzayları konusu bir üniversitede Lineer Cebir I kapsamında iken, diğerinde Lineer Cebir II kapsamında yer almaktadır. Köşegenleştirme her iki üniversitede Lineer Cebir II kapsamında yer almıştır. Ayrıca bir üniversitede diğerinden farklı olarak dual uzaylar ve tabanlar konusuna yer verilmiştir.

2.1.3. Lineer Cebirin Ders Kitaplarına Yansıması

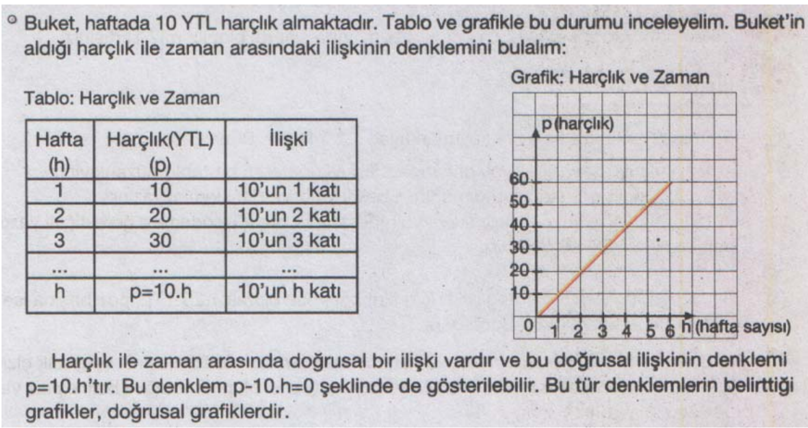
Bu kısımda, lineer cebirin yerli ve yabancı ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite ders kitaplarına yansımalarına örneklerle yer verilecektir.

Ders kitapları, eğitim programlarının amaçlarına hizmet eden; öğretim programlarının içeriği ile örtüşen; öğretmenler için öğretim sürecinde sınıf içindeki aktivitelere yön veren, öğrenciler için sözel öğretimden kaynaklanan boşlukları gidermeyi amaçlayan öğretme-öğrenme ortamının vazgeçilmez yazılı ve basılı aracıdır (Delice, Aydın ve Kardeş, 2009). Ders kitaplarının öğretme-öğrenme ortamında amacına hizmet etmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı'nın [MEB] yayınladığı yönetmelikte hazırlanacak ders kitaplarında aranacak özellikler belirlenmiştir. Ders Kitapları ve Eğitim Araçları Yönetmeliğinde (22297) ders kitaplarının; ders programlarına uygun olarak hazırlanması, konuların sistemli bir şekilde islenmesi, konuların öğretime yardımcı unsurlarla beslenerek daha anlaşılır hale getirilmesi, estetik bakımından yeterli ve göz sağlığına uygun olması gerektiği belirlenmektedir.

İlköğretim matematik ders kitaplarında lineer cebire altıncı sınıfta birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemlerin çözümü ile giriş yapılmıştır. Ders kitabında denklemlerin çözümünün öğretimi somut temsil ağırlıklı olmuş, cebir temsili ile öğrenciler tanıştırılmıştır. Öğrencilere denklem terazinin dengede kalma prensibince hazırlanan model aracılığı ile aktarılmaya çalışılmıştır. Denge durumu eşitliğin bir modeli olduğu ifade edilmiş, tahterevalli gibi fotoğraflardan faydalanılmıştır. Çalışma kitabında da yine benzer şekilde terazi modeli ile somut temsilden ve cebir temsilinden yararlanılmıştır (Şekil 1). Yedinci sınıf ders kitabında birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler konusu altıncı sınıfta olduğu gibi somut ve cebir temsillerinden faydalanılarak işlenmiştir. Sonrasında iki değişken arasındaki ilişki ele alınmış burada tablo, grafik ve cebir temsilleri kullanılarak konu aktarılmıştır (Şekil 2). Ünite sonunda ise birinci dereceden iki bilinmeyenli denklemler çözümü farklı temsil türleri kullanılarak gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kitabında ise ders kitabındaki etkinliklere yönelik alıştırmalar ve problemlere yer verilmiştir. Sekizinci sınıf ders kitabında doğrusal denklem sistemleri yalnızca cebir temsili kullanılarak işlendiği görülmektedir. Yok etme ve yerine koyma metodu birer örnekle açıklanmıştır. Grafik temsiline ise ders ve çalışma kitabında “Eğimle Tanışalım” konusunda değinilmiştir.



Şekil 1: 6. sınıf ders kitabında Denklemler alt öğrenme alanı örneği



° Buket, haftada 10 YTL harçlık almaktadır. Tablo ve grafikle bu durumu inceleyelim. Buket'in aldığı harçlık ile zaman arasındaki ilişkinin denklemini bulalım:

Tablo: Harçlık ve Zaman

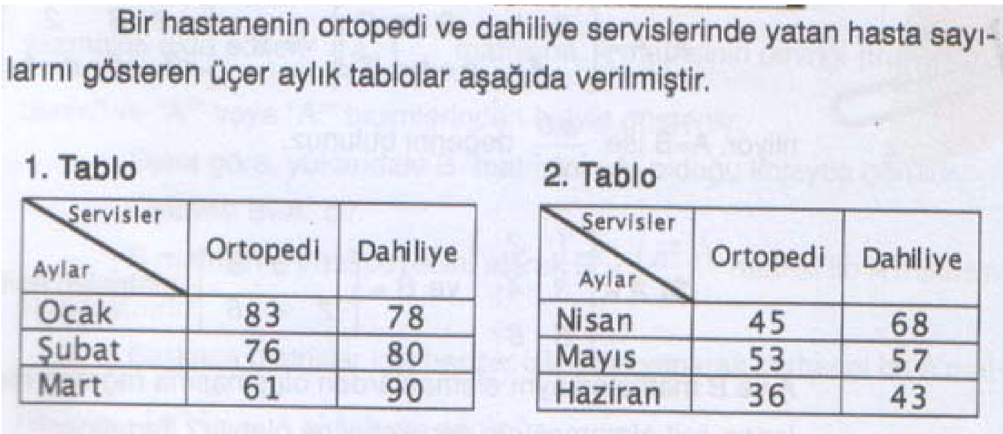
Hafta (h)	Harçlık(YTL) (p)	İlişki
1	10	10'un 1 katı
2	20	10'un 2 katı
3	30	10'un 3 katı
...	...	...
h	p=10.h	10'un h katı

Harçlık ile zaman arasında doğrusal bir ilişki vardır ve bu doğrusal ilişkinin denklemi p=10.h'tır. Bu denklem p-10.h=0 şeklinde de gösterilebilir. Bu tür denklemlerin belirttiği grafikler, doğrusal grafiklerdir.

Şekil 2: 7. sınıf ders kitabında Denklemler alt öğrenme alanı örneği

Ortaöğretim on birinci sınıf matematik ders kitabında Matrisler ünitesi incelenecek olursa, ünite Matrisler, Lineer Denklem Sistemleri I, Determinant ve Lineer Denklem Sistemleri II başlıklarında oluşmaktadır. Üniteye matris ve determinantın tarihçesiyle başlanılmıştır. Matris ve lineer denklem sistemleri I konuları günlük hayat örnekleri kullanılarak işlenmiş (Şekil 3); determinant ve lineer denklem sistemleri II konuları somutlandırılamamış, soyut yapısıyla aktarılmıştır. Ünitenin genelinde tablo, cebir ve matris temsilleri kullanılmış, konular geometri ile ilişkilendirilmemiştir.

Üniversite yerli lineer cebir ders kitapları, lineer cebirin doğasına uygun olarak tamamen soyut düzenlenmiş, cebir ve matris temsilleri hâkim olmak üzere konusuna göre (vektörler) grafik temsilinden de faydalanılmıştır. Yabancı üniversite kitaplarında ise bu durum biraz farklıdır. Günlük hayat problemlerine yer vermekle beraber matris cebirinde de grafik temsili kullanılmıştır (Şekil 4). Her bir bölüme hazırlık çalışmaları ile giriş yapılmıştır. Ünite değerlendirilmesinde Türkçe kitaplardan farklı olarak enteraktif çözümlere yer verilmiştir.



Bir hastanenin ortopedi ve dahiliye servislerinde yatan hasta sayılarını gösteren üçer aylık tablolar aşağıda verilmiştir.

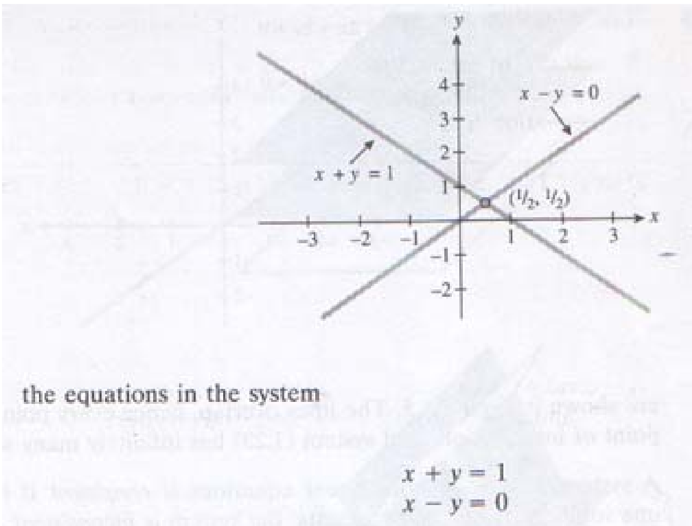
1. Tablo

Servisler / Aylar	Ortopedi	Dahiliye
Ocak	83	78
Şubat	76	80
Mart	61	90

2. Tablo

Servisler / Aylar	Ortopedi	Dahiliye
Nisan	45	68
Mayıs	53	57
Haziran	36	43

Şekil 3: 11. Sınıf ders kitabı Matrisler Ünitesi örneği



Şekil 4: Yabancı üniversite lineer cebir ders kitabı örneği

2.2. ÖZ-YETERLİK ALGISI

Bu bölümde, öz-yeterlik algısı kavram olarak ele alınmış, akabinde dayandığı kuramsal temele değinilmiştir. Ayrıca öz-yeterlik algısının kaynakları ve öz-yeterlik algısını harekete geçiren süreçlere yer verilmiştir. Son olarak ise öz-yeterlik algısının matematik eğitimindeki yeri çeşitli çalışmalarla desteklenerek açıklanmıştır.

2.2.1. Kavram Olarak Öz-Yeterlik Algısı

Sosyal psikolojinin temel kavramlarından biri olan öz-yeterlilik algısının pek çok alana uyarlanarak farklı disiplinlerde kullanıldığı görülmektedir. İngilizcesi "self-efficacy" olan bu kavram Türkçeye adapte edilirken Aybay (2005), Çelikkaleli ve diğ. (2006) gibi araştırmacılara göre "yetkinlik beklentisi", Akbaş ve Çelikkaleli (2006), Öztürk (2008) ile Say (2005) gibi araştırmacılara göre "öz-yeterlilik inancı" ve Aykaç Duman (2007), Baki ve diğ. (2008), Işıksal ve Çakıroğlu (2006), Işıksal ve Aşkar (2003), Senemoğlu (2003, s. 235), Umay (2002), Üstüner ve diğ. (2009) ile Yürekli (2008) gibi araştırmacılara göre öz-yeterlik algısı olarak çevrilmiştir. Bu araştırmada ise "self-efficacy" kavramı "öz-yeterlik algısı" olarak çevrilmiş olması nedeni ile herhangi bir kavram karmaşasına yol açmamak için bu çeviri benimsenmiş ve kullanılmıştır.

Öz-yeterlik algısı üzerine yapılan araştırmalardaki kavramın tanımlarına yer verilmeden önce kavramı oluşturan kavramlar tanımlanacak olursa, Türk Dil Kurumu "öz" kavramını bir kimsenin benliği olarak tanımlarken; Oxford İngilizce Öğrenenler İçin Sözlük'te (2001) bireyin doğası, özellikleri şeklinde tanımlanır. Yeterlik kavramını, Başaran (1996) insanın bir davranışı yapmak için gereken bilgiye ve beceriye sahip olması olarak tanımlar. Balcı'ya göre (2005, s.197) bir rolü oynayabilmek için gerekli bilgi, beceri ve tutumlara sahip olma derecesidir. Şişman (2006, s.219), Demirtaş ve Güneş (2002, s. 168) ile Şahin (2006, s.291) ise iş görenin kendinden beklenen rolleri beklenen nicelik ve nitelikte gerçekleştirmesi şeklinde tanımlarlar. Longman Çağdaş İngilizce Sözlüğünde (2001), bir işi yapma gücünü sağlayan özel bilgi, görevini yerine getirme gücü ve niyet edilen sonuçları üretebilme özelliği şeklinde açıklanır. Algı kavramı ise Felsefe Terimleri Sözlüğünde (1975) bir şeye dikkati yönelterek, duyular yoluyla o şeyin bilincine varmak şeklinde tanımlanır. Öz-yeterlik algısı kavramı ise, Aykaç Duman'ın (2007) Walkley'den (1997) aktardığı üzere, istenilen sonuç ya da etkileri üretme kapasitesi olarak tanımlanır. Bu kavram Bandura'nın Sosyal Bilişsel Kuramında öne çıkan önemli bir kavram olup Bandura bu kuramda algıların davranışlarla yakından alakalı olduğu görüşüne öncelik etmiştir. Öz-yeterlik algısı kavramını ilk olarak 1977'de "bir kişinin istenilen sonuca ulaşmada kendi yeteneğine olan kişisel inancı" olarak tanımlamıştır. Sonraları bu tanım daha da genişleterek "öz-yeterlik algısı, davranışların oluşmasında etkili bir niteliktir ve bireyin farklı durumlarla baş etme, belli bir performansı göstermek için gerekli etkinlikleri düzenleyip, başarılı olarak yapma kapasitesi hakkındaki algılayışı, inancı ve yargısıdır." olarak tanımlanmıştır (1986, s. 391; 1995, s. 2; 1997, s. 3). Zimmerman (2000) öz-yeterlik algısını bireyin bir işi gerçekleştirebilme, başarabilme yeteneği konusundaki yargıları şeklinde ifade ederken, Pajares (1999) belirli bir görevi yerine getirmek için yeteneklerin duruma özel değerlendirilmesi olarak ifade etmiştir. Farklı bir ifade ile Gürcan (2005) öz-yeterlik algısını bireylerin bir işlevi değil, becerilerini kullanarak yapabildiklerine ilişkin yargıların bir ürünü olarak tanımlar. Maddux, öz-yeterlik teorisini şöyle açıklar:

"Öz-yeterlik teorisinin çekirdeği, çevresel talepler ve engellerle basa çıkabilme olasılığı ve öncelikle davranışsal yetenek ve yeterliklerle ilgili yargı ve beklentilerle belirlenmiş davranış ve etkinlikleri başlatmak ve devam ettirmektir. (akt. Derbedek, 2008)"

Ford (1992) öz-yeterlik algısını, insanları, öğretmenler de dahil, güven içinde başarmak ve başardıklarını uygulamaya dökebilmek için motive eden kişisel yeteneklerin bir parçası olarak tanımlamıştır. Öz-yeterlik bireyin becerilerinin bir fonksiyonu değildir. Bireyin becerisini kullanarak yapabildiklerine ilişkin yargılarının bir bütünüdür. Öz-yeterlik bireyin, farklı durumlarla bas etme, belli bir etkinliği başarma yeteneğine, kapasitesine ilişkin kendini algılayışıdır, inancıdır, kendi yargısıdır (Senemoglu, 2003: 235, 236). Mager'da (1997) benzer bir tanım yaparak, öz-yeterliğin, bireylerin belirli bir hareketi icra etmede, özel durumlara ilişkin kendi kapasiteleri hakkındaki yargıları olarak tanımlamıştır. Davranışların oluşmasında etkili bir nitelik olan öz-yeterlik algısını (Veznedaroğlu, 2005, s. 4), Vardarlı (2005) bireyin sahip olduğu kapasitesinin, yaptığı işlerdeki başarılarının, güdülerinin ve öz-düzenleme mekanizmaları gibi benlik sistemini oluşturan diğer öğelerin bileşkesinden oluşan dinamik bir yönü olarak tanımlar. Say (2005) tezinde öz yeterlik algısını temelde kişinin sahip olduğu yeteneği içselleştirmesi ve kişinin işlerini idame etmesi için, gereken davranışları yerine getiren ve organize ettiren yeteneğin varlığına olan inanç olarak betimler. Cantürk Günhan'a (2006) göre öz-yeterlik algısı, bireyin kendine duyduğu güvendir ve zamanla deneyimler aracılığıyla gelişen bir inançtır. Aykaç Duman'a (2007) göre öz-yeterlik algısını, bireyin gelecekte karsılaşabileceği güç durumların üstesinden gelmede ne derece başarılı olabileceğine ilişkin kendisi hakkındaki yargısıdır.

Birçok araştırmada yapılan öz-yeterlik kavramının tanımlarından anlaşılacağı üzere, öz-yeterlik algısı bireyin davranışlarının potansiyeline dair kendisini değerlendirebilmesidir. Bu bireyin var olan yeteneklerinden ziyade ne yapabileceğine dair inanç, algı ve yargılarıyla ilgilidir.

2.2.2. Öz-yeterlik Algısının Dayandığı Kuramsal Temel

Öz-yeterlik algısı kavramı temelini Bandura tarafından geliştirilen sosyal bilişsel kuramdan alır (Stone, 1998). Sosyal bilişsel kuram ise temelini sosyal öğrenme kuramından alır. Bandura sosyal öğrenme kuramı ile ilgili ilk çalışmalarına 1960'larda başlamıştır. Bandura (1986, s. 15) çalışmasında davranışçılığı eleştirerek, düşüncelerin davranışları etkilediğini kabul etmeyen bir kuramın karmaşık insan davranışlarını açıklamakta yetersiz kalacağını savunmuştur (akt. Kurbanoğlu, 2004). Bandura bu bağlamda kendi kuramına sosyal öğrenme kuramından farklı olarak bilişi katarak davranışçılıktan uzaklaştırmış ve kuramını sosyal bilişsel kuram olarak isimlendirmiştir. Bu kuram, öz-ilgi fenomeninin ve kişilik değerlendirilmesinin rolünü vurgular. Bu teoriye göre kişiler sadece birer organizma, dış görünüş ve olaya katılan kişilerden ibaret değildir. Aynı zamanda, öz organizeye sahip öz düzenleyicilerdir ve aktiflerdir. Bu görüş dâhilinde kişiler düşüncelerini, duygularını ve davranışları üzerinde kendilerine kontrol sağlayan inanç yöntemlerini kavrarlar. Bu inanç, karakter sistemini ve insan davranışını içine alır. Kişinin yeteneklerine olan inancı, davranış ve motivasyon konuları içinde ele alındığında kişinin yeteneklerine olan inancı önemli bir unsur olarak görülmektedir. Bandura'nın daha sonraki çalışmaları kişinin yeteneklerine olan inancı şeklinde de tanımlanabilecek öz-yeterlik algısı üzerinde yoğunlaştırmış ve bu kavram sosyal bilişsel kuramın anahtar kavramı haline gelmiştir. Sosyal öğrenme kuramı üzerine çalışan birçok araştırmacı da öz-yeterlik algısı kavramının temellerinin atılmasına destek olmuştur. Çalışmalarını daha çok klinik psikolojisine odaklamış olan Rotter (1954), genelleştirilmiş pekiştirme beklentilerinden, iç ve dış kontrollerden öğrenme fikrini ortaya atmıştır. Rotter'a göre, bir bireyin hayatındaki kişisel kontrol duygusunun geliştirilmesiyle sağlık durumları iyileştirilebilir. Rotter'ın bu çalışması, öz-yeterlik kavramı için başlangıç noktası sayılabilecek kontrol ve bunun davranışa uygulanması üzerine bir dizi araştırma ve teori çalışmalarını harekete geçirmiştir. (Rotter, 1990, 1992; akt. Stone, 1998) ve Sears (1951, 1965) çalışmalarında gözlem yoluyla öğrenmenin yaşamın bir parçası olduğunu vurgulamaktadır (akt. Stone, 1998). Sears'a göre, bireyin davranışları ve çevre arasında karşılıklı etkileşim söz konusudur. Sears'ın karşılıklı etkileyicilik vurgusu, hem sosyal öğrenme kuramının hem de kuramdan çıkan öz-yeterlik algısının anahtar kavramlarından biri olmuştur. Benzer şekilde Mischel (1968, 1973, 1979; akt. Stone, 1998), sosyal öğrenme kuramı içinde bilişsel yapıların geliştirilmesine önemli katkılarda bulunmuştur. Özellikle yeterlik (yetenek), kodlama stratejileri, beklentiler, dürtüler ve öz-düzenleme sistemleri gibi pek çok öğrenme teorisi kavramını destekleyerek, bireyi etkileyen değişkenlerin incelenmesi için olumlu bir bakış geliştirmiştir.

2.2.3. Öz-Yeterlik Algısının Kaynakları

Sosyal bilişsel kuramının kurucusu ve öz-yeterlik algısı kavramının temellerini ilk atan kişi olan Bandura (1997) ise bireylerin öz-yeterlik algılarının geçmiş deneyimler, dolaylı deneyimler, ikna süreci ve duyuşsal süreç olmak üzere dört faktörden kaynakladığını belirtmiştir.

Geçmiş deneyimler, öz-yeterlik algısının en temel olarak belirleyen bireyin kişisel deneyimleridir (Bandura, 1997, s. 10). Birey davranışlarını değerlendirme yetisiyle birlikte kendini tanır ve tutumunu buna göre geliştirir. Yani öz-yeterlik algısı gelişiminin yüksek olması başarıyı getirdiği gibi, başarı da öz-yeterlik algısını geliştirir. Benzer şekilde kendini yetersiz olarak algılama başarısızlığı getireceği gibi tekrarlanan başarısızlık da öz-yeterlik algısı gelişimini olumsuz etkiler. Ayrıca öz-yeterlik algısı yüksek olan birey başarısızlığa uğradığı zaman hatayı veya eksikliği kendini yetersiz görmekte değil de azami gayret göstermediğine veya yanlış yöntem seçtiğine verir. Bunlarla başa çıkabilmek için daha çok azim göstererek güçlüklerin üstesinden gelmeye çalışır. Daha güç bir durumda başarı göstermesi öz-yeterlik algısını arttıracaktır. Öz-yeterlik algısı zayıf bireyde ise başarısızlığa uğradığı zaman hatayı veya eksikliği kendinde arar ve bu bireyin o işi yapma motivasyonunu kırdığı gibi yetersiz olduğuna dair inancını arttırır.

Sosyal bilişsel kuram her ne kadar gelenekselcilikten 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-yeterlik oluşturma kaynağı olabilmektedir. Dolaylı deneyimler, kişinin öz-yeterlik algısını geçmiş deneyimlerine göre daha az etkiler. Bireyler kendilerinden tam anlamıyla emin olmadıklarında etrafında olan biteni daha yakından izleme gereği duyarlar. Kendilerini bir başkası ile kıyaslama yoluna giderler. Birey bir başkasının çaba göstererek bir işi başardığını gözlemlerse kendisinin de aynı yeterliğe sahip olduğunu düşünebilir. Benzer şekilde, farklı kimselerin başarısızlıklarını gözlemlemek benzer işi yapma konusunda bireyin öz-yeterlik algısını olumsuz etkileyebilir. Burada seçilen model birey, öz-yeterlik algısının gelişimi bakımından önem arz etmektedir. Bu kişinin akran grubunda olup olmaması, yetenek bakımından özdeş olup olmamaları kişinin öz-yeterlik algı gelişimini etkileyecektir.

Sözel ikna ise öz-yeterlik inancının 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-yeterlik inancını tehdit eden bir durum olarak algılanabilir.

Bireyler sosyal çevrelerinden gelen olumlu mesajlarla bir işi yapma yetkinliğine sahip olduğuna ikna edilebilirler. Eğer birey başarılı olmaları için gerekli yetkinliğe sahip olduğuna ikna edilirse daha çok çaba göstererek olumlu sonuç almaya çalışırlar. Fakat kendi yetkinlikleri hakkında bireyin şüphesi varsa çaba gösterme gereksinimi duymadan başarısız olacağına kanaat ederler. Burada ikna edecek kişinin birey üzerindeki etkisinin gücü önemlidir. Bu kişi yersiz övgülerde bulunmamalıdır. Aşırı öz-yeterlik algısı başarısızlığa sebebiyet verebileceğinden bireyi olumsuz yönde etkileyecektir.

Bireyin duyuşsal anlamda yaşadığı şeyler ya da hangi ruh haleti içinde olduğu bireyin öz-yeterlik algısını etkilemektedir. Korku, stres, karamsarlık, yorgunluk gibi duygular bireyin öz-yeterlik algısının olumsuz etkileyeceği gibi huzurlu ve mutlu olması öz-yeterlik algısını pozitif yönde etkileyecektir. Bu durum da geçmiş deneyimler de olduğu gibi tersinir çalışmaktadır. Yani öz yeterlilik algısı düşük olan bireyde aşırı kaygılanma, stres boy gösterecektir. Örneğin sunum yapma öz-yeterlik algısı düşük olan birey sunum başarısız olacağına dair kaygılanır ve stres yapar.

2.2.4. Öz-yeterlik Algısını Harekete Geçiren Süreçler

Öz-yeterlik algısı bireyin nasıl davranış ve tutuma sahip olacağını, nasıl hareket edeceğini etkilemektedir. Bandura (1993), öz-yeterlik algısı ile ilgili inançların bireyin işleyiş mekanizmasını bilişsel süreç, motivasyonel süreç, duygusal süreçler, seçim süreci olmak üzere dört süreçle düzenlendiğini ifade etmektedir.

Bilişsel yapılar algının oluşumunu etkilediği gibi öz-yeterlik algısının oluşumunu da etkilemektedir. Öz-yeterlik algısı yüksek olan bireyler zihninde başarı hikâyeleri oluştururlar ve durumlara olumlu bakarlar. Var olan durumda başarılı olmak için yeni teknikler- stratejiler geliştirirler. Öz-yeterlik algısı düşük olan bireyler ise başarısız olma hikâyeleri kurarlar. Yüksek yeterlik algısına sahip kimseler durumları risk olarak almaktan ziyade şans olarak değerlendirmektedirler (Aybay, 2005). Bu durum düşük yeterlik algısına sahip kimselerde tersidir. Bu bağlamda bilişsel süreçler, insanların olayları önceden tahmin etmelerini veya yeni durumlar için yeni stratejiler geliştirmelerini sağlayacaktır (Bandura, 1993).

Bireyin davranışları bilişsel ve motivasyonel süreçlerden etkilenmektedir. Yüksek yetkinlik beklentisine sahip olan bireyler başarısızlıklarını, yetersiz çabaya, stratejileri etkili şekilde kullanmamalarına ve uygun olmayan çevresel şartlara başlarken, düşük yetkinlik beklentisine sahip kişiler ise benzer alandaki başarısızlık durumlarını yeteneksiz olmalarına bağlarlar. Öz-yeterlik algısı sadece karar verme seçeneklerinin oluşturulmasını değil, bütün bunların tamamlanmasını ve gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Amaçların oluşturulmasında ve bireyin kendi performansını değerlendirmesinde yetkinlik beklentisi inancı, motivasyon üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu rol, kısmen, insanların ne gibi hedeflere odaklanacaklarının seçiminde ve zorluklar karşısında ne kadar çaba harcayacakları gibi yetkinlik inancının esaslarını kapsamaktadır (Aybay, 2005).

Öz-yeterlik algısını etkileyen duyuşsal süreçlerin düzenlenmesinde temelde dört olası durum vardır. Bunlar, tehditlerin bilişsel anlamda nasıl işlendiğini belirleme, tehditlerle başa çıkma yöntemlerini güçlendirme, rahatsız edici düşünceleri kontrol ederek yaşantı deneyimi kazanma, hoşa gitmeyen etkin durumları hafifleterek gerçekleştirmedir (Bandura, 1997). Bireyler kendi düşünme süreçlerini yönetecek kapasiteye sahip olmalarından ötürü düşündüklerini düzenleyebilirler. Fakat bazı bireylerin düşüncelerini kontrol edemedikleri ve kendilerini rahatsız olmaktan alıkoyamadıkları görülmektedir. Bireyin düşüncelerini kontrol edebiliyor olması, duygusal durumların iyiliğinin korunmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Yaşanan birçok sıkıntı, bireyin kendi kişisel istekleri ve aşırı derecede zor olan hedefleri yerine getirmek için kendi kendini zorlaması yüzünden yaşanmaktadır (Bandura, 1997). Bandura'nın (1999, s. 183) düşünce kontrolü ile ilgili olarak "Başınızın üzerinde uçan endişe kuşlarının dikkatinizi çekmesini engelleyemezsiniz, ama onların başınıza yuva yapmalarını engelleyebilirsiniz." deyişi önemlidir.

Bireyler çevrelerinin hem ürünü hem üreticisidirler (Bandura, 1997). Yani içinde yer alacakları çevreyi kendi yetkinliklerini dikkate alarak seçerler. Burada öz-yeterlik algıları önemlidir. Çünkü bireyin hayatına yönelik karar almasında etkindir. Burada önemli olan bir husus da yetenekleri konusunda abartılmış bir yetkinlik algısıdır. Böyle bir algıya sahip bireyler altından kalkamayacakları sorumlulukları alır ve başarısız olurlar. Diğer önemli husus ise bireyin kendi yeteneklerini küçümsemesidir ki bu da bireyin kendini sınırlamasına ve var olan gücünü kullanmaktan kaçınmasına sebebiyet verir. En doğrusu, kişinin kendi yeteneklerini az da olsa aşan görevler almasıdır. Bu motivasyon, kişinin yeteneklerini doğru değerlendirmesini sağlar ve başarıyı arttırır (Bandura, 1986).

2.2.5. Öz-yeterlik Algısının Matematik Eğitiminde Yeri

Öz-yeterlik algısı birçok alanda karşılaşılan ve ölçülmek için çaba sarf edilen bir kavramdır. Öz-yeterlik algısı alanında yapılan çalışmalar üç ana kısma ayrılmıştır. Birincisi, öz-yeterlik algısı ile kariyer seçimi, okul başarısı ve dâhilinde fen ve matematik başarısının ilişkisi incelenmiştir. İkinci olarak, öğretmen öz-yeterlikleri üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Üçüncü olarak ise, akademik öz-yeterlik ile motivasyon, performans ve başarı ilişkisi ele alınmıştır. Bu üç tür çalışmanın her biri alan bazında değerlendirilirse matematik eğitiminde hepsine rastlamak mümkündür. Öz-yeterlik algısı ile kariyer seçimine ilişkin Pajers ve Miller (1995) Matematik Öz-yeterlik Algısı Ölçeği'nin alt ölçeklerini kullanarak yaptıkları çalışmada, matematik problemlerini çözme ile ilgili güven ölçeğinin bu problemlerin çözümünde gösterilen performansı, matematik derslerinde başarılı olma ile ilgili güven ölçeğinin ise matematik ağırlıklı alan seçimlerini daha başarılı bir biçimde yordayıcı bulmuşlardır (akt. Aybay, 2005). Yürekli (2008) ise araştırmasında sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik öz yeterlik algılarını ele almış olup tutumları ile ilişkisine bakmıştır. Araştırmasının sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Işıksal ve Çakıroğlu (2006)'da çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarının öğrenim gören üniversite ve üniversite sınıf seviyesine göre anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlik 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-yeterlik algılarına etkisini incelemiş. Bulgularına göre ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı son sınıf öğrencilerinin matematiğe karşı öz yeterlik algıları birinci sınıf öğrencilerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir. Üçüncü sınıf araştırma tipine örnek olarak ise Malpass, O'Neil, Harold ve Hocevar (1999) da yaptıkları araştırma verilebilir. Çalışmalarında, matematik konusunda yetenekli lise öğrencilerinin öz-düzenleme, amaç yönelimi, öz-yeterlik ve matematik başarıları arasındaki yüksek bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir (akt. Üredi ve Üredi, 2005).

2.3. ÇOKLU TEMSİLLER

Bu bölümde öncelikle temsil ve çoklu temsil kavramları ile temsil teorilerinden bazıları açıklanacaktır. Sonrasında çoklu temsilin matematik eğitiminde yerinden bahsedilecek, alanda yapılmış çalışmalara yer verilecektir.

2.3.1. Kavram Olarak Temsil

Piaget (1967, s. 78) dilin bilgi ve soyutlama ifadesi için var olduğunu ifade etmektedir. Janvier (1987) ise doğanın dilinin matematik olduğunu savunmakta ve matematiğin doğa olayları ve diğer bilimler ile ilişkisinin, matematikteki farklı temsillerin kullanımıyla sağlanmakta olduğunu eklemektedir. Çünkü temsiller de matematiğin dilidir (Piaget, 1967, s. 78). Temsil kavramı, en genel anlamıyla, soyut kavram veya sembolleri gerçek dünya içinde somutlaştırma yoluyla modelleme işlemi olarak tanımlanabilir (Kaput, 1998). Bir kavramın veya ilişkinin farklı biçimlerde ifade edilmesi olarak da tanımlanabilen (Hart, 1992) temsil, öğrencilere matematiğe yönelik kavramları kelimelerde sözel, tablolarda sayısal, grafiklerde görsel ve sembollerde cebir temsillerini anlamaya yardımcı olan bir araç olarak da ifade edilebilir (Schneider, 1995). Goldin (2004) temsilleri karakter, işaret, ikon veya nesnelerin düzenlenerek bir durumu simgelemesi veya başka bir şeyi ifade etmesi olarak tanımlamaktadır. Ayrıca, aynı matematiksel kavram ya da problemlerde, temsiller, kendi içerisinde ya da birbirleri ile geçişlerin yapılabildiği durumlarda, problem çözümü için esnek bir araç olarak kullanılabilir (Monaghan, Sun ve Tall, 1994).

Matematiksel fikirlerin üzerinde düşünülmesi ya da bu fikirlerin iletilmesi için fikirlerin bir şekilde temsil edilmesi gerekmektedir. Bu fikirlerin başkalarına iletilmesi için ortak bir dil konuşulmaktadır. Bunun için semboller, resimler ya da nesneler kullanılır. Bu temsil türü dış temsil adını alır. Goldin ve Kaput'a (1996) göre dış temsiller fiziksel olarak somutlaşmış, grafik, denklem ve tablo gibi gözlemlenebilir yapılandırma olarak tanımlamaktadır. Dış temsillere örnek olarak sözel temsil (yazılı kelimeler), grafik temsili (kartezyen düzlem), cebirsel veya sembolik temsil (iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi ifade eden denklemler), resim temsili (diyagramlar ve çizimler) ve çizelge temsili (değer tabloları) verilebilir (Adu-Gyamfi, 1993). Lesh ve Doerr (2003) ise kullandıkları dış temsil modelinde sekiz farklı öğenin bulunduğunu ifade eder. Bunlar; grafik, tablo, denklem, diyagram, tecrübe-temelli metafor, konuşulan dil, somut modeller, yazılı sembollerdir. Dış temsiller gözlemlenebilir, diğer kişilere iletilebilirdirler. Çoklu temsil ise, dış temsillerin özel halidir. En genel anlamıyla matematiğe yönelik bir ilişkinin veya kavramın farklı biçimlerde ifade edilmesi anlamına gelmektedir

(Özgün-Koca, 1998). Bir başka ifade ile çoklu temsil, bir matematiksel kavramın veya ilişkinin değişik biçimlerde ifade edilmesine olanak sağlayan gösterim biçimleridir (Sevimli, 2009).

Bu araştırmada kullanılan çoklu temsil kavramı; grafik, cebir, somut, tablo ve matris dış temsil türlerinin lineer denklem sistemleri soruları çözümünde kullanılması anlamını taşımaktadır (Schultz ve Waters, 2000).

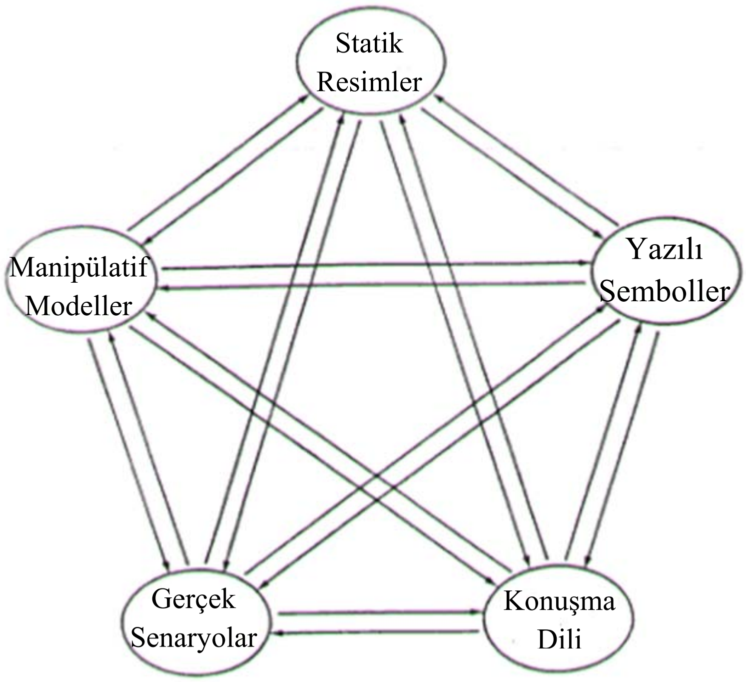
Ayrıca, matematiksel fikir düşünülürken, fikir iç temsil edilmeye ihtiyaç duyar. İç temsiller kişinin etrafında gördüğü, formüle ettiği ve kendi bilgisi çevresinde yapılandırdığı zihinsel şekiller, beynindeki yapı ve bilgiler olarak tanımlanır (Sevimli, 2009). Zihinsel temsiller dışarıdan gözlemlenemezler. Onlar zihindeki bilgi ve yapılardır (Zhang, 1997). Hiebert ve Carpenter (1992) çalışmalarını bilgi ağları (network) üzerine kurmuşlardır. Bu ağlar ile kavramlar arasında oluşturulan iç temsil ilişkilerinin kuvvetlendirilmesi ile bilginin kalıcı hale gelebileceğini belirtmişlerdir. İç temsillere örnek olarak imaj, formel gösterim, güdümsel, buluş yöntemleri (heuristics), duyuşsal temsiller verilebilir (Goldin, 1998).

2.3.2. Temsil Teorileri

Bu bölümde Bruner'in (1966) öğrenme modeline, Lesh, Post ve Behr'in (1987) temsil sistemi modeline, Paivio'nun (1971) İkili Kodlama Teorisine ve "Post-Vygotskian" Bilişsel Temsil Modeline yer verilmiştir.

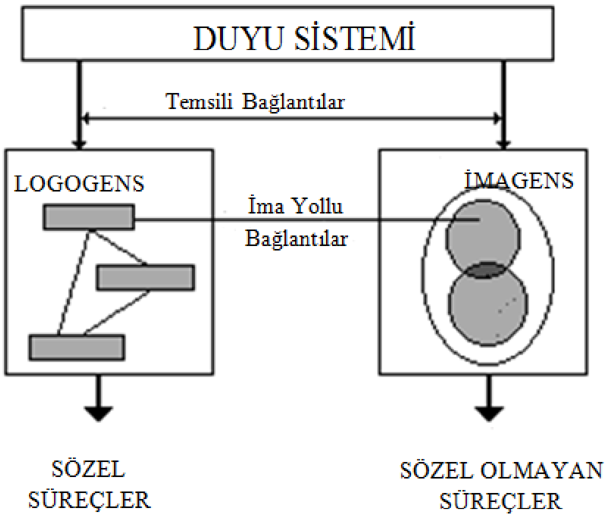
Bruner (1966) dış temsil kavramını matematik eğitiminde ilk kullanan araştırmacılar arasında olup herhangi bir bilginin üç dış temsil türü ile ortaya çıkabileceğini iddia etmiş ve bunları; durağan (En: enactive), görüntüsel (iconic) ve sembolik dış temsiller olarak sıralamıştır. Enaktive temsiller bilginin etki gösterdiği alandaki bir dizi eylemi karakterize eder. İkonik temsiller, etki alanının tüm tanımını içermeksizin imaj ya da grafik özetini içeren şekilli ifadeler anlamına gelir. Son olarak sembolik temsiller, bir takım mantıksal ya da sembolik önerileri kural ve prosedürler içerisinden geri çağırma anlamına gelir (Bruner, 1966; akt. Sevimli, 2009).

Lesh, Post ve Behr (1987), Rasyonel Sayılar Projesi (Rational Number Project) kapsamında temsiller arası farklılıkların önemine dikkat çekmekle birlikte farklı tiplerdeki temsillerin ve aynı temsil modeli içerisindeki dönüşümlerinin önemini de vurgulamışlardır. Bu bağlamda geçiş becerilerini analiz etmek, problem çözme başarılarını belirlemek için "Lesh Dönüşüm Modeli" isimli bir model kullanmışlardır. Çalışmalarında öğrencilerin matematiğe yönelik kavramları anlamaları sürecini; "Öğrenci kavramın içerdiği farklı tür temsilleri mutlaka tanıyabilmeli; kavramın içerdiği temsil içerisinde dönüşümler yapabilme esnekliğine sahip olmalı ve kavramı bir temsil modelinden diğerine dönüştürebilmelidir." şeklindeki kazanımların gerçekleşmesiyle oluşabileceğini vurgulamışlardır. Şekil 5'te temsiller ve birbirlerine olan geçiş yönleri verilmiştir.



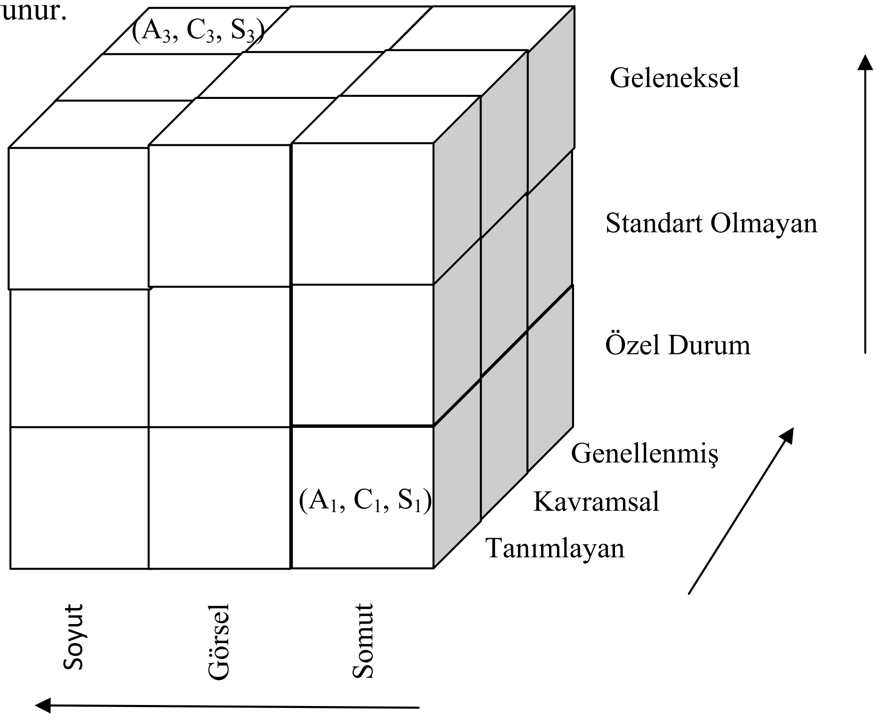
Şekil 5: Lesh Temsil Modeli

Paivio'nun (1971) İkili Kodlama Teorisi iki alt sistemden oluşmaktadır. Sözel sistem doğrudan dille ilgili özelleşmişken, sözel olmayan (imaj) sistem ise dilsel olmayan nesneler ve olaylarla ilgili olarak özelleşmiştir. Sistemlerin "logogen" ve "imagen" denilen iç temsil birimleri iç içedir. Bu birimler hatırlama, manipüle etme, kelimeleri veya nesneleri sadece düşünme ile bile aktif hale gelirler. Bu teoride üç çeşit süreç olduğu belirlenmiştir. 1. Temsili olarak sözel veya sözel olmayan temsillerin doğrudan harekete geçmesi. 2. İma yollu olarak, sözel sistemin sözel olmayan sistem yardımıyla harekete geçmesi. 3. Birleşmeli olarak, temsillerin sözel veya sözel olmayan sistemlerle harekete geçmesi. Verilen göreve göre bu süreçlerden biri veya hepsinin kullanımı gerekebilmektedir. Şekil 6'da Paivio'nun İkili Kodlama Teorisi Modeli verilmektedir.



Şekil 6: Paivio'nun İkili Kodlama Teorisi Modeli

"Post-Vygotskian" Bilişsel Temsil Modeli ise Bruner'in (1966), Lesh vd. (1987) ve Paivio'nun (1971) temsil modellerinden farklı olarak modellere yeni bir boyut katılmasını savunur.



Şekil 7: Post- Vygoskian Bilişsel Temsil Modeli

Bu boyutun anahtar bileşenleri ise soyutlama (temsilin farklı moda görünümü), genelleme (bilişsel talebin farklı seviyelerinin görünümü) ve geleneksel durumdur (özel durum-standart ve iç-dış temsillerin arasındaki ilişkinin görünümü). Bu model Şekil 7'deki gibidir:

Üç boyutlu bilişsel temsil modelinin bileşenleri aşağıda açıklanmaktadır:

- Somuttan soyuta geçişteki temsiller
    - Somut (gerçek nesne, fiziksel model, manipulative) (A1)
    - Görsel (fotoğraf, resim, çizim, taslak, grafik) (A2)
    - Soyut (işaret, sembol, yazı ve konuşma dili) (A3)
- Tanımlamadan Genellemeye geçişteki temsiller
    - Tanımlayan temsiller (C1)
    - Kavramsal Temsiller (C2)
    - Genellenmiş Temsiller (C3)
- Özel bir durumdan geleneksele geçişteki temsille
    - Özel durum temsilleri (S1)
    - Standart olmayan temsiller (S2)
    - Geleneksel temsiller (S3)

Şekilde görüldüğü üzere (A_3, C_3, S_3) seviyesi yüksek düzeyde bilişsel temsile sahip olduğu, (A_1, C_1, S_1) seviyesi ise düşük düzeyde bilişsel temsile sahip olduğu anlamı taşımaktadır. Yüksek seviyede bilişsel temsil, genellemeyi amaçlar, daha dinamiktir, çoklu temsiller arasındaki bağlantıları vurgular. Düşük düzeyde bilişsel temsil somutlamayı amaçlar, daha statiktir, diğer temsillere göre tek tip temsil kullanımını ön plana çıkarır (Tchoshanov, 1998-2001).

2.3.3. Çoklu Temsilin Matematik Eğitimindeki Yeri

Bu başlıkta öncelikle çoklu temsilin matematik eğitimindeki önemine çeşitli çalışmalarla desteklenerek yer verilecek, sonrasında alanla ile ilgili yapılmış çalışma örneklerine değinilecektir.

Çoklu temsil yaklaşımı, bir durumun veya kavramın farklı biçimlerde ifade edilmesine (temsil edilmesine) dayanır (MEB, 2005a). Çoklu temsiller müfredat reformunda yenilenen bir tema olmuştur. NCTM'nin (National Council of Teachers of Mathematics, Amerikan Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi) 2000 yılında yayınladığı standartlar ile 1989 yılında yayınladığı standartlar arasındaki en büyük farklılık öğretimin her kademesinde çoklu temsillerden faydalanılması gerekliliği üzerindeki vurgu olmuştur. Bu bağlamda, öğrencilerin kazanması gereken beceriler şunlardır:

- Temsilleri oluşturarak ve kullanarak matematiksel fikirleri organize etme, kaydetme ve açıklama,
- Problem çözme amacıyla matematiksel temsiller arasında uygun olanını seçme, uygulama ve çeviri yapma,
- Temsilleri kullanarak fiziksel, sosyal ve matematiksel olguları modelleme ve yorumlama.

Benzer hedefler 2005 yılında yenilenen Milli Eğitim Bakanlığı İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programlarında da yer almıştır. İlköğretim müfredatında öğrencilerin bazı becerileri kazanması hedeflenmiştir. Bu becerilerden problem çözme, iletişim, ilişkilendirme ve akıl yürütme becerileri öne çıkanlarıdır. Özellikle ilişkilendirme becerisinde çoklu temsillerin önemi "matematiksel kavram ve kuralları çoklu temsil biçimleriyle gösterme" alt becerisi ile vurgulanmaktadır (MEB, 2005a). Benzer şekilde ortaöğretim müfredatında da ilişkilendirme becerisi altında çoklu temsillerin önemi "matematiksel kavram ve kuralları çoklu temsil biçimleri ile gösterebilme ve bu temsil biçimleri arasında ilişki kurabilme" alt becerisi ile vurgulanmaktadır (MEB, 2005b).

Çoklu gösterimlerin potansiyeli ile ilgili olarak Keller ve Hirsch (1998), kavramların birçok şekilde somutlaştırılmasını sağladığını ve kompleks kavramların farklı yönlerine vurgu yaptığını, bu şekilde öğrencilerin kavramlar arasında bilişsel ilişkilendirmeler yapmasını kolaylaştırdığını ifade etmektedir. Benzer şekilde Adu-Gyamfi (1993) çoklu temsil kullanımının matematiksel ilişkilerin açıklanmasında ve problem çözme sürecinde grafik, tablo, sembol ve sözel açıklama temsilleri arasında ilişki kurmanın matematiksel ilişki ve anlamalarını geliştirmelerine yardımcı olacağını ifade etmektedir. Ayrıca matematik öğretiminde çoklu temsillerin kullanımı problem çözme alanında öğrencileri güçlendireceğini eklemektedir. Kaput

(1998), "*Geleceğin öğrencileri için verilen ilişkiler doğrultusunda bir temsil seçmek ve bu aradaki ilişkilere göre bir temsil oluşturma ya da seçme becerisi, hesaplama becerisinden daha önemli olacaktır.*" şeklindeki ifadesiyle matematik okuryazarlığında temsil kullanma becerisinin önemini dile getirmiştir. Ayrıca birçok eğitimci farklı temsillerin öğrenciye soyut matematik kavramları anlamasında yardımcı bir ortam hazırlayacağını savunmaktadır (Dufour-Janvier, Bednarz ve Belanger, 1987; Goldin, 2004; akt. Delice ve Sevimli, 2010). Bingölbali (2008) çoklu temsillerin kullanıldığı bir öğretimde sözel betimleme, grafik, tablo ve matematiksel sembol gibi değişik temsillerden etkin olarak yararlanıldığını, öğrencilere bu temsiller arası bağlantıları kurma fırsatı sağlandığını ve bu şekilde aynı sınıf içerisinde farklı öğrenme stili ve farklı baskın zeka türlerine (Gardner, 1983 ve 1993) sahip geniş yelpazedeki öğrencilere hitap eden bir öğretimin uygulanmasının uygun olabileceğini ifade etmektedir. Yerushalmy ve Schwartz (1993) ise çoklu temsillerin, öğrencilere daha derin ve zengin anlamalar inşa etme fırsatı verdiğini savunmaktadırlar.

Driscoll (1999) ile çalışmaları ile bu araştırmanın temelini oluşturan Schultz ve Waters (2000) kavramsal anlamanın gelişimi bile birlikte problem çözme becerileri açısından da çoklu temsillerin önemini vurgulamaktadır. Matematiksel problemle meşgul olan biri için, tek bir gösterim problem durumu ile ilgili ona tek bir bakış açısı sağlarken çoklu gösterimler birçok yönden problem durumunu ele alma ve inceleme fırsatı verecektir (Çelik, 2007). McGowan ve Tall (2001) çoklu gösterimlerden yararlanan öğrencilerin, tek bir gösterimle çalışabilen öğrencilere göre alternatif çözüm yöntemleri geliştirme ve uygulamada çok daha başarılı olduğunu ifade ederek bu durumu desteklemektedir. Öğretmenlerden gerçek yaşam durumları ve grafik gösterimler arasında karşılıklı geçiş yapmaları isteyen Hitt (1998) çalışmasının sonucunda çoğu öğretmenin bu geçişleri yapmada başarılı olmadığı ortaya çıkarmıştır. Even (1998) bir gösterim şeklinden diğer bir gösterim şekline geçişteki esneklik ve bilme ve anlamanın çeşitli yönleri arasındaki ilişkilere odaklandığı ve rutin olmayan problemleri kullandığı çalışmasında, öğretmen adaylarının çoklu gösterimler arasında esnek ilişkilendirmeler yapmaları gereken durumlarda çok başarılı olamadıklarını belirtmiştir. Ayrıca, *"Aynı şeyi farklı gösterimlerle tanımlama ve temsil etme, bir gösterimden diğerine geçmede esnek* *olma becerileri zengin ilişkileri görme, daha iyi kavramsal anlamalar geliştirme, daha derin anlamalara sahip olma ve problem çözme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur (s. 105.)"* şeklindeki ifadesiyle çoklu temsil kullanımının problem çözmedeki önemine vurgu yapmıştır.

Çoklu temsil yaklaşımına göre yapılan araştırmalar, dış çoklu temsil türlerinden nümerik, grafik ve cebir temsilleri üzerinde odaklanmış; bu temsillerin kendi içerisinde ve birbirlerine dönüşümlerini etkileyen durumları değerlendirmiştir (Kendal ve Stacey, 2003). Örneğin, öğrencilerin verilen matematik problemlerinde temsil türlerini (grafik, sembolik, tablo) tercihleri ve temsil kullanımına karşı tutumları üzerine çalışan Özgün-Koca (1998) araştırmasının sonucunda, katılımcıların matematik problemlerinin çözümünde farklı temsiller kullanarak birçok yolla çözülebileceğini kabul etmelerine rağmen çoğunun (%71) bir temsil kullanmanın birden çok temsil kullanmaya göre daha kolay olduğunu düşündüklerini belirtmektedir.

SOLO taksonomisine göre matematik öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerini, sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma, çoklu gösterimlerden yararlanma ve genellemeleri formüle etme ana başlıklarında karakterize etmeyi amaçlayan çalışmasında Çelik (2007), çoğu öğretmen adayının sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma, çoklu gösterimlerden yararlanma ve genellemeleri formül etmede ilişkilendirilmiş yapı düşünme seviyesinin altında yer aldığını ifade etmektedir. Bu durumu sahip oldukları bilgi ve becerileri tutarlı bir yapı içerisinde bütünleştiremedikleri anlamına geldiği şeklinde yorumlamıştır.

Delice ve Sevimli (2010) araştırmalarında belirli integral konusunda kullanılan temsiller ile problem çözme başarıları arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Araştırmanın bulgularında ise, öğretmen adaylarının belirli integral problemleri çözme sürecinde çoklu temsil kullanma becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığı, tek temsil baskınlığıyla çözüme ulaşmaya çalışan adayların temsil dönüşüm becerilerinin zayıf, problem çözme başarılarının da düşük düzeyde olduğu yer almıştır.

Lesh ve Doerr (2003) araştırmalarında, farklı problem türlerinde farklı temsil kullanımını desteklerken tek temsil türüne bağlı kalan ya da temsiller arası dönüşüm becerisine sahip olmayan öğrencilerde, kavramsal anlama düzeyinin, yeterli ölçüde gelişemeyebileceğini göstermektedirler.

Akkoç (2005), öğrencilerin çoklu temsillerde (küme eşleme diyagramları, sıralı ikili kümeleri, grafikler ve sembolik gösterimler) fonksiyonu tanımlamak için tanımsal özellikleri nasıl kullandıklarını irdelediği çalışmasında, öğrencilerin çoklu temsillerde fonksiyonlar hakkında düşünürken tanımsal özellikleri kullandıklarını, çoklu gösterimler arasındaki dönüşümleri yapmada da daha başarılı olduklarını ifade etmiştir.

Crammer, Post ve delMas (2000), çoklu temsilleri dikkate alarak Rasyonel Sayılar Projesi kapsamında hazırladıkları öğretim müfredatı ile geleneksel öğretim müfredatı başarıları arasındaki ilişkiye bakmayı amaçlayan araştırmaları sonucunda, çalışmaya katılan Rasyonel Sayılar Projesi öğrencilerinin son test sonuçları geleneksel öğretime tabi tutulan öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonuçlanmıştır.

2.4. LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÖĞRETİMİ VE ÖĞRENİMİ

Bu bölümde lineer denklem sistemlerinin öğretimi ve öğrenimi üzerine durulacak, konu ile ilgili yapılmış sınırlı sayıdaki çalışmalara yer verilecektir.

Lineer denklem sistemlerinin (LDS) öğrenimi ve öğretimi, bu süreçte karşılaşılan güçlükler dünya çapında birçok araştırmanın odak noktası olmuştur. Bu araştırmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Öğrencilerin var olan bilgilerinin üzerine yenileri nasıl inşa ettiklerini genelleme kavramı bağlamında ele alan Harel ve Tall (1989) lineer denklem sistemleri konusunu baz almıştır. Araştırmalarında verdikleri örnek şöyledir: A, B ve C olarak adlandırılan öğrenciler bir bilinmeyenli lineer denklemleri nasıl çözeceklerini biliyorlar. Öğrenci A, çözüm süreci hakkında ilişkisel anlamaya (Skemp, 1976) sahiptir. Yani, denklemin her iki tarafına aynı ifade eklenirse veya denklemin her iki tarafı sıfır olmayan bir sabit sayı ile çarpılırsa çözüm kümesi değişmeyeceğini biliyor. Öğrenci B ve C, sadece işlemsel anlamaya (Skemp, 1976) sahiptir. Yani, " denklemin her iki tarafına da aynı işlemleri yap", *"x*'li ifadeleri bir tarafta topla, sayıları diğer tarafta topla", " taraf değişirse işaret de değişir", "benzer terimleri bir tarafa topla" gibi kurallar biliyorlar. Öğrencilerin hepsi, bilgilerini iki bilinmeyenli lineer denklem sistemlerine genelleştiriyorlar: *x yok edilip yalnız y'yi içeren bir bilinmeyenli bir denklem elde edilir ve çözülür. Bulunan sayı denklemlerden birinde yerine koyularak x'in değeri bulunur.* Öğrenci A, denklem çözümleriyle ilgili şemasını zenginleştirip genişletirken, Öğrenci B ve C, "*x'i yok edip y'yi bul, y'yi yok edip x'i bul*" gibi birbirinden bağımsız olan kural listelerine yenilerini eklemişlerdir. Sonra bu öğrencilere 2x2 boyutundan 3x3 boyutuna sonrasında da mxn boyutuna geçiş yapılıyor ve daha genel olarak, katsayılar matrisi üzerinde satır işlemleri uygulanmaya başlanılıyor. Sonuçta, öğrenci A sürecin temelini anlıyor ve daha önce gördüğü bir ve iki bilinmeyenli denklem sistemlerini yeni öğrendiği denklem sistemlerinin basit hali olarak değerlendirip şemasını zenginleştiriyor ve genişletiyor. Öğrenci B ve C bu aşamada birbirlerinden farklılaşıyorlar. Öğrenci B, çözüm sürecinin anlamını yeni kavramaya başlıyor ve 2x2 durumunda öğrendiği eski yöntemlerin mxn durumunda öğrendiği yeni yönteminin özel bir durumu olduğunu algılatacak yeni bir bilişsel yapı kurmaya çalışıyor. Öğrenci C ise B'nin aksine, m bilinmeyenli n denklemi çözmek için listesine yeni kurallar eklemiştir.

Trigueros, Oktaç ve Manzanero (2007), APOS teorisi odaklı yapılan lineer cebir dersini alan 6 öğrencinin kursun başındaki ve sonundaki güçlüklerini, akıl yürütme örüntülerini, ve şemalarını değerlendirmek amacıyla yapılan görüşmeleri kapsamaktadır. Sonuçlar göstermiştir ki öğrencilerin lineer denklem sistemleri başarısı onların değişken için şemalarına bağlıdır ve bu durum lineer denklem sistemlerini anlamlandırmaları için ön-koşul olarak sayılabilir. Ayrıca APOS odaklı dersler öğrencilerin lineer denklem sistemleri şemalarını değerlendirmelerine yardımcı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Cutz (2005, akt. Oktaç, 2008) lise ve üniversite düzeyinde iki bilinmeyenli üç denklemden oluşan denklem sistemleri hakkında yaptıkları araştırmada öğrencilere çeşitli şekiller gösterip çözüm kümesini belirlemelerini istemiş, bunun için görüşmeler yapmıştır. Görüşülen öğrencilerin, genellikler üç denklemden oluşan iki bilinmeyenli sistemlerin geometrik olarak temsiline alışkın olmadıkları sonucuna varılmıştır. Çünkü okullarda öğrencilere öncelikle iki bilinmeyenli iki denklem öğretilmekte ve sonrasında zaman kalırsa üç bilinmeyenli üç denklem öğretilmektedir. İki bilinmeyenli üç denklem sisteminin sorgulanması ise öğrencilerin genelleme yapabilirlikleri ilgilidir.

Benzer bir çalışma da Ramírez (2005, akt. Oktaç) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada eş değer iki denklemden oluşan sistem verilmiş ve bu sistemin çözüm kümesi üzerinde durulmuştur. Araştırmanın sonucunda, ortaöğretim müfredatlarında bu tür sistemlere yer verilmeyip tek çözümlü sistemler üzerinde durulması nedeniyle öğrencilerde kafa karışıklığı yaratmış ve çoğunun "çözüm yoktur" sonucuna ulaşmasına neden olmuştur.

Häggström (2006), lineer denklem sistemlerini matematiksel içeriğin işlenişi bakımından ele almış ve öğrencilerin öğrenip öğrenmemesinin söz konusu içeriğin hangi özelliklerinin onun deneyimine sunulduğuna bağlı olduğu hipotezinden yola çıkmıştır. Bu bağlamda, Hong Kong, Şangay ve İsveç'te seçilen üç sınıfı ziyaret ederek birinci dereceden iki bilinmeyenli iki denklem sistemlerinin öğretilmesi üzerine gözlem yapmışlardır. Hong Kong'taki matematik dersi bir grup tavşan ve tavuğun verilen bazı ipuçlarından yararlanarak ayaklarının sayılarının bulunduğu bir problem ortamı içerisinde açılmış ve devam etmiştir. Bu şekilde problemin kendisi değişmeyen öğe olarak tutulmuş, problemin gösterimleri ve çözüm yolları ise değişebilen öğeler olarak sunulmuşlardır. Şangay'daki öğretmen ise birçok iki bilinmeyenli iki denklem sistemi örnekleri aracılığıyla doğrusallığı değişken olarak kullanmış, böylece öğrencilerin 'doğrusal' kavramının tanımını onu başka ilgili kavramlardan (örneğin ikinci dereceden olmak) ayırabilecek şekilde öğrenmelerini hedef almıştır. Gözlemi yapılan diğer iki sınıftan farklı olarak, Şangay'da öğretilmek istenen kavram sadece olumlu değil, aykırı örnekler aracılığıyla da tanımlanarak öğrencilerin diğer kavramlarla karşılaştırma yapmalarına ve böylece doğrusallığı belirleyen niteliklere dikkatlerini yöneltmelerine imkan sağlanmıştır. Bu arada İsveç'teki sınıfta bazı koşullar verilerek iki sayının denklemler kurularak bulunması istenmiş, aynı tip bir problem çerçevesinde koşullar değiştirilerek çözüm kümesinin eleman sayısının değişmesi sağlanmıştır. Bu araştırmada öğrenciler bilişsel olarak gözlemlenmemişlerdir ama bu üç değişik deneyimden geçen öğrencilerin akıllarında kalan bilgilerin de değişik niteliklere sahip olacağı söylenebilir (Oktaç, 2008).

Erbaş ve arkadaşları (2009) çalışmalarında, lise birinci sınıf öğrencilerinin basit doğrusal denklemleri çözmede karşılaştıkları güçlüklerini, ortak hatalarını ve olası kavram yanılgılarını betimlemeye çalışmışlardır. Bunlar belirlenen yanlış kurallamalar ve yanılgılar çerçevesinde kategorilere ayrılmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, düşük başarı seviyesindeki öğrencilerin yanlışlarının, daha çok yanlış kurallamalar odaklı, orta ve yüksek başarı seviyesindeki öğrencilerin yanlışlarının ise daha çok aritmetik veya işlemsel olduğu gözlemlenmiştir.

2.4.1. Lineer Denklem Sistemleri ve Çoklu Temsil

NCTM (2000) standartlarına göre okul öncesinden başlayarak matematik öğretiminin her kademesinde gösterimlerin kullanımına yer verilmelidir. Mallet'e (2007) göre çözüm kümeleri sonsuz olan veya parametreye bağlı olan denklem sistemleri bazı öğrencilere anlamlı gelmemektedir. Öğrencilerin çoğu çözüm kümesi tek bir nokta olan denklem sistemlerine alışkındır veya parametreye bağlı olan çözüm kümelerini tek bir nokta olarak değerlendirirler. Bazı öğrenciler ise genişletilmiş matrisin görünüşünden ötürü çözüm olmadığı sonucuna varırlar. Mallet bu güçlüklerle başa çıkılabilmesi için çoklu temsillerden yararlanmanın gerekli olduğunu savunur. Araştırmasında BCS (Bilgisayar Cebir Sistemi) aracılığı ile öğrencilere geometrik gösterimleri sunar, öğrencilerin bunları incelemesini sağlar, diğer taraftan da cebirsel gösterimden yararlanır. Bunun için öğrencilere etkinlik önerir. Bu etkinlikte verdiği denklemleri değişen değişkenlere göre aldıkları değerleri yazabilecekleri tablo temsilini kullanmasını ister. Bu yaklaşımlarla öğrencilerin sonsuz çözüme sahip olduğu denklem sistemlerini anlaması kolaylaştığı sonucuna varır.

Lindler (2002) araştırmasında MuPAD BCS kullanarak, hazırladığı etkinlikte öğrencilere verdiği denklemde her bir satır işlemi yaptıktan sonra oluşan yeni denklem sisteminin geometrik temsillerini göstermenin ve öğrencilerin ekranda gördüklerini tartışmalarının önemini vurgulamıştır.

Öğrencilerin cebirsel ve geometrik gösterimler arasındaki bağlantı yapıp yapmadıklarını incelemek isteyen Stewart ve Thomas (2004) üç bilinmeyenli iki denklem sisteminin çözüm kümesinin geometrik olarak neyi temsil ettiğini sorguladıkları bir soruyu öğrencilere yöneltmiştir. Öğrencilerden sadece %11'i doğru cevap verirken, %35'i bu soruyu yanıtlamamıştır. Çoğunluğu ise elemanter satır işlemleri uygulayarak yeni iki denklem elde etmiş fakat çözüm kümesi olarak bir doğrunun varlığından bahsetmemişlerdir. Bu araştırmacılar öğrencilerin hesaplama işlemlerinde fazla güçlük çekmeseler bile kavramları anlamayı gerektiren sorular karşısında başarısızlığa düştüklerini gözlemlemişlerdir.

Schultz ve Waters (2000) ise lineer denklem sistemlerinin çözümünde kullanılabilecek beş gösterim vasıtası ile bu konunun öğrencilere sunulabileceğini önermekte ve çoklu temsillerin kavramsal anlamayı geliştireceğini ifade etmektedir. Çalışmasında, temsilleri, ortaöğretim düzeyinde iki bilinmeyenli iki denklem sistemi üzerinde göstermektedir. Örnek olarak aşağıdaki denklem sistemi verilmiştir.

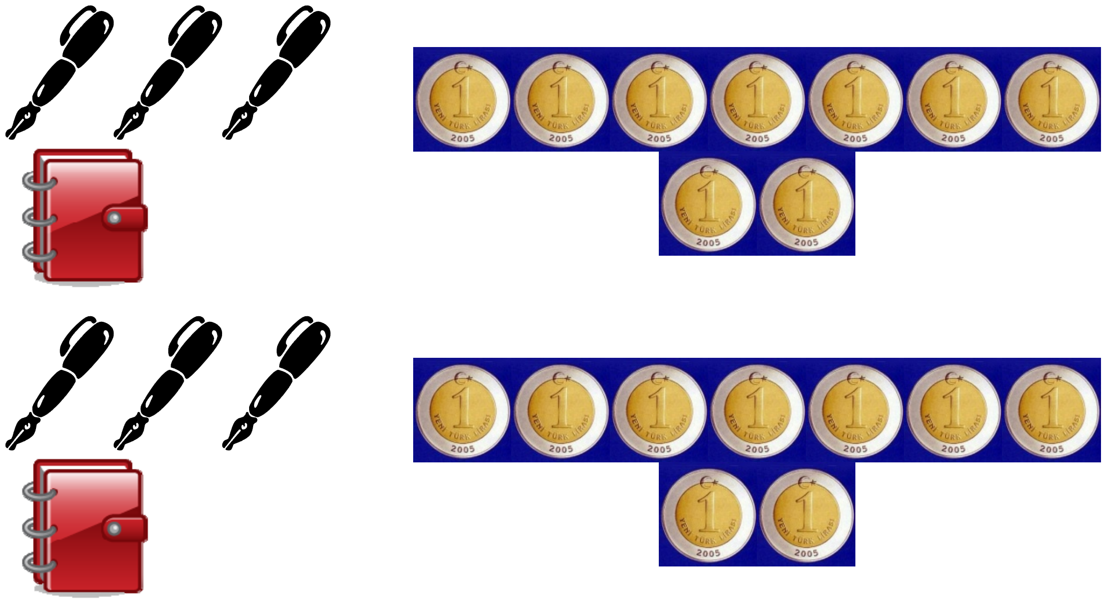
$$3x + y = 9$$
$$x + 2y = 8$$

2.4.1.1. Somut Temsil: Kalem, defter gibi somut materyaller, "Üç kalem ve bir defter 9 TL ediyor. Bir kalem ve iki defter 8 TL ediyor. Her birinin ne kadar ettiğini bulun." denklem sistemlerinin çözümünde kullanılabilir. "Üç kalem ve bir defter 9 TL ediyor." Bilgisi Şekil 8'deki gibi, "Bir kalem ve iki defter 8 TL ediyor." Bilgisi Şekil 9'deki gibi gösterilebilir.

Şekil 8: Birinci denklemin somut temsili

Şekil 9: İkinci denklemin somut temsili

Bu iki durumun birlikte değerlendirilmesi ile denklem sistemi kurulur. İlk şeklin belirlediği durumun iki katı Şekil 10'daki gibidir:



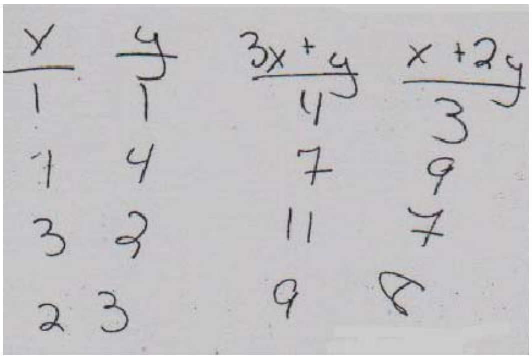
Şekil 10: İlk denklemin iki katının somut temsili

Sonrasında Şekil 10'dan Şekil 9 çıkartılarak Şekil 11 elde edilir.

Şekil 11: Birinci denklemin iki katının ikinci denklemden farkının somut temsili

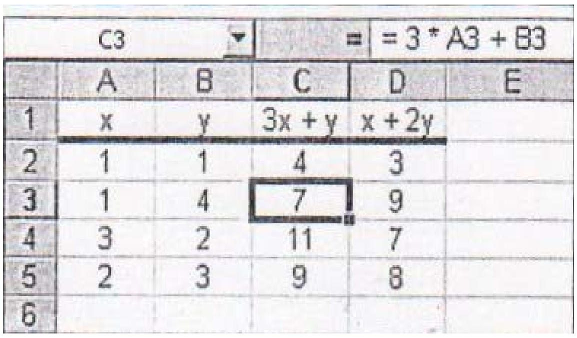
Buradan hareketle 5 kalem 10 YTL ediyorsa, bir kalemin 2 YTL ettiği ve kalemin 2 YTL olduğu denklemlerden birinde yerine yazılırsa defterin de 3 YTL ettiği bulunmuş olunur.

2.4.1.2. Tablo Temsili: Tablo temsili, öğrencilerin deneme-yanılma yoluyla bilinmeyenlere değer vererek sonuca ulaşabilmelerini sağlar. Kağıt-kalem ile bu temsil kullanılabileceği gibi bilgisayar desteği ile de kullanılabilir. Tablo temsili ile çözüm yapma kağıt kalem çalışması ile Şekil 12'de, bilgisayar ortamındaki formuna ise Şekil 13'te yer verilmiştir.



x	y	3x + y	x + 2y
1	1	4	3
1	4	7	9
3	2	11	7
2	3	9	8

Şekil 12: Denklem sisteminin çözüm kümesinin el ile tablo temsili



C3 = 3 * A3 + B3

	A	B	C	D	E
1	x	y	3x + y	x + 2y	
2	1	1	4	3	
3	1	4	7	9	
4	3	2	11	7	
5	2	3	9	8	
6					

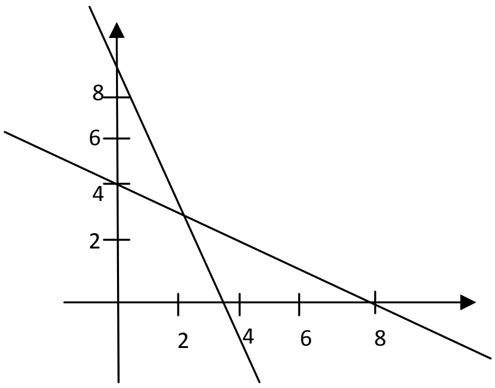
Şekil 13: Denklem sisteminin çözüm kümesinin bilgisayarla tablo temsili

2.4.1.3. Grafik Temsili: Öğrencilerin, doğruların ya da düzlemlerin birbirlerine göre durumları hakkında fikir sahibi olmalarını kolaylaştırır. Tablo temsilinde olduğu gibi, kağıt-kalem ile bu temsil kullanılabileceği gibi bilgisayar desteği ile de kullanılabilir. Verilen denklemler düzenlenirse,

$$y_1 = 9 - 3x$$

$$y_2 = 4 - \frac{1}{2}x$$

Doğru denklemlerini grafik çizen bir programa girilirse, aşağıdaki gibi bir şekil elde edilir (Şekil 14).



Şekil 14: Denklem sisteminin çözüm kümesinin grafik temsili

2.4.1.4. Cebir Temsili: Cebir temsilinde yok etme, yerine koyma yöntemlerinden faydalanılarak çözüm bulunabilir. Schultz ve Waters yok etme yöntemini kullanarak çözüme ulaşmışlardır (Şekil 15).

$$\left.\begin{array}{r} 3x + y = 9 \\ x + 2y = 8 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{r} 6x + 2y = 18 \\ x + 2y = 8 \\ \hline 5x \quad = 10 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x = 2 \\ y = 3. \end{array}$$

Şekil 15: Denklem sisteminin cebir temsili ile gösterilmesi

2.4.1.5. Matris Temsili: Bu gösterimde önce katsayılar matrisi veya genişletilmiş matris aracılığı ile denklem yeniden yazılır, sonra da kâğıt kalem ya da BCS yardımıyla çözüme kavuşulur (Şekil 16).

$$\begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 8 \end{bmatrix} \text{ veya } \left[\begin{array}{cc:c} 3 & 1 & 9 \\ 1 & 2 & 8 \end{array}\right]$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix} 9 \\ 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Şekil 16: Denklem sisteminin ve çözümün matris temsili ile gösterilmesi

Ayrıca araştırmalarında, hangi gösterimin en çok kavramsal anlamayı desteklediği, hangi gösterimin yüksek seviyede matematik için genelleştirilebileceği, hangi gösterimin yaklaşık çözüm bulmak için en uygun olduğu, hangi gösterimin kesin çözüm bulmak için en uygun olduğu, hangi gösterimin verilen bir teknoloji tipine en uygun olduğu, hangi gösterim öğrencilerin öğrenme stiline ve rahatlık düzeyine en uygun olduğu sorularına cevap aranmıştır.

2.4.2. Lineer Denklem Sistemleri ve Öz-yeterlik Algısı

Öz-yeterlik algısı ile yapılan çalışmaların çoğunda bu değişkenin ölçülmesi amaçlanmıştır. Matematik alanında yapılan çalışmalarda ise öz-yeterliliğin genel anlamda duyuşsal boyutları dikkate alınarak ölçekler geliştirilmiş veya uyarlanmaya çalışılmış; bu kavramı ölçmek hedeflenmiştir. Cantürk- Günhan ve Başer (2007) birlikte yürüttükleri çalışmada geometriye yönelik öz-yeterlik ölçeği geliştirmişlerdir. Bir başka çalışmada Umay (2002), matematiğe karşı öz-yeterlik ölçeği geliştirmiştir. Finney ve Schraw (2003) ise çalışmalarında öz-yeterliğin bilişsel boyutuna ağırlık vererek geliştirdikleri ölçek istatistik ve onun temel kavramları üzerinedir. Finney ve Schraw (ibid) çalışmalarında öz-yeterlik çalışan araştırmacılar için sadece performansın önemli olmadığı aynı zamanda yeterlik algısının da önemli olduğunu vurgularlar. Öz-yeterliğin performans, çaba, sebat, azim ve gelecek hakkında iyi bir öngörü olduğunu ifade etmektedirler. Konuya özgü ölçek kullanmak yerine genel öz-yeterlik ölçeği kullanılmasının en azından kendi alanları için başarısızlıkla neticelendiğini belirtmektedirler. Ayrıca araştırmacılara göre, öz-yeterlik konuya özgü olmalıdır. Konuya özgü yargıların performans öngörüsü daha fazladır. Bu yüzden öz-yeterlik yargıları birbirinden bağımsız incelendiğinden beri öz-yeterliğin genel olarak ölçülmesinden kaçınılmalıdır. Bu da tüm öz-yeterlik araçları mikro düzeyde görevlerin performanslarını tahmin etme için yazılmalı anlamına gelmemelidir. Öz-yeterlik incelendiği bağlamın özel olma durumuna göre değerlendirilmelidir. Bu bağlamda bu araştırmada, lineer denklem sistemleri konusu gibi özelleştirilmiş bir konuda öz-yeterlik algısını ölçmek hedeflenmiştir.

BÖLÜM III
YÖNTEM

Bilimsel araştırmalar, verilerin planlı ve sistemli bir şekilde toplanarak, analiz edilmesi ve yorumlanmasıyla problemlerin güvenilir çözümlerine ulaşma süreci olarak ifade edilebilir (Mouly, 1978). Bu çözümlere ulaşma sürecinin belirli basamakları vardır (Bailey, 1978). Bu sürecin en önemli basamaklarından bir olan yöntem (metodoloji) yürütülen araştırmaya yön veren, araştırmanın niçin ve nasıl yapılacağını gösteren felsefi ve pratiksel açıklamalar, destekleyiciler ve süreçler olarak tanımlanır (Ekiz, 2003). Hollinger'in (1994) ifadesi ile yöntem, doğruya giden yoldur. Aynı zamanda yöntem metot ve tekniklerin kullanılmasının nedenlerini ve bunların araştırılan konuya uygunluğunu açıklamayı da içerir (Ekiz, 2003) ve araştırma problemine göre değişkenlik gösterir. Doğa bilimlerinde araştırma sorularının cevapları "bilimsel metodlar" ile aranmaya çalışılmakta ama sosyal bilimlerde bu şekilde kesin bir yöntem bulunmamaktadır (Kandlbinder, 2003).

Guba ve Lincoln (1994, s. 105) araştırma yöntemine ve tekniklerine karar vermeden önce, araştırmacıya rehberlik eden dünya görüşü ya da temel inanç sistemi olarak tanımlanan paradigmanın belirlenmesi gerekliliğini tartışmışlardır. Bilimsel anlamda ilk olarak Thomas Kuhn paradigma kavramı bilim topluluğunun çalışmalarında örnek aldığı model, yine bilim topluluğunun paylaştığı bütün değerler ve alışkanlıklardır. Bu bölümde bu çalışmanın hangi paradigmayı neden izlediği, hangi araştırma yöntemlerinin neden kullanılacağı ve araştırmanın cevap aradığı sorular bakımından neyi amaçladığı konuları tartışılarak, araştırmanın doğası, kullanılan yöntem ve teknikler anlatılacaktır.

3.1. ARAŞTIRMA MODELİ

3.1.1. Araştırmanın Paradigması

Sosyal bilimlerde ve eğitim araştırmalarında kullanılan yöntemlere bakıldığında temelde nitel (yorumlayıcı) ve nicel (pozitivist, görgül, ampirik) olmak üzere iki yaklaşımdan bahsedilmektedir. Nicel araştırmaların temel çalışma prensibi, elde edilen bulguların bir şekilde sayısal değerlerle ifade edilmesi ve ölçülebilmesidir (Ekiz, 2003). Nicel araştırmalarda, özel ifadelerden genel ifadelere gidişin objektif ve deneyimlerden bağımsız olarak gerçekleşmesi veya bir ifadenin doğru olup olmadığının test edilmesi söz konusudur. Nitel araştırmalar ise sosyal gerçekliğin, bir ölçüde de olsa, kişisel yorumlarla oluştuğu varsayılmaktadır (Kırcaali-İftar, 1999). Nitel araştırma, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik bir süreç olarak tanımlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 39; Lodico, Spaulding ve Voegtle, 2006, s. 264). Nitel araştırma yöntemleri; karmaşık, değişken, tartışmalı –birçok yöntem ve araştırma uygulamalarının olduğu- bir alandır (Punch, 2005). Bu yaklaşımda amaç bir durumu aydınlatmak ve olaylar arası ilişkileri ortaya çıkarmaktır (Çepni, 2007). Üzerinde çalışılan bir olgu ya da olay ancak araştırmacının bakış açısıyla bir bağlamda yorumlanabilir (Altunışık vd., 2004, s. 5). Herhangi bir yöntemin diğerine tercih edilmesi birbirlerine olan üstünlükten ziyade araştırmanın doğası ile ilgilidir. Araştırmacı, nitel veya nicel veriler arasından seçim yapma yapaylığından kurtulmalı, her birinin değerli taraflarını kullanarak birleştirmelidir. Önemli olan hangi durum ve koşullarda hangisinin kabul edilmesi gerektiğidir (Kendall, 1963; akt. Yılmaz, 2008). Ancak son yıllarda nicel yaklaşımlar sürekli değişim halinde olan insan davranışları ve sosyal olguları açıklamakta yetersiz kalmasından dolayı nitel yaklaşımların önemi ve kullanımı artmıştır. Yine de yapılan birçok çalışmada elde edilen verilerin kalitesini ve güvenilirliğini artırmaya yönelik olarak nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bu çalışmada, nitel yaklaşımın sosyal olguları derinlemesine incelemesi yönünden nicel araştırmalara göre eğitim araştırmalarının doğasına daha uygun olduğunun düşünülmesi ve bu yaklaşımın temel faydaları ve özellikleri dikkate alındığında nitel yaklaşım ağırlıkta olmak üzere nitel ve nicel yöntemlerden yararlanılmıştır.

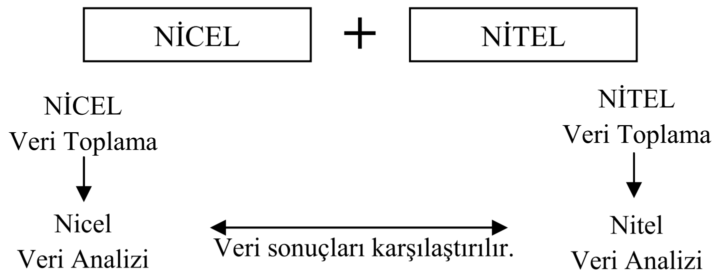
Araştırmanın cevaplamaya çalıştığı sorular ve amaçları bakımından, Robson (1993, s. 39) sosyal araştırmaları keşfedici (exploratory), betimleyici (descriptive) ve açıklayıcı (explanatory) olmak üzere üç kısma ayırmaktadır. Keşfedici araştırmada gerçekten ne olup bittiğini ve üzerinde çalışılan fenomen hakkında yeni ve derinlemesine bilgiler bulunmaya çalışılmaktadır. Betimsel çalışmalar ise üzerinde çalışılan bir fenomenin bütün yönleriyle betimlenmesidir. Açıklayıcı çalışmalarda ise çalışılan bir fenomenin değişkenleriyle ve değişkenler arasındaki iliksileriyle derinlemesine incelenmesidir. Robson'a göre bir araştırmanın yukarıda bahsedilen amaçlardan bir tanesi odak noktada olmak üzere birden fazla amaç içerebilmelidir.

Araştırmanın amaçları ve araştırma soruları göz önünde bulundurulduğunda matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerini çözme süreçlerini ortaya koyması bakımından betimsel ve lineer denklem sistemlerini çözme performansları ile öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkiyi ortaya koyması bakımından açıklayıcı nitelikler taşımaktadır.

3.1.2. Araştırmanın Metodu

Bu araştırmada, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerini çözme süreçleri üzerine odaklanılıp, süreçte yanılgıları, temsiller arası geçişleri incelenmiştir. Ayrıca matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi çözme performansları ile lineer denklem sistemi çözme öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bundan dolayı "lineer denklem sistemi çözme süreçleri", "lineer denklem sistemi çözme performansları" ve "lineer denklem sistemi çözme öz-yeterlik algıları" nitel ve nicel veri toplama araçlarının birlikte kullanımına olanak vermiştir. Bu bağlamda, araştırmada birden fazla nitel ve nicel veri toplama aracının kullanılması nedeni ile araştırma metodu olarak "çoklu-metod"un kullanılması uygun görülmüştür.

Çoklu-metod (multiple method) araştırmaları, temelde nitel ve nicel yöntemlerin birleştirilmesi olarak tanımlanır (Punch, 1995). Bu birleştirmenin en genel nedenleri iki yaklaşımın güçlü yanlarından faydalanmak ve zayıf yanlarını telafi etmektir. Bu tanımda "birleştirme" kavramı öne çıkmaktadır. Bu kavram bir yaklaşımı diğerine eklemek, iki yaklaşımı birlikte dokumak, bütünleştirmek ve bağlantılandırmak olarak ifade edilebilir. Bu ifadelerdeki farklılıklardan yola çıkarak iki yaklaşımın birleştirilmesinde farklı modellerden bahsetmek mümkündür. Çoklu yöntem terimine ek olarak, nicel ve nitel yaklaşımların fraklı biçimlerde birleştirilmesini tanımlamak için "karma yöntem" (mixed method) terimi de kullanılır. Robson (1993, s. 290) araştırmada birden fazla metodun kullanılmasının daha çok zaman alacak olmasına rağmen kesinliğe yakın cevap alma, cevapların birbirini denetlemesi, belirsizlik ve yanıltıcılıkların azaltılması gibi önemli avantajları olduğunu belirtir. Bryman (2008) iki yaklaşımının birleştirilmesi ile yaptığı derinlemesine çalışmasında nicel ve nitel yaklaşımların birlikte kullanıldığında birinin diğerini kolaylaştıracağını, farklı türden bulguların birbirlerini denetleyeceğini, makro ve mikro düzeyler arasındaki ilişkinin kurulacağını ifade etmiştir. Miles ve Huberman (1994), bu iki yaklaşımın birleştirilmesini dört genel tasarım olarak açıklar. İlk tasarımda veri toplama, her iki veri türü, bütünleştirilerek toplanmaktadır. İkincisinde, süre giden bir alan araştırmasıyla paralel olarak çoklu alan taraması yürütülür. Üçüncü ve dördüncü tasarımda, iki yöntemin sırasıyla birbirlerini izlemesi söz konusudur. Creswell ve arkadaşları (2003) ise iki yaklaşımının birleştirilmesini ilk olarak sıralı (sequential) ve eş zamanlı (concurrent) olmak üzere iki sınıfta inceler. Sıralı tasarımlar, bünyesinde keşfedici (exploratory) , açıklayıcı (explanatory) ve dönüştürücü (transoformative) tasarım olarak kategorize edilmiştir. Keşfedici tasarımda nitel veri toplanır ve analiz edilir, sonra nicel veri toplanır ve analiz edilir, tüm analizler birlikte yorumlanır. Nitel veri daha ön plandadır. Açıklayıcı tasarımda nicel veri toplanır ve analiz edilir, sonra nicel veri toplanır ve analiz edilir, tüm analizler birlikte yorumlanır. Nicel veri daha ön plandadır. Dönüştürücü tasarımda, hangi yaklaşım önce kullanılıyorsa diğeri onu takip eder ve önce kullanılan baskındır. Bu tasarım diğer sıralı tasarımların güçlü ve zayıf yanlarını ortaya koyar. Eş zamanlı tasarımlar ise bünyesinde, çeşitleme (triangulation), iç içe (nested) ve dönüştürücü tasarım olarak kategorize edilmiştir. Çeşitleme tasarımında, nitel ve nicel veri eş zamanlı toplanır ve analiz edilir, analiz sonuçlarının benzerlikleri karşılaştırılır (Şekil 17). Nitel ve nicel veriler eşit önem taşımaktadırlar (Lodico, Spaulding ve Voegtle, 2006, s. 286).



Şekil 17: Çeşitleme çoklu yöntem tasarımı.

İç içe tasarımda nitel ve nicel veri birlikte toplanır ve analiz edilir, fakat yaklaşımların ağırlıkları eşit değildir. Dönüştürücü tasarımda ise nicel ve nitel veri eş zamanlı toplanır ve yaklaşımlar eşit önem taşımaya da bilirler. Bu çalışmada ise, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi çözme süreçleri ve öz-yeterlik algıları üzerine odaklanıldığından nitel ve nicel veri eş zamanlı toplanmış, performansları ve öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkilere bakılmış, bulgular karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda araştırmanın doğası gereği araştırma deseninin "çeşitleme çoklu yöntem tasarımı" olması tercih edilmiştir

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Evren ve örneklem kavramları nicel araştırmalarda kullanılan kavramlardır. Örneklem, evreni temsil etme gücüne sahip sınırlı sayıda birey, olay ve olguyu araştırma kapsamına dâhil etmek için pratik bir çözümdür (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 101). Daha çok sayıda birey, olay veya olguyu içeren evren, belirli yöntemlerle örneklem denilen küçük ve çalışılabilir bir büyüklüğe indirgenir. Burada bulunan sonuçlar yine tersi bir süreçle evrene genellenir. Nitel araştırmalarda ise amaç genelleme olmadığı için indirgemeci değildir; yani olguları önce parçalara ayırıp çalışarak bulunan sonuçları evrene genelleme amacı yoktur. Bu anlamda nitel araştırma geleneği içinde olan bazı disiplinlerde araştırmacılar, genellikle evrenin bütünü ile çalışırlar, örnekleme gibi bir yönteme başvurmazlar. Bu bağlamda, nitel araştırmalarda "evren ve örneklem" kavramlarının yerini "katılımcılar" veya "çalışma grubu" almaktadır. Bu kısımda okuyucu açısından bir kavram karmaşası oluşturmaması açısından "evren ve örneklem" kavramları yerine nitel araştırmalardaki "çalışma grubu" kullanılmıştır.

Cohen, Manion ve Morrison (2000, s. 92) sadece bir araştırmanın paradigmasını ve araştırma yöntemini belirlemek değil, örneklemini tayin etme stratejisinin de önemli olduğunu vurgular. Bu nedenle çalışmanın kalitesini artıracak ve çalışmanın doğasına uygun bir örnekleme yöntemiyle örneklem seçimi yapılmalı ve büyüklüğüne karar verilmelidir. Olasılık temelli örnekleme yöntemleri (seçkisiz, sistematik, tabaka ve küme) nicel araştırmalarda daha çok genelleme yapabilmek için kullanılan yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s.106.). Amaca yönelik örnekleme ise, katılımcıların araştırma soruları kapsamındaki bilgi birikimleri ve özellikleri dikkate alınarak seçilmesidir (Lodico, Spaulding ve Voegtle, 2006). Patton'a (1990) göre olasılık temelli örnekleme yöntemleri evrenin temsiliyetini sağlayarak geçerli genellemeler yapılabilmesi için imkân sağlarken, amaçlı örnekleme, zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak vermektedir. Bu açıdan bakıldığında amaçlı örnekleme yöntemi, pek çok durumda olgu ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında faydalı olur (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s.107). Amaca göre örnekleme pek çok farklı ölçüte göre yapılabilir. Patton (1990) 15, Miles ve Huberman (1994) 17 farklı amaca yönelik örnekleme tekniği tanımlamışlardır. Bu tekniklerden biri olan kolay ulaşılabilir durum örneklemesi, araştırmacı için kolay olan katılımcıların seçilmesi olarak tanımlanabilir (Mason, 1996). Bu örnekleme yöntemi, araştırmaya hız ve pratiklik kazandırır, göreli olarak daha az maliyetlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 113).

Bu çalışma nitel bir çalışma olduğundan amaç genelleme yapmak değil belli bir durumum inceleyip ortaya çıkarmaktır. Bütün bunlar göz önüne alındığında çalışma grubu olarak, araştırma için gerekli olan, 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 İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim dalında öğrenim gören Lineer Cebir I dersine katılmış ve Lineer Cebir II dersine katılan 42 öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adayları bu bölüme ÖSS sınavında sayısal puana göre girmekte ve giriş puanının yüksekliği bakımından sayısal puanda tercih edilebilecek bölümler arasında üst sıralarda yer almaktadır. Katılımcıların ÖSS giriş sınavında sorulan matematik sorularının tümüne yakınına doğru cevap verdikleri elde edilen verilerin yorumlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir gerçektir. Ön bilgi eksikliğinin olmaması, hazır bulunuşluk seviyelerinin yeterli düzeyde olması çalışma sonuçlarını anlamlı ve etkili kılacağı düşünülmüştür. Dersi veren öğretim üyesi ve ders alan öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler sonucu lineer denklem sistemleri konusunun bu ders kapsamındaki diğer konular gibi öğretmen merkezli olarak sunuş yoluyla işlendiği ve süreçte herhangi bir öğretim materyali ya da yazılım kullanılmadığı belirlenmiştir. Dönem boyunca tek ders kitabından yararlanıldığı ve adayların da aynı kitabı temin ettikleri görülmüştür.

Araştırmada lineer denklem sistemleri performansı, öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil olmak üzere üç bağlam üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu üç kavram arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine incelemek için kullanılan üç testte alınan puanlara göre üçünden de düşük, üçünden de yüksek ve üçünden de düşük alan birer kişi ile ve düşük-yüksek puan arasındaki farkı daha iyi gözlemleyebilmek için de bu üç kavramın yüksek ve düşük olma durumlarından da üç kişi olmak üzere toplamda 6 kişi seçilerek yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

3.3. VERİ TOPLAMA SÜRECİ

Araştırmacılar, uygulayacakları araştırma yöntemine karar verdikten sonra, seçilen araştırma yöntemi içerisinde kullanabilecekleri veri toplama araçlarını belirlemelidirler. Bu süreçte seçtikleri yöntemin içerisinde hangi veri toplama araçlarının daha kullanışlı, etkili, geçerli ve güvenilebilir olabileceğini tartışmaya başlarlar. Kullanılacak veri toplama aracının araştırma desenini sağlaması gerektiği gibi, araştırmacının bilimsel anlamda dünyaya bakışına da uygun olarak seçilmelidir. Nitel araştırmalar kuram oluşturmayı temel alan bir anlayışla sosyal olguları bağlı bulundukları çevre içerisinde, derinlemesine araştırmayı ön plana alan bir yaklaşım olduğundan veri toplanması sürecinde bireyi merkeze almaktadır. Öğrencinin bilgi-becerisi, tutum ve farkındalığıyla ilgili bilgilere ulaşmak, çeşitli matematiksel beceriler ile bireyin öğrenme düzeyi arasında ilişkiler kurmak için belki de en güvenilir kaynak yine kendilerinin sözlü ve yazılı açıklamalarıdır (Sevimli, 2009). Bu bağlamda, araştırmanın amacına yönelik matematik öğretmen adaylarının lineer denklem çözme süreçleri, performansları ve öz-yeterlik algılarının incelenmesi için nitel ve nicel veri toplama araçları oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışma 2009-2010 öğretim yılı bahar yarıyılında İlköğretim Matematik Öğretmenliği 2. Sınıf öğrencileriyle yapılmıştır. Öncelikle öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi çözme öz-yeterlik algılarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaca yönelik araştırmacı tarafından geliştirilen ve geçerlilik-güvenirlik çalışmaları yapılmış Lineer Denklem Sistemleri Öz-Yeterlik Algısı Ölçeğinin (LİYAÖ) pilot uygulaması bahar döneminin beşinci haftasında gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin tekrar test uygulaması bahar yarıyılının dokuzuncu haftasında yapılmıştır. Asıl uygulama, bahar yarıyılının onuncu haftasında iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada öğretmen adaylarına LİYAÖ uygulanmış, sonrasında lineer denklem sistemleri çözümünde kullanılabilecek temsiller arası dönüşüm başarılarını incelemek üzere Temsil Dönüşüm Testi uygulanmıştır. İkinci aşamada ise öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri konusundaki kavram bilgisi ve işlem becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanan Lineer Denklem Sistemi Performans Testi uygulanmıştır.

Bu kısımda yukarıda bahsedilen uygulamalarda kullanılan veri toplama araçlarının her birinden, bunlarla ilgili yapılan geçerlik güvenirlik çalışmalarından ve uygulamalarından ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

3.3.1. Veri Toplama Araçları

3.3.1.1. Lineer Denklem Sistemleri Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği

Bilişsel ifadeler içeren, öğretmen adaylarının veya öğretmenlerin lineer denklem sistemlerini çözme öz-yeterlik algılarını ölçmeyi amaçlayan LİYAÖ, geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmış bir ölçme aracıdır. 17 maddeden oluşan denklem sayısının (m) değişken sayısına (n) eşit olduğu durum için oluşturulan ölçek beş boyutludur. Boyutlar rankla çözüm bulma, ters matrisle çözüm bulma, determinantla çözüm bulma, cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama olarak isimlendirilmiştir. 12 maddeden oluşan denklem sayısının (m) değişken sayısından (n) farklı olduğu durum için oluşturulan ölçek üç boyutludur. Boyutlar elemanter satır işlemleri ile çözüm bulma, cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama olarak adlandırılmıştır. Ölçeğin, ölçek geliştirme çalışmasında kullanılan ve 22 maddeden oluşan taslak formu Ek 1'de, nihai formu Ek 2'de verilmiştir. Ölçek, 5'li likert tipi bir ölçek olup kendimi çok yeterli buluyorum (5), kendimi yeterli buluyorum (4), kararsızım (3), kendimi yeterli bulmuyorum (2), kendimi hiç yeterli bulmuyorum (1) şeklinde derecelendirilmiştir.

Ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarında, ölçeğin psikometrik özelliğine ilişkin aranan iki temel bilgi güvenirlik ve geçerliktir. Ölçeğin ölçme hatasını en aza indirmek için güvenirliğin 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.

3.3.1.1.1. LİYAÖ Geçerlik Çalışmaları

Bir ölçeğin geçerliği, onun istenilen özelliği ölçme ve bu işi diğer özelliklerin etkilerini ölçülere yansıtmadan yapma derecesini gösterir. Diğer bir ifade ile ölçeğin belli bir amaca hizmet etme, belli bir işe yarama derecesidir (Özçelik, 1997). Cronbach (1970, s. 443-447) geçerliği, bir test puanından elde edilecek yordamanın veya belli bir kestirmenin doğruluğu olarak tanımlamıştır.
Geçerlik farklı yazarlar tarafından değişik şekillerde sınıflandırılmıştır. Fakat genel olarak geçerliğin sağlanmasında şu tekniklerden yararlanılabilir:

- Kapsam geçerliği,
- Yapı geçerliği,
- Bir ölçüte dayalı geçerlik (Baykul, 2000, s. 202).

3.3.1.1.1.1. Kapsam Geçerliği

İçerik geçerliği olarak da isimlendirilen kapsam geçerliği (content validity), bir testin, bu testle ölçülmek istenen davranışları ne derece kapsadığıdır (Baykul, 2000, s. 202). Bu doğrultuda ölçme aracının, ölçülmek istenen ve tanımlanan davranış-tepki evrenini yeterince temsil edip etmemesi sınanır. Kapsam geçerliğinin sınanması için nicel yöntemler denenmiştir (Crocker ve Algina, 1966, s. 190; akt. Baykul, 2000, s. 203). Fakat bu geçerlik türünün tayini daha çok uzman kanılarına dayanır. Geçerlik incelemesine katılan uzmanlar, hem ölçeğin hazırlandığı bilim alanını hem de ölçek sorusu hazırlama teknik ve yöntemlerini iyi bilen kişilerdir. Bu nedenle uzman öneri ve görüşleri, ölçeğin oluşmasında ve yeninden yapılandırılmasında son derece önem taşımaktadır (Tezbaşaran, 1996). Bu aşamada, literatür taraması yapılarak, mümkün olduğunca çok kaynağa ulaşıp, konu ile ilgili literatür taraması yapılmış, bir taraftan da benzer ölçekler incelenmiştir. Yapılan tarama çalışmaları neticesinde 22 maddelik havuz oluşturulmuştur. Bu araştırmada geliştirilen ölçeğin kapsam geçerliliği, alanda uzman, Lineer Cebir dersi vermiş veya 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. Belirtke tablosu Ek 3'tedir. Uzman görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenen 22 madde pilot uygulamaya geçilmeden önce tekrar uzman görüşüne başvurulmuş, uzmanlardan "anlaşılmayan" ve "birbirine benzer" olduğunu düşündükleri ifadelerin belirtilmesi istenmiştir. Daha sonra ölçek, Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ve Matematik bölümü 2. sınıf öğrencilerinden oluşan 87 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Uzman görüşleri ve pilot uygulama sonuçlarına göre, ölçekten 5 madde atılmış, 17 madde 42 kişiye uygulanmıştır.

3.3.1.1.1.2. Yapı Geçerliği

Yapı geçerliği (construct validity), ölçeğin ilgili kavram ya da kavramsal yapının tümünü ölçme yeteneğinin göstergesi olarak tanımlanır (Anastasi, 1988). Bir ölçeğin yapı geçerliğinin incelenmesinde yapılan ilk işlem faktör analizidir. Faktör analizi, ölçekteki maddelerin farklı boyutlar altında toplanıp toplanamayacağını değerlendirmek üzere yapılan bir işlemdir. Ölçekteki maddelerin aynı ya da çok yakın nitelikleri ölçüp-ölçmediğini saptamada kullanılır (Özgüven, 1994; Karasar, 1999; Tezbaşaran, 1996).

Bir ölçeğin yapı geçerliğinin incelenmesinde yapılan ilk işlem faktör analizidir. Faktör analizi, ölçekteki maddelerin farklı boyutlar altında toplanıp toplanamayacağını değerlendirmek üzere yapılan bir işlemdir. Ölçekteki maddelerin aynı ya da çok yakın nitelikleri ölçüp-ölçmediğini saptamada kullanılır (Özgüven, 1994; Karasar, 1999; Tezbaşaran, 1996). Faktör analizi ile, ölçülen yapıda birbiri ile yüksek korelasyon gösteren özellikler (ya da test maddeleri) birer faktör altında kümelenir. Üretilen yeni değişken ya da faktörler arasındaki ilişkisizlik ve elde edilen faktörlerin anlamlı olması sağlanır (Büyüköztürk, 2008). Faktör analizinin bir diğer kullanım nedeni ise değişken sayısını azaltmaktır (Sipahi ve diğerleri, 2008).

Faktörleşme için temel bileşenler (principal component), temel eksenler (principal axes), maximum olabilirlik (maximum likelihood) ve çoklu gruplandırma (multiple grouping) gibi analizlerden yaralanılır. Bu analiz çeşitlerinin hepsinde temel mantık aynıdır. Literatürde en çok kullanılan faktör analizi yöntemi "temel bileşenler" (principal components) yöntemidir. Temel bileşenler analizinden sonra kavramsal anlamlılığın sağlanamadığı durumlarda "döndürme" (rotation) yöntemlerine başvurulabilmektedir. Faktör döndürme yöntemi kullanılmasının amacı yorumlanabilir ve adlandırılabilir faktörler elde etmektir. Döndürme yöntemi dik (orthogonal) veya eğik (oblique) olabilir. Kullanılan döndürme yöntemi dik olduğunda bulunan faktörler birbirinden bağımsız olacaktır. Eğik döndürme metodu kullanıldığında faktörler birbirleriyle bağımlı olacaktır (Sipahi ve diğerleri, 2008). Bu yöntemler içinde de en yaygın kullanılanı dik döndürme yöntemlerinden "varimax rotasyonu" yöntemidir (Büyüköztürk, 2008).

Faktör analizinde dört temel aşama vardır. Bu aşamalar; verilerin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesi, faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin döndürülmesi, faktörlerin isimlendirilmesi aşamalarıdır (Çanakçı, 2008).

Bu araştırmada hazırlanan 22 maddelik denemelik ölçek 87 kişiye uygulanmıştır. Grup büyüklüğü madde sayısının en az iki katı olması önerilmektedir (Kline, 1994, akt. Büyüköztürk, 2005). 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 bu başlık altında yer verilecektir.

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

Faktör analizinin ilk aşamasında veri yapısının faktör analizine uygunluğunu test etmek için Kaiser Meyer Olkin testi (KMO) ve Barlett testi yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Bartlett testi korelasyon matrisinde değişkenlerin bir kısmı ya da tamamı arasında yüksek korelasyon olup olmadığını test eder ve bu nedenle analizin yapılabilmesi için "Korelasyon matrisi birim matristir." sıfır hipotezinin reddedilmesi gerekir. KMO testi ise gözlenen korelasyon katsayıları büyüklüğü ile kısmi korelasyon katsayılarını karşılaştıran bir indekstir. Test sonuçlarında bulunan değer ne kadar yüksek ise veri kümesi faktör analizi için o kadar elverişlidir. Bu değerin 0.50'nin üzerinde olması gerekmektedir (Kalaycı, 2005, s.322; akt. Çanakçı, 2008). Tablo 1'de bu testlerin sonuçları verilmiştir.

Tablo1
LİYAÖ'nin KMO ve Bartlett testi sonuçları

Kaiser Meyer Olkin Örneklem Yeterliği Testi		0.754
Bartlett Testi	χ^2 (Ki-kare)	584.932
	sd	136
	p	0.000

KMO testi değeri 0.754 ve Bartlett testi sonucu 584.932 ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Bu iki değer faktör analizi yapmak için veri kümesinin uygun olduğunu göstermektedir.

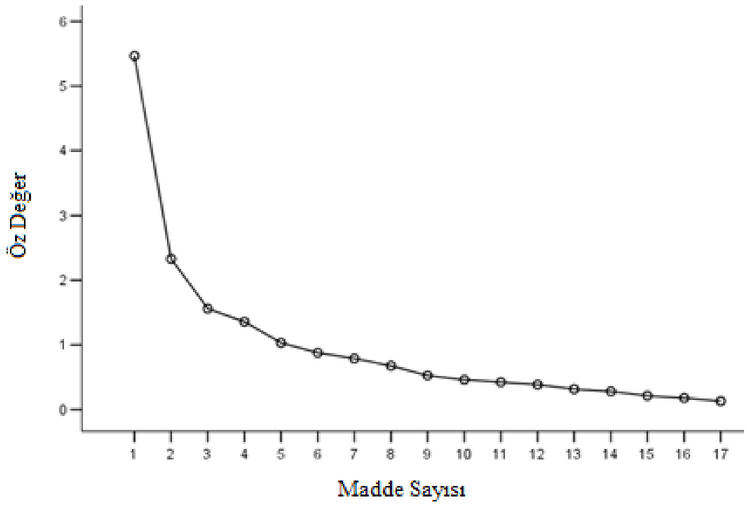
Bir sonraki aşama faktör sayısının belirlenmesidir. Bu aşamada çeşitli kriterler kullanılmaktadır. Bunlardan biri özdeğer (eigenvalue) istatistiğidir. Bu istatistiğe göre öz değeri 1'den küçük olan faktörler dikkate alınmayıp öz değeri 1 ya da 1'den daha büyük olan faktörler önemli sayılmaktadır. Bu araştırmada başlangıçta faktör sayısı için herhangi bir sınırlama getirilmemiş, öz-değeri 1'den büyük olan faktörler ölçeğe alınmış ve bunun sonucunda beş faktör bulunmuştur.

Faktör sayısının belirlenmesindeki bir başka yaklaşım ise faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiğinin incelenmesidir. Bu grafikte dikey eksen öz değerleri, yatay eksen ise faktörleri gösterir. Faktörlerin öz değerleriyle eşleştirilmesi ile oluşan noktaların birleştirilmesi sonucunda bu grafik oluşur. Grafikte hızlı düşüşün olduğu faktörler önemli sayılır. Belli bir faktörden sonra grafik yatay bir seyir izler. Bu durum bize bu noktadan sonraki faktörlerin toplam varyansa katkılarının birbirine çok yakın olduğunu gösterir. Şekil 18'de, faktörlerin çizgi grafiği verilmiştir.

Şekildeki grafik incelendiğinde, beşinci faktörden sonra grafik yatay bir seyir izlemektedir. Bu nedenle, ölçekteki faktör sayısı beşle sınırlandırılmıştır.

Faktör sayısını belirlemede bir diğer yaklaşım ise açıklanan varyans oranına bakılması şeklinde olur. Analize dahil edilen değişkenlerle toplam varyansın

2/3'ünün ilk olarak kapsandığı faktör sayısı önemli faktör sayısı olarak değerlendirilir. Genelde bu orana ulaşmak güç olduğundan tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın %30 ve daha fazla olması yeterli görülürken çok faktörlü ölçeklerde varyans oranının çok daha fazla olması beklenir (Çanakçı, 2008).



Şekil 18: LİYAÖ'ne (m=n) Ait Faktör Öz Değer Çizgi Grafiği

Faktör analizi sonucunda ulaşılan varyans oranlarının yüksek olması da ölçeğin faktör yapısının güçlü olduğunu gösterir. Tablo 2'de faktör analizi sonucu elde edilen faktörlerin öz değerleri ve açıkladıkları varyans miktarları verilmiştir.

Tablo 2

LİYAÖ'nin (m=n) faktörlerinin açıkladığı varyans oranları

Faktörler	Öz değer	Varyans (%)	Yığılmalı Varyans (%)
1. Faktör	5.467	32.160	32.160
2. Faktör	2.328	13.693	45.853
3. Faktör	1.560	9.174	55.027
4. Faktör	1.357	7.985	63.012
5. Faktör	1.032	6.073	69.085

Tablo 2'de görüldüğü gibi, ölçek maddelerinin öz değeri 1'den büyük olan 5 faktör altında toplandığı görülmektedir. Birinci faktörün öz değeri 5.467'dir ve tek başına test toplam varyansının % 32.160'ını açıklamaktadır. İkinci faktörün öz değeri 2.328 olarak bulunmuş ve tek başına test toplam varyansının % 13.693'üni karşılamaktadır. Üçüncü faktörün öz değeri 1.560 ve açıkladığı toplam varyans % 9.174'tür. Dördüncü faktörün öz değeri 1.357 ve açıkladığı toplam varyans % 7.985'tir. Son faktörün öz değeri 1.032 ve açıkladığı toplam varyans ise % 6.073 olmuştur. Bu beş faktörün birlikte, test toplam varyansını açıklama yüzdesi %69.085'tir.

Faktör analizinin üçüncü aşaması faktörlerin döndürülmesidir. Faktörlerin döndürülmesi aşamasından önce faktör yük değeri (factor loading) kavramından bahsedilmelidir. Faktör yük değeri maddelerin faktörlerle olan ilişkisini açıklayan bir katsayıdır. Bu katsayı yer aldığı faktördeki yük değerinin yüksek olması tavsiye edilir. Bir faktörde yüksek düzeyde ilişki veren maddelerin oluşturduğu bir küme var ise bu bulgu o maddelerin bir kavramı-yapıyı-faktörü ölçtüğü anlamına gelir. Maddelerin faktör yük değerlerini gösteren faktör matrisine (component matrix) varimax tekniği ile yapılan döndürme sonucunda döndürülmüş faktör matrisi (rotated component matrix) elde edilir. Döndürme sonucunda maddelerin bir faktördeki yükü artarken diğer faktördeki yükü azalır ve böylece faktörler daha kolay yorumlanabilir.

Tablo 3
Faktör analizi sonuçlarına göre faktörler ve faktör yükleri

Madde No	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör	4.Faktör	5.Faktör
M 214	.802				
M 215	.770				
M 216	.713				
M 207	.667				
M 202	.535				
M 203		.822			
M 204		.811			
M 208		.482			
M 210		.363			
M 212			.808		
M 211			.768		
M 221				.852	
M 219				.796	
M 217				.659	
M 220					.882
M 218					.802
M 222					.772

Döndürülmüş faktör matrisindeki faktör yük değerlerini yorumlarken dikkat edilecek en önemli husus bir maddeye ait faktör yük değerinin bir faktörde yüksek iken başka bir faktörde düşük olmasına dikkat edilmesidir. Bir maddenin sahip olduğu en yüksek yük değeri ile başka bir faktör altında sahip olduğu bu değerden sonra gelen en yüksek yük değeri arasındaki farkı en az 0.10 olması önerilir. Herhangi iki faktör altında yük değerlerinin farlı bu ölçütü karşılamayan ve binişik madde olarak adlandırılan maddeler ölçekten çıkartılır. Bunu yapmanın amacı birbirinden bağımsız yapıların yani faktörlerin oluşturulmak istenmesidir (Çanakçı, 2008). Maddelerin yüklendikleri faktörler ve faktör yükleri Tablo 3'te verilmiştir.

Faktör analizi sonrasında kalan 17 maddelik ölçeğin birinci alt boyutu 5 maddeden oluşmakta ve bu maddelerin faktör yükleri 0.802 ile 0.535 arasında değişmektedir. 4 maddeden oluşan ikinci alt boyutun faktör yükleri 0.822 ile 0.363 arasında değişiklik gösterirken 2 maddeden oluşan üçüncü alt boyutun faktör yükleri 0.808 ve 0.768'dir. Dördüncü alt boyut 3 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri 0.852 ile 0.659 arasındadır. Son faktör ise 3 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri de 0.882 ile 0.772 arasında değişiklik göstermektedir.

Faktör analizinin son basamağı ise faktörlerin isimlendirilmesidir. Tablo 4'te faktör analizi sonuçlarına göre atanan maddeler ve isimleri sunulmuştur.

Tablo 4

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: Determinantla çözüm bulma	11, 12.
4.Faktör: Cebirsel yorumlama	17, 19, 21.
5.Faktör: Geometrik yorumlama	18, 20, 22.

Ölçeğin yapı geçerliği tamamen sınandıktan sonra, LİYAÖ'nün alt boyutları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Pearson Çarpım Moment Korelâsyon Katsayısı sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5
Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; m=n) alt boyutları arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan pearson moment korelasyon katsayısı sonuçları

Değişkenler	**Ters Matrisle Çözüm Bulma**	**Rankla Çözüm Bulma**	**Determinantla Çözüm Bulma**	**Cebirsel Yorumlama**	**Geometrik Yorumlama**
Ters Matrisle Çözüm Bulma	r=1,00	.511	.281	.393	.323
Rankla Çözüm Bulma		r=1,00	.131	.464	.281
Determinantla Çözüm Bulma			r=1,00	.176	.091
Cebirsel Yorumlama				r=1,00	.457
Geometrik Yorumlama					r=1,00

Tabloda görüldüğü gibi, Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; 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 determinantla çözüm bulma alt boyutu ile düşük düzeyde ilişkilidir. Benzer şekilde, rankla çözüm bulma, cebirsel yorumlama ile orta düzeyde ilişkili iken determinantla çözüm bulma ve geometrik yorumlama ile düşük düzeyde ilişkilidir. Determinantla çözüm bulma cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama alt boyutları ile düşük düzeyde ilişkili iken; cebirsel yorumlama alt boyutu geometrik yorumlama alt boyutu ile orta düzeyde ilişkilidir. Alt boyutların arasında düşük ya da orta düzeyde ilişki olması beklenen bir durum olup bu beş alt boyutun birbirinden bağımsız yapılar olduğunun bir göstergesidir. 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, akt. Çanakçı, 2008).

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

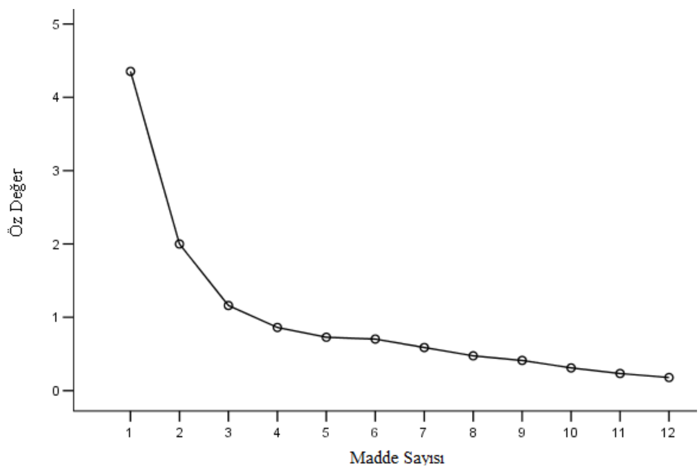
Faktör analizinin ilk aşamasında veri yapısının faktör analizine uygunluğunu test etmek için Kaiser Meyer Olkin testi ve Barlett testi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Tablo 6'da bu testlerin sonuçları verilmiştir.

Tablo 6
LİYAÖ'nin KMO ve Bartlett testi sonuçları

Kaiser Meyer Olkin Örneklem Yeterliği Testi		0.768
Bartlett Testi	χ^2 (Ki-kare)	367.640
	sd	66
	p	0.000

KMO testi değeri 0.768 ve Bartlett testi sonucu 367.640 ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Bu iki değer faktör analizi yapmak için veri kümesinin uygun olduğunu göstermektedir.

Bir sonraki aşama faktör sayısının belirlenmesidir. Bunun için faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiğinin incelenmiştir. Şekil 19'da, faktörlerin çizgi grafiği verilmiştir.



Şekil 19: LİYAÖ'ne (m≠n) Ait Faktör Öz-değer Çizgi Grafiği

Şekildeki grafik incelendiğinde, üçüncü faktörden sonra grafik yatay bir seyir izlemektedir. Bu nedenle, ölçekteki faktör sayısı üç sınırlandırılmıştır.

Faktör analizi sonucu elde edilen faktörlerin öz değerleri ve açıkladıkları varyans miktarları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7
LİYAÖ'nin (m≠n) faktörlerinin açıkladığı varyans oranları

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

Tablo 7'de görüldüğü gibi, ölçek maddelerinin öz değeri 1'den büyük olan 3 faktör altında toplandığı görülmektedir. Birinci faktörün öz değeri 4.354'tür ve tek başına test toplam varyansının % 36.281'ini açıklamaktadır. İkinci faktörün öz değeri 2.000 olarak bulunmuş ve tek başına test toplam varyansının % 16.666'sını karşılamaktadır. Son faktörün öz değeri 1.160 ve açıkladığı toplam varyans % 9.671'dir. Bu üç faktörün birlikte, test toplam varyansını açıklama yüzdesi %62.617'dir.

Tablo 8
Faktör analizi sonuçlarına göre faktörler ve faktör yükleri

Madde No	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör
M 103	.818		
M 104	.772		
M 102	.629		
M 107	.594		
M 108	.577		
M 110	.412		
M 122		.862	
M 120		.822	
M 118		.677	
M 119			.844
M 121			.838
M 117			.830

Faktör analizinin üçüncü aşaması faktörlerin döndürülmesidir. Döndürülmüş faktör matrisinde maddelerin yüklendikleri faktörler ve faktör yükleri Tablo 8'de verilmiştir.

Faktör analizi sonrasında 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 9'da faktör analizi sonuçlarına göre atanan maddeler ve isimleri sunulmuştur.

Tablo 9
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 sınandıktan sonra, LİYAÖ'nün alt boyutları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Pearson Çarpım Moment Korelâsyon Katsayısı sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10
Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; m≠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-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; 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 her bir alt boyutta orta düzeydedir. Satır işlemleri ile çözüm bulma, alt boyutu cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama ile orta düzeyde ilişkilidir; cebirsel yorumlama, geometrik yorumlama ile orta düzeyde ilişkilidir.

3.3.1.1.2. LİYAÖ Güvenirlik Çalışmaları

Güvenirlik, bir test veya ölçme aracının ölçtüğü şeyi ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Tekin, 1993). Ölçeğin güvenirlik sınamasında, ölçülen maddeler ya da verilen cevaplar arasındaki ilişki incelenir. Korelâsyon katsayısı olarak ifade edilen "güvenirlik katsayısı", gerçek ölçümlerin varyansının, gözlenen puanlarının varyansına oranı ile elde edilir. 0 ile 1 arasında değerler alan güvenirlik katsayısının 1.00'e yaklaşması, testin güvenilirliğinin yüksek olduğunun göstergesidir (Karasar, 1999). Ölçeğin güvenirlik katsayısını bulmada test-tekrar test ve iç tutarlılığın hesaplanması yönteminden yararlanılmıştır. Test-tekrar test güvenilirliğinde, aynı test belirli bir zaman aralığı ile ve benzer şartlar altında aynı kişilere tekrar verilir ve iki ayrı uygulamadan elde edilen puanlar arasındaki korelasyona bakılır. Bunun için Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısından ya da ilişkili örneklemler için t-testinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemle test sonuçlarının genellenebilirliği ölçülür (Anastasi, 1988). Ölçeğin dış tutarlığını belirlendiği test-tekrar test yönteminde, iki test arasındaki zaman aralığının 2-4 hafta arasında olması önerilir (Özgüven, 1994). LİYAÖ, Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği ve Matematik bölümü 2. Sınıfta okuyan toplamda 87 öğrenciye 4 hafta ara ile uygulanmıştır. İki uygulama sonucu elde edilen ile Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı sonuçları $m=n$ için Tablo 11'de ve $m \neq n$ için Tablo 12'de sunulmuştur. Tablo 11'de görüldüğü gibi Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; $m=n$) 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 ilişki $p<.001$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 11
LİYAÖ'nin (m=n) alt ölçekler bazında test-tekrar-test sonuçları

	N	r
1.Faktör: Ters Matrisle Çözüm Bulma	87	.82
2.Faktör: Rankla Çözüm Bulma	87	.76
3.Faktör: Determinantla Çözüm Bulma	87	.79
4.Faktör: Cebirsel Yorumlama	87	.91
5.Faktör: Geometrik Yorumlama	87	.89

Tablo 12
LİYAÖ'nin (m≠n) alt ölçekler bazında test-tekrar-test sonuçları

	N	r
1.Faktör: Satır İşlemleri ile Çözüm Bulma	87	.72
2.Faktör: Cebirsel Yorumlama	87	.86
3.Faktör: Geometrik Yorumlama	87	.91

Tablo 12'de görüldüğü gibi Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; m≠n) birinci ve ikinci uygulama sonuçları faktör bazında incelendiğinde, 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 ilişki p<.01 düzeyinde anlamlıdır.

Likert tipi ölçeklerde dış tutarlılık test tekrar test yöntemi ile sınanırken, iç tutarlılığın sınanmasında birçok teknik kullanılabilmektedir. Bu tekniklerden biri ölçeğin bütünü ve alt boyutları için Cronbach alfa katsayısı hesaplanmasıdır. Cronbach alfa katsayısı, ölçeğin homojenliği hakkında bilgi verir. Cronbach alfa katsayısının yüksek oluşu, o ölçekteki maddelerin birbiriyle tutarlı oluşunu ve ölçülen değişken her ne ise aynı değişkeni ölçtüğünü gösterir. Bu değerin düşük olması, ölçülmek istenen değerin istenildiği gibi temsil edilmediğini işaret eder ki, bu değeri taşıyan madde ya da madde grubu elimine edilir (Ergin, 1995; Karasar, 1999).

İç tutarlılığın hesaplanmasında kullanılan bir diğer yöntem, iki-yarı test güvenilirliği (split-half reliability)'dir. Bir testin eşit iki yarıya bölünüp bu yarıların toplam değerleri arasındaki korelâsyonuna bakılır. Ortaya çıkan ilişkinin yüksek olması, güvenirliğin de yüksek olduğunu gösterir. İç tutarlılığın hesaplanması için kullanılan yöntemler Pearson, Spearman-Brown, Guttman, Rulon, Horst, Flanagan, Stanley, Mosier, Kuder Richardson ve Cronbach alfa'dır (Ergin 1995; Anastasi, 1988). Aşağıda Tablo 13'te LİYAÖ (m=n) ve Tablo 14'te LİYAÖ (m≠n) iç tutarlılık katsayıları verilmiştir.

Tablo 13
Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; m=n) iç tutarlılık katsayıları

	N	**r**
Cronbach α	87	.860
Spearman-Brown	87	.736
Guttman	87	.734

Tablo 13'te görüldüğü gibi, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.860 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.736 ve Guttman değeri de 0.734 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 86, minimum düzeyde ise % 73 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 14
Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (LİYAÖ; m≠n) iç tutarlılık katsayıları

	N	**r**
Cronbach α	87	.835
Spearman-Brown	87	.795
Guttman	87	.791

Tablo 14'te görüldüğü gibi, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.835 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.595 ve Guttman değeri de 0.591 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 83, minimum düzeyde ise % 79 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

İç tutarlılığın hesaplanmasında bir diğer yol, madde toplam puan ve madde kalan korelasyonlarının hesaplanmasıdır. Madde toplam korelasyon (Item-total correlation) 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. Madde geri kalan korelasyonunda ise, belli bir maddeden alınan puan ile o madde hariç tüm testten alınan puan arasındaki ilişkiye bakılır (Ergin, 1995).

Tablo 15
Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (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	.590	.000	.529	.000	-3.936	41	0.000
M 203	77	.487	.000	.423	.000	-5.038	41	0.000
M 204	77	.427	.000	.343	.002	-3.605	41	0.001
M 207	77	.638	.000	.571	.000	-7.197	41	0.000
M 208	77	.594	.000	.494	.000	-5.537	41	0.000
M 210	77	.542	.000	.457	.000	-3.749	41	0.001
M 211	77	.162	.160	.089	.101	-2.041	41	0.048
M 212	77	.446	.000	.344	.002	-4.232	41	0.000
M 214	77	.625	.000	.553	.000	-5.956	41	0.000
M 215	77	.598	.000	.524	.000	-5.453	41	0.000
M 216	77	.662	.000	.585	.000	-7.687	41	0.000
M 217	77	.640	.000	.562	.000	-4.243	41	0.000
M 218	77	.631	.000	.570	.000	-5.079	41	0.000
M 219	77	.681	.000	.610	.000	-6.522	41	0.000
M 220	77	.570	.000	.501	.000	-4.226	41	0.000
M 221	77	.577	.000	.492	.000	-5.237	41	0.000
M 222	77	.512	.000	.431	.000	-4.330	41	0.000

Tablo 16
Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (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

Ayırt edicilik analizi (discriminant analysis), 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. 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).

Yukarıda, Tablo 15'te LİYAÖ (m=n) ve Tablo 16'da LİYAÖ (m≠n) madde analiz sonuçları verilmiştir.

Bir maddenin test kapsamında kalabilmesi için madde analiz işlemlerinde kullanılan üç ayrı teknikten hiç olmazsa birinde en az .05 düzeyinde anlamlı bir sonucun elde edilmesi gerekmektedir (Tavşancıl, 2002; Büyüköztürk, 2005; akt. İmamoğlu, 2008). Bu tabloda, bütün maddeler .05 düzeyinde anlamlıdır.

Ayrıca LİYAÖ (m=n, m≠n) puan dağılımının normal dağılıma uygunluğunu test etmek için parametrik olmayan tekniklerden Tek Örneklemli Kolmogorov-Smirnov(K-S) Uyum İyiliği Testi uygulanmış ve "Puanların dağılımı normal dağılımdan anlamlı farklılık göstermez." hipotezi kabul edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda LİYAÖ (m=n) Kolmogorov-Smirnov değeri ve anlamlılık düzeyi 0.758, p=.614 (p>.05) ve LİYAÖ (m≠n) Kolmogorov-Smirnov değeri ve anlamlılık düzeyi 0.977, p=.296 (p>.05) olarak tespit edilmiştir. LİYAÖ'nün normal dağılıma uygun özellikte olduğunu göstermektedir.

Ölçeğin bir bütün olarak analizinden sonra ölçeğin alt boyutlarının maddelerine ilişkin güvenirlik analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

3.3.1.1.2.1. LİYAÖ'nin (m=n) Alt Boyutlarına İlişkin Güvenirlik Analizleri

1. **Alt Boyut, Ters Matrisle Çözüm Bulma Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular**

Tablo 17
Ters matrisle çözüm bulma alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.810
Spearman-Brown	87	.789
Guttman	87	.781

Tablo 17'de görüldüğü gibi, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.81 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.78 ve Guttman değeri de 0.78 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 81, minimum düzeyde ise % 78 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo18
Ters matrisle çözüm bulma alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 202	80	.659	.000	.505	.000	-4.368	42	0.000
M 207	80	.741	.000	.581	.000	-5.626	42	0.000
M 214	80	.808	.000	.643	.000	-9.466	42	0.000
M 215	80	.786	.000	.669	.000	-8.013	42	0.000
M 216	80	.778	.000	.529	.000	-10.104	42	0.000

Tablo 18’in incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

2. **Alt Boyut, Rankla Çözüm Bulma Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular**

Tablo 19
Rankla çözüm bulma alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.836
Spearman-Brown	87	.729
Guttman	87	.716

Rankla Çözüm bulma alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.83 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.72 ve Guttman değeri de 0.71 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 83, minimum düzeyde ise % 71 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo20
Rankla çözüm bulma alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 203	85	.687	.000	.496	.000	-5.832	44	0.000
M 204	85	.678	.000	.432	.000	-5.479	44	0.000
M 208	85	.767	.000	.437	.000	-10.475	44	0.000
M 210	85	.661	.000	.364	.001	-7.735	44	0.000

Tablo 20’nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

3. Alt Boyut, Determinantla Çözüm Bulma Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular

Tablo 21
Determinantla çözüm bulma alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.725
Spearman-Brown	87	.776
Guttman	87	.725

Determinantla çözüm bulma alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.62 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.67 ve Guttman değeri de 0.62 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 67, minimum düzeyde ise % 62 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo22
Determinantla çözüm bulma alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 211	84	.794	.000	.510	.000	-7.609	44	0.000
M 212	84	.928	.000	.510	.000	-16.903	44	0.000

Tablo 22’nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

4. Alt Boyut, Cebirsel Yorumlama Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular

Tablo 23
Cebirsel yorumlama alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.798
Spearman-Brown	87	.814
Guttman	87	.745

Cebirsel yorumlama alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.79 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.81 ve Guttman değeri de 0.74 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 81, minimum düzeyde ise % 74 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo24
Cebirsel yorumlama alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 217	84	.808	.000	.577	.000	-9.466	44	0.000
M 219	84	.858	.000	.668	.000	-12.688	44	0.000
M 221	84	.866	.000	.686	.000	-11.591	44	0.000

Tablo 24'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

5. **Alt Boyut, Geometrik Yorumlama Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular**

Tablo 25
Geometrik yorumlama alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.877
Spearman-Brown	87	.809
Guttman	87	.748

Geometrik yorumlama alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.87 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.80 ve Guttman değeri de 0.74 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 87, minimum düzeyde ise % 74 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo26
Cebirsel yorumlama alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 218	84	.877	.000	.730	.000	-12.013	44	0.000
M 220	84	.904	.000	.783	.000	-12.648	44	0.000
M 222	84	.867	.000	.679	.000	-9.941	44	0.000

Tablo 26'nın incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

3.3.1.1.2.2. LİYAÖ'nin (m≠n) Alt Boyutlarına İlişkin Güvenirlik Analizleri

1. **Alt Boyut, Satır İşlemleri ile Çözüm Bulma Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular**

Tablo 27
Satır işlemleri ile çözüm bulma alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.741
Spearman-Brown	87	.700
Guttman	87	.693

Satır işlemeleri ile çözüm bulma alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.74 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.70 ve Guttman değeri de 0.69 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 74, minimum düzeyde ise % 69 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.
Tablo 28'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

Tablo28
Satır işlemleri ile çözüm bulma alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 102	82	.600	.000	.430	.000	-4.089	42	0.000
M 103	82	.730	.000	.598	.000	-7.428	42	0.000
M 104	82	.664	.000	.501	.000	-6.183	42	0.000
M 107	82	.662	.000	.479	.000	-6.766	42	0.000
M 108	82	.720	.000	.495	.000	-9.459	42	0.000
M 110	82	.610	.000	.411	.000	-6.280	42	0.000

2. Alt Boyut, Cebirsel Yorumlama Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular

Tablo 29
Cebirsel yorumlama alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	r
Cronbach α	87	.801
Spearman-Brown	87	.817
Guttman	87	.742

Geometrik yorumlama alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.80 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.81 ve Guttman değeri de 0.74 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 81, minimum düzeyde ise % 74 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 30
Cebirsel yorumlama alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	N	Madde Toplam		Madde Kalan		Madde Ayırtedicilik		
		r	p	r	p	t	sd	p
M 117	84	.806	.000	.572	.000	-9.201	44	0.000
M 119	84	.866	.000	.679	.000	-13.678	44	0.000
M 121	84	.866	.000	.690	.000	-12.443	44	0.000

Tablo 30’un incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

3. Alt Boyut, Geometrik Yorumlama Boyutu İçin Yapılan Güvenirlik Çalışmasına İlişkin Bulgular

Tablo 31
Geometrik yorumlama alt ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları

	N	**r**
Cronbach α	87	.862
Spearman-Brown	87	.811
Guttman	87	.733

Geometrik yorumlama alt boyutu için, her bir sorunun varyansına dayalı olarak hesaplanan Cronbach α yönteminde güvenirlik katsayısı 0.86 olarak bulunmuştur. Buna karşılık, testin iki ayrı yarıya ayrılmasına dayalı olarak hesaplanan güvenirlik katsayılarından Spearman-Brown değeri 0.81 ve Guttman değeri de 0.73 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin, maksimum düzeyde % 86, minimum düzeyde ise % 73 düzeyinde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 32
Geometrik yorumlama alt ölçeğinin madde analizi sonuçları

Madde No	**N**	**Madde Toplam**		**Madde Kalan**		**Madde Ayırtedicilik**		
		r	**p**	**r**	**p**	**t**	**sd**	**p**
M 118	83	.898	.000	.766	.000	-12.101	44	0.000
M 120	83	.898	.000	.766	.000	-11.483	44	0.000
M 122	83	.861	.000	.682	.000	-9.858	44	0.000

Tablo 32’nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere tüm maddeler tüm tekniklerde .05 düzeyinde anlamlı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak tüm maddelerin güvenilir olduğu anlaşılmış ve test kapsamında kalmasına karar verilmiştir.

3.3.1.2. Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi

Çalışmanın odaklarından biri öğretmen adaylarının öz-yeterlik algıları ile performansları arasındaki ilişkiyi betimlemek olduğundan öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi performanslarını ölçmek amacı ile veri toplama aracı oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bu amaca yönelik hazırlanan Lineer Denklem Sistemi Performans Testi'nde çeşitli çalışmalardan faydalanılmış, ders kitapları, ders notları ve sınav sorularından toplanan 78 sorudan seçimler yapılmıştır. Bu test öğretmen adaylarının performansını ölçmeyi amaçladığı kadar öğretmen adaylarının süreçlerini de incelemeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda test lineer denklem sistemleri konusunda kavram tanım/anlam bilgisi ile işlem ve yorumlama becerisini ölçmeye yönelik iki düzeydeki toplam 13 sorudan oluşmaktadır. Lineer denklem sistemi performans testindeki sorular klasik yazılı ve çoktan seçmeli soruları şeklinde tasarlanmıştır. Lineer denklem sistemi performans testindeki tanım/anlam bilgisi ve işlem/yorumlama becerisi düzeyindeki soru türlerine ait sınıflama aşağıda gösterilmiştir.

Tablo33
Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi soru dağılımları

	Tanım/Anlam Bilgisi	**İşlem/Yorumlama Becerisi**
Soru Numaraları	1, 3, 4, 7, 10, 11.	2, 5, 6, 8, 9, 12, 13.

Tanım/anlam bilgisi düzeyindeki sorular, lineer denklem sistemini tanımlamayı içermekle birlikte, lineer denklem sistemlerinin çözümünde kullanılabilecek alt kavramları ve uygulamalarını içermektedir. Bu düzeydeki soruların bir örneği aşağıda verilmiştir:

Örnek: $D = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & 7 & 4 \\ 2 & -1 & 3 \end{bmatrix}$ olduğuna göre D matrisinin tersini ***determinant ve ek matris*** yardımıyla bulunuz.

Bu soruda öğretmen adaylarının determinant ve ek matris kavramlarını tanıma ve bu kavramlarla ilgili uygulama düzeyleri belirlenmek hedeflenmektedir.

İşlem/ yorumlama becerisi düzeyindeki sorular lineer denklem sistemlerini çözme süreçlerine yönelik olup tanıma/anlam bilgisi düzeyindeki kavramları lineer denklem sistemi çözme sürecinde kullanmayı da içermektedir. Bu düzeydeki sorular hazırlanırken lineer denklem sistemleri beş kategoride ele alınmıştır. Bu sınıflama şöyledir:

- Lineer denklem sisteminin homojen olup olmaması,
- Lineer denklem sisteminin bilinmeyen ve denklem sayısı (katsayılar matrisinin boyutu),
- Lineer denklem sistemi çözme yöntemi (elemanter satır işlemi, cramer kuralı, ters matris yardımı ile),
- Lineer denklem sisteminin çözüm kümesi (tek çözüm, sonsuz çözüm, çözüm yok),
- Lineer denklem sisteminin çözümünün yorumlanması (cebirsel, geometrik).

Bu beş kategoride hazırlanan sorulardan ikisinin karakteristikleri aşağıdaki gibidir:

Tablo34
Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi soru karakteristikleri

İşlem/Yorumlama Becerisi Soruları	**Soruların Karakteristiği**
6. $x_1 + 4x_2 - 6x_3 = 7$ $2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 12$ $4x_1 + 6x_2 - 8x_3 = 24$ Lineer denklem sisteminin ***Cramer kuralı*** ve ***elemanter satır işlemleri*** ile çözünüz. Çözümü ***cebirsel*** olarak yorumlayınız.	• Homojen olmayan lineer denklem sistemi • 3x3 boyut • Cramer kuralı • Sonsuz çözüm • Cebirsel yorum
11. $2x_1 - x_2 + x_3 = 0$ $x_1 - 2x_3 = 0$ Lineer denklem sisteminin ***katsayılar*** matrisinin ***rank***ını hesaplayınız. Sistemi ***elemanter satır işlemleri*** yardımıyla çözünüz. Çözümü ***cebirsel*** olarak yorumlayınız.	• Homojen lineer denklem sistemi • 2x3 boyut • Elemanter Satır İşlemleri • Sonsuz Çözüm • Cebirsel yorum

Ayrıca, Lineer Denklem sistemleri performans testinin son sorusunda öğretmen adaylarından geometrik temsil verilmiş denklem sistemini örneklemeleri istenmiştir.

3.3.1.2.1. Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi Deneme Aşaması

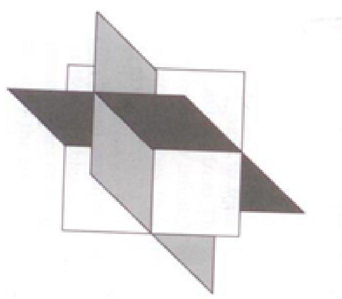
Üniversitelerde uygulanan öğretim programının beklediği kazanımlar ışığında, ilgili alan yazınındaki çalışmaların sentezi ve araştırmacının konu ile ilgili gözlemlediği eksikler doğrultusunda derlenen, 13 maddeden oluşan Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi deneme çalışması yapılmak üzere 47 kişilik 2. sınıf Matematik öğretmenliği bölümü öğrencilerine uygulanmıştır. Yapılan deneme çalışması testin ortalama uygulama süresinin belirlenmesi, karşılaşılan anlam ve mantık hatalarının giderilmesi, teste yer alan imla ve yazım hatalarının düzeltilmesi, benzer özellikler taşıyan grubun çözüm süreçleri ile gerçek uygulamalara yönelik fikir edinilmesi açısından önemlidir.

Deneme çalışmalarında Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi'nin 50 dakikada tamamlandığı gözlendiğinden bu testin gerçek uygulama süresi bu süre referans gösterilerek belirlenmiştir.

Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi deneme uygulaması öncesinde soruların sıralamasında öncelik kavramsal sorulara verilmiş olup uygulama sorularına testte sonradan yer verilmiştir. Deneme çalışması uygulaması sonucunda, soruların karışık verilmesinin daha uygun olduğu gözlenmiştir.

13. Soru Düzeltmeden Önce

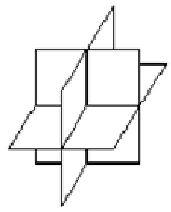
13. Çözümlerinin geometrik yorumu aşağıdaki şekiller gibi olan lineer denklem sistemi örnekleri veriniz.



Son soruda ise öğretmen adayları geometrik formu verilen lineer denklem sistemlerini cebirsel forma dönüştürmekten kaçınmışlardır. Bunun için ise soru çoktan seçmeli olarak yeniden düzenlenmiştir.

13. Soru Düzeltmeden Sonra

13. Çözümlerinin geometrik yorumu aşağıdaki şekiller gibi olan lineer denklem sistemi örneği aşağıdakilerden hangisidir?

13.1.	 (Düzlemler tek bir noktada kesişiyorlar.)	a)	$2x+y+5z=11$ $3x+2y+7z=16$ $-4x+6y+5z=-7$
		b)	$3x+y+4z=8$ $x+2y+3z=1$ $2x-y+z=7$
		c)	$x+2y-3z=2$ $2x+4y-6z=5$ $x-y+z=3$

3.3.1.2.2. Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Kapsam Geçerliği: Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi'nde yer alan maddeler düzenlenirken, ders kitapları, sınav soruları, okul notları ve konu ile ilgili yapılmış çalışmalar dikkate alınarak 78 soru belirlenmiştir. Belirlenen sorular arasında hedeflenen kazanımlar doğrultusunda 13 soru seçilmiştir. Özellikle Lineer cebir kitaplarında lineer denklem sistemleri ile ilgili tanım/ anlam bilgisi ve işlem/ yorumlama becerisinin sorgulandığı ve sıkça karşılaşılan soru türlerinden seçimler yapılmıştır. Seçilen sorulardan her biri testin kapsam geçerliğini sağlayacak şekilde, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri konusundaki yeterliklerini belirlemek üzere seçilmiştir. Aşağıdaki tabloda lineer denklem sistemleri konusundaki alt başlıklar için teste yer alan soru sayısı dağılımı gösterilmiştir. Bu dağılım ile bütün alt başlıklarına en az birer örnek verilmeye çalışılmış ve alınan beş uzman görüşü desteği ile kapsam geçerliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Lineer denklem sistemleri performans testinin konulara göre soru dağılımı incelendiğinde aşağıdaki gibi bir sınıflama yapmak mümkündür.

Tablo35
Lineer Denklem Sistemleri Performans Testinin konulara göre soru dağılımı

	Tanım/Anlam Bilgisi	İşlem/Yorumlama Becerisi
Lineer Denklem Sistemlerini Tanımlama	1.	2.
Elemanter Satır İşlemleri İle Çözüm Bulma	3, 4.	5, 6, 9.
Determinantla Çözüm Bulma (Cramer Kuralı)	7.	8, 9.
Ters Matrisle Çözüm Bulma	4, 7, 10, 11.	12.
Çözümü Cebirsel Yorumlama		5, 9, 12.
Çözümü geometrik yorumlama		6, 8, 12.

Görünüş Geçerliği: Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi geçerliği olan çeştili kitaplardan ve alan yazındaki ilgili kaynaklardan hazırlanmıştır. Konu uzmanı iki öğretim üyesi desteği ile birlikte hazırlanan testin görünüş geçerliği araştırılmıştır. Bu bağlamda testin geçerliğini sınamak üzere uzman görüşüne başvurulmuştur. Yapılan deneme çalışmalarından sonra imla ve anlam hatalarından arındırılan test matematik eğitimi alanında doktorasını tamamlamış üç uzman tarafından geçerli bulunmuştur. 5, 9, 12, 13.(1, 2, 3).

Güvenirlik: Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi'nin güvenirliğini belirlemek için bu testi cevaplayan öğrencilerden rastgele seçilen 5 öğrencinin cevap kâğıtları seçilmiş Lineer cebir dersine vakıf olan üç uzman tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanlar tarafından cevap kağıtlarına verilen puanlar arasındaki ilişkiye Spearman korelasyon katsayısı ile bakılmış, Tablo 36'da yer alan değerlere göre aradaki ilişkinin pozitif yönde anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo36
Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi için uzman puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi

	1. Uzman	**2. Uzman**	**3. Uzman**
1. Uzman	r=1	.921**	.862**
2. Uzman		r=1	.886**
3. Uzman			r=1

** Korelâsyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

3.3.1.3. Temsil Dönüşüm Testi

Temsil Dönüşüm Testi, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerinin çözümünde kullanabilecekleri temsilleri ve temsiller arası geçişlerdeki başarıyı ve bu süreçte karşılaşılan güçlükleri belirlemek üzere araştırmacı ile iki uzman tarafından araştırma problemleri doğrultusunda geliştirilmiştir. Test, boyut ve temsiller olmak üzere ana olarak iki kategoriye sahiptir. Bu bağlamda, Schultz ve Waters (2000)'ın araştırmalarında önerdikleri üzere beş gösterimin m bilinmeyen sayısını ve n denklem sayısının göstermek üzere m=2, 3, 4 ile n=2, 3 denklem sistemlerinin çözüm süreçleri üzerinde durulmaktadır. Test beş maddeden oluşmaktadır ve her bir madde de kendi içinde farklı gösterimlere çeşitlerine geçişleri kapsamaktadır. Bu çalışmada, Sevimli'de (2009) olduğu gibi çoklu temsiller yaklaşımı "Bir matematiksel kavramın veya ilişkinin değişik biçimlerde ifade edilmesine olanak sağlayan gösterim biçimleri" şeklinde tanımlanmaktadır. Araştırmada kullanılan çoklu temsil terimi; somut, cebir, matris, grafik ve tablo "dış çoklu temsil" türlerinin lineer denklem sistemlerinin çözümünde kullanılması anlamı taşımaktadır. Bunun sonucu olarak, Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi bu beş temsilin kullanılabileceği şekilde geliştirilmiştir. Testin başlangıcında öğretmen adaylarının temsil türleri ile bilgilerini tazelemek veya yenilemek için Schultz ve Waters (2000)'ın çalışmalarında kullandıkları örnekler verilmiş, temsil türleri açıklanmaya çalışılmıştır. Temsil dönüşüm testinin kapsamında hazırlanan beş maddenin her biri bir dönüşüm sürecini ve her bir dönüşüm lineer denklem sistemleri çözümünün belli bir bileşenini göstermektedir. Bu testte yer alan beş sorunun her biri iki temel karakteristik üzerine kurulmuştur. Bunlar girdi temsilleri ve çıktı temsilleridir. Girdi temsilleri problem verilerinin ifade edildiği temsillerdir, çıktı temsilleri ise problem çözümünün amaçladığı temsillerdir (Sevimli, 2009). Girdiler büyük harfle ilk, çıktılar küçük harfle ikinci olarak gösterilmiş ve her bir sorunun girdi-çıktı sistemindeki yeri ile ilgili tabloya aşağıda yer verilmiştir. Somut temsili "S veya s", cebir temsili "C veya c", matris temsili "M veya m", grafik temsili "G veya g" ile tablo temsili "T veya t" ile gösterilmiştir. Örneğin, Mc ile gösterilen temsil dönüşüm testinde matris temsili olarak verilen bir lineer denklem sisteminin cebir temsili ile ifade edilerek çözümünü gerektirmektedir. Tablo 37'de LİTDT sorularının karakteristikleri verilmiştir.

Tablo37
Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi Soruların Karakteristiği

Soru No	**Girdi Temsili**	**Çıktı Temsili**	**Boyut**
1	C	c s m g t	2x3
2	S	c s m g t	2x2
3	M	c s m g t	4x2
4	G	c s m t	2x2
5	T	c s m g	3x3

Yukarıda tabloda görüldüğü üzere bazı temsil içi ve temsiller arası geçişler mümkün olmamıştır. Temsil içi geçişler lineer denklem sistemlerinin verildiği ve çözümün beklendiği temsillerin aynı olması durumunu ifade ederken, temsiller arası dönüşüm problemin verildiği ve çözümün beklendiği temsillerin birbirinden farklı olması durumunu kapsamaktadır. Grafik ve tablo temsilleri ile ilgili olarak, yapılan çalışma kağıt-kalem çalışması olduğundan ve bu temsiller arası geçişlerin katılımcılar açısından bilgisayar ortamında kullanımı gibi pratik olmayacağı ve katılımcıları zorlayacağı için verilerin kalitesinin düşme ihtimali düşünülmüş olup katılımcılardan 4. ve 5. sorularda bu temsillerin dönüşümü yapmaları istenmemiştir. Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi sorularına ilişkin bir örnek verilmiştir.

Örnek:

Yukarıda somut temsili verilmiş lineer denklem sistemini cebir temsilini kullanarak çözünüz.

Veriler resimler yardımıyla ifade edildiğinden girdi temsili somuttur. Soruda cebir temsili kullanarak çözülmesi istendiğinden çıktı temsili cebirdir. Bu soruda temsiller arası dönüşüm becerisi yoluyla çözümü istenmiştir (Sc).

Temsil dönüşüm testi kapsamlı bir ölçme aracının gereklilikleri doğrultusunda geliştirilmiştir. Testte yer alan beş soru alışılmış ders kitaplarındaki soruların yanında alışılmadık durumları da sınamaktadır. Bu sebeple uzmanlar tarafından yeterli güvenirliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca test salt matematiksel sorularının yanı sıra günlük hayatı içeren sorularda bulunmaktadır. Geliştirilen ölçme aracı deneme çalışması yapılmak üzere katılımcıların bir üst grubuna uygulanmış böylelikle anlam hatalarından arındırılması ve uygulanabilirliğinin sağlanmasına çalışılmıştır. Deneme çalışmaları ve geçerlik-güvenirlik ile ilgili analizlere bir sonraki bölümde yer verilecektir.

3.3.1.3.1. Temsil Dönüşüm Testi Deneme Aşaması

Temsil dönüşüm testi, deneme çalışması kapsamında 2. sınıf 40 Matematik bölümü öğrencisine uygulanmıştır. Yapılan bu deneme çalışması, testin ortalama süresinin belirlenmesi, karşılaşılan anlam ve mantık hatalarının giderilmesi, testte yer alan imla ve yazım hatalarının düzeltilmesi, benzer özellikler taşıyan grubun çözüm süreçleri ile gerçek uygulamalara yönelik fikir edinilmesi açısından önemlidir.

Deneme çalışmalarından temsil dönüşüm testinin 50 dakikada tamamlandığı görüldüğünde bu testin gerçek uygulama süresi bu süre referans alınarak belirlenmiştir. Anlamsal olarak düşük olduğu fark edilen soru cümleleri değiştirilmiştir.

3.3.1.3.2. Temsil Dönüşüm Testi Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Testin geçerliliği kapsam geçerliği ve görünüş geçerliği bağlamında ele alınmış, güvenirlik çalışmalarına da yer verilmiştir.

Kapsam Geçerliği: Temsil Dönüşüm Testinde yer alan sorular hazırlanırken daha çok konuyla ilgili yapılmış çalışmalar ve ders kitapları baz alınmıştır. Sorular öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerini çözme sürecinde temsil içi ve temsiller arası geçişlerinin belirlemek üzere seçilmiştir. Testin kapsam geçerliğini belirlemek için beş uzman görüşü alınmıştır. Uzmanların desteği ile testin ölçmeyi hedeflediği temsil dönüşümleri bağlamında yeterliğe ve kapsam geçerliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Görünüş Geçerliği: Yapılan deneme çalışmasından sonra anlam hataları ve teste yer alan şekillerin görünümü ile ilgili çeşitli düzenlemelere gidilerek test uzman görüşüne sunulmuştur. Görünüş geçerliği Matematik eğitimi alanında doktorasını tamamlamış iki uzman kontrolleri doğrultusunda yapılmıştır. Uzmanlar testi tamlık (doğruluk) ve madde formatı bağlamında değerlendirmişlerdir. Sonuçlar verilen çözüm yollarının doğru olduğu ve madde yapılarının uygunluğu ve dolayısıyla testin görünüş geçerliğine sahip olduğu yönündedir. Alınan uzman görüşleri testin görünüş geçerliliği için yeterli kabul edilmiştir.

Güvenirlik: Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testinin güvenirliğini belirlemek için bu testi cevaplayan öğrencilerden rastgele seçilen 5 öğrencinin cevap kâğıtları seçilmiş Lineer cebir dersine vakıf olan üç uzman tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanlar tarafından cevap kağıtlarına verilen puanlar arasındaki ilişkiye Spearman korelasyon katsayısı ile bakılmış, Tablo 38'de yer alan değerlere göre aradaki ilişkinin pozitif yönde anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo38
Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi için uzman puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi

	1. Uzman	**2. Uzman**	**3. Uzman**
1. Uzman	r=1	.766**	.848**
2. Uzman		r=1	.824**
3. Uzman			r=1

** Korelâsyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

3.3.1.4. Yarı-yapılandırılmış Görüşme

Nitel araştırmada görüşme, temel veri toplama araçlarındandır. İnsanların gerçekliğe ilişkin algılarına, anlamlarına, tanımlamalarına ve gerçeği inşa edişlerine vakıf olmanın iyi bir yoludur (Punch, 2005, s. 165). Ekiz'in (2003, s. 61) tanımıyla, görüşme metodu insanların neyi ve neden düşündüklerini, duygu, tutum ve hislerinin neler olduğunu davranışlarını yönlendiren faktörleri ortaya çıkarmayı sağlayan veri toplama aracı ve insanın zihnine ve kalbine girmeyi amaçlayan bilimsel bir araçtır. Yıldırım ve Şimşek'in (2006, s. 119) aktardığı üzere, Stewart ve Cash (1985) görüşmeyi, önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci olarak tanımlamıştır. Bu tanımda, "süreç" iletişimdeki sürekliliği ve dinamikliği; "karşılıklı" iki veya daha fazla birey arasında gerçekleşen karşılıklı etkileşimi; "etkileşimli" görüşmeye dahil olan bireyler arasında oluşan bireyler arası bağı; "önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç" görüşmeye dahil bireylerden en az birinin belli bir amacı olduğunu ve bu amaca yönelik bilgi toplama çabası olduğunu; "soru sorma ve yanıtlama" görüşme sürecince görüşmeye dahil olan bireyler arasındaki etkileşim ve ilişkiyi başlatma ve sürdürme; bunun yanı sıra taraflardan en az birinin önceden planlanmış amacının gerçekleştirilmesine hizmet etme ve bu amaca yönelik bilgiye ulaşmayı sağlama işlevini ifade eder. Patton (1990) ilk bakışta kolay bir veri toplama yöntemi gibi görünen görüşme, aslında beceri, duyarlılık, yoğunlaşma, bireyler arası anlayış, öngörü, zihinsel uyanıklık ve disiplin gibi pek çok boyutu kapsaması bakımından hem bir sanat hem de bir bilimdir (akt. Lodico, Spualding ve Voegtle, 2006). Cohen ve diğerlerine (2000) göre görüşme, araştırmanın amacı doğrultusunda doğrudan bilgi toplamak, bir hipotezi test etmek veya yenisini kurmak ve araştırmada kullanılan diğer metotlarla bağlantılı olarak üç farklı amaçla kullanılabilir. Yani, araştırma sırasında daha ayrıntılı bilgi gerektiğinde, diğer yöntemlerle elde edilen bilgileri doğrulamak için görüşme yöntemi kullanılabilir. Mülakat süresince mülakatı yapan kişinin en temel görevlerinden biri karşı tarafın rahat, dürüst ve doğru şekilde tepkide bulunmasını sağlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 120).

Görüşme metodu, yapı ve katılımcılar bakımından iki kısma ayrılmaktadır. Katılımcı bakımından görüşme metodu, grup görüşme ve odak grup görüşme metodları olarak ikiye ayrılır (Ekiz, 2003, s. 63). Yapı ya da kuralların katılığı bakımından görüşme metodu, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak üçe ayrılır (Karasar, 1999). Yapılandırılmış görüşmede ne tür soruların ne şekilde sorulacağı, hangi verilerin toplanacağını en ayrıntılı şekilde belirleyen mülakat planının aynen uygulanması söz konusudur. Yapılandırılmamış mülakatta ise görüşme tamamen esnektir. Burgess (1984) görüşmenin karşılıklı bir diyalog içerisinde "amaçlı sohbetler" olarak düşünülmesidir (Ekiz, 2003, s. 62). Yarı yapılandırılmış mülakatlarda ise izlenecek yol ve sorulacak temel birkaç soru kabaca belirlenir ve bu sorular mutlaka kullanılır. Görüşmenin gidişatına göre yeni sorular sorulabilir veya soru değiştirilebilir. Önceden belirlenen soruların kullanılması yönünden yapılandırılmış görüşmeye, yeni soruların eklenmesi veya değiştirilebilirliği yönüyle de yapılandırılmamış görüşmeye benzerdir. Bu görüşme türünde araştırmacı, hem konuya ilişkin doyurucu bilgi edinme, hem de mülakatı belli bir seyirde götürme şansına sahip olur (Altunışık ve diğ. , 2004, s.84).

Bu araştırmada, farklı lineer denklem sistemleri performansına, dönüşüm becerisine ve öz-yeterlik algısına sahip uygun amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiş 6 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerini tanıma, çözme ve çözümlerini yorumlama süreçleri ve de lineer denklem sistemlerinde çoklu gösterimlerin kullanımı hakkındaki görüşleri derinlemesine öğrenmek hedeflenmiştir. Görüşmelerde en genel olarak öğretmen adaylarına aşağıdaki sorular sorulmakla birlikte görüşme sürecindeki gelişmeler farklı soruların gelişmesine olanak tanımıştır. Görüşme soruları aşağıdaki gibidir:

- Lineer denklem sistemlerini nasıl tanımlıyorsunuz?
- Lineer denklem sistemlerini çözerken hangi yöntem ya da yöntemleri kullanıyorsunuz? Neden?
    - Lineer denklem sistemini çözerken, katsayılar matrisinin boyutu çözüm yönteminizi etkiler mi? Nasıl etkiler?
    - Lineer denklem sistemini çözerken, sisteminin homojen olup olmaması çözüm yönteminizi etkiler mi? Nasıl etkiler?
- Lineer denklem sistemlerinin çözüm kümelerini "cebirsel veya geometrik olarak yorumlama" ifadesinden ne anlıyorsunuz?
    - Sizce "Sonsuz çözüm vardır." ifadesinin anlamı nedir?
    - Sizce "Çözüm yoktur." ifadesinin anlamı nedir?
    - Sizce "Tek bir çözüm vardır" ifadesinin anlamı nedir?
- Lineer denklem sistemlerinin çoklu gösterimlerin kullanımı açısından nasıl değerlendiriyorsunuz?
    - En çok hangi gösterim türünün kullanımında kendinizi rahat hissediyorsunuz? Neden?
    - En çok hangi gösterim türünün kullanımında zorlanıyorsunuz? Neden?
- Lineer denklem sistemlerini günlük hayat uygulaması olarak nasıl değerlendiriyorsunuz?
- Lineer denklem sistemlerini çözme ve yorumlama açısından kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Neden?

3.3.2. Uygulama Süreci

Asıl uygulama 2009-2010 bahar yarıyılının onuncu haftasında iki aşamada gerçekleşmiştir. İlk aşamada öğretmen adaylarına LİYAÖ VE LİTDT birlikte matematik öğretmenliği 2. sınıf 42 öğrenciye uygulanmıştır. LİYAÖ'nün uygulanması 10 dakika sürmüştür. LİTDT ise 50 dakika sürede uygulanmıştır. Asıl

uygulamanın ikinci aşamasında ise LİPT yine aynı çalışma grubuna uygulanmıştır. Uygulama 50 dakika sürmüştür.
Araştırmacı tarafından ilk olarak LİYAÖ'nün uygulanmasına karar verilmiştir. Ölçeğin LİPT'den sonra uygulanması öğretmen adaylarının öz-yeterlik algı kararlarını etkileyeceği düşünülmektedir. Bu sebeple LİYAÖ ilk uygulanan veri toplama aracı olmuştur. LİPT ile LİTDT'nin uygulama sırasının önemli olmadığı kararlaştırılmıştır. Uygularken ise LİPT en son uygulanan veri toplama aracı olmuştur.

3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ VE YORUMLANMASI

Bir araştırmada veri toplama çalışmanın önemli bir aşamasıdır, fakat verilerin toplanmasından sonra, elde edilen işlenmemiş verilerin, araştırma sorularına, kuramsal ya da pratik yönden, çözüm önerileri geliştirmesini sağlayacak şekilde çözümlenip yorumlanması ve değerlendirilmesi gerekliliğini ifade edilmektedir (Karasar, 1999, s. 197). Altunışık vd. (2004, s. 135) veri çözümlemeyi, toplanmış verilere anlam kazandırma işi olarak görmektedir. Punch (2005, s. 108) veri çözümleme sürecinde vurgulanması gereken iki nokta olduğunu belirtmektedir. Bunlardan birincisi, araştırmada verilen çözümlenme yönteminin araştırma soruları tarafından yönlendirilmesidir. İkincisi ise değişkenleri ölçme düzeyidir. Bu sürecin başarılı olması için toplanan verinin nitelikli olması gerekliliği kadar uygun bir analiz tekniği seçilmelisi önemlidir (Altunışık vd., 2004, s. 158). Araştırmada nicel ve nitel veriler birlikte kullanılmıştır. Nicel verilerin çözümlenmesinde SPSS 13.0 programı, nitel verilerin analizinde ise kategori yöntemi ve betimsel istatistik kullanılmıştır.

3.4.1. Nicel Analiz

Nicel verilerin çözümlenmesine genellikle istatistik denir (Punch, 2005, s. 107). Bu amaçla araştırmada öğretmen adaylarına uygulanan LİYAÖ sonuçları SPSS 13.0 istatistik paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Bu kısımda ilk olarak LİYAÖ geliştirilmesi aşamasında yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmalarında kullanılan veri çözümleme ve yorumlama yöntemi açıklanmıştır. Sonrasında LİYAÖ'nün asıl uygulama sonucunda elde edilen verilerin çözümleme ve yorumlama yöntemi açıklanmıştır.

LİYAÖ'nin yapı geçerliğini belirlemek için faktör analizi yapılmış, ölçekte yer alan maddelerin lineer denklem sistemi öz-yeterlik 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.

Sonraki aşamada LİYAÖ'nin yapı geçerliği için madde analizine başvurulmuştur. Madde analiz işlemlerinde; 0.05 anlamlılık düzeyi esas alınarak madde toplam, madde kalan ve madde ayırt edicilik değerleri hesaplanmış, ölçeği oluşturan maddeler belirlenmiştir.

Test tekrar test güvenirliği tespitinde LİYAÖ aynı gruba ilk uygulamadan 4 hafta sonra uygulanmıştır. Her iki uygulamada alınan sonuçlar arasında Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

LİYAÖ'nin geliştirilmesinde, iç tutarlılık hesapları ölçeklerin tümü ($m=n$, $m\neq n$) ve onları oluşturan alt ölçekler için ayrı ayrı bu üç yöntemle hesaplanmıştır.

Asıl uygulamanın analizinde yine SPSS 13.0 paket programından faydalanılmıştır. Merkezi eğilim ve dağılım ölçülerinde ortalama, standart sapma ve ortalamanın standart hatası hesaplanmıştır. Ayrıca değişkenler arasındaki ilişkiye Spearman korelasyonu ile bakılmıştır.

3.4.2. Nitel Analiz

Geleneksel nicel araştırmalarda, veri analiz edilmeden hatta veri toplanmadan önce nasıl yapılabileceği, hangi kural, metot ve prosedürlerin uygulanacağı planlanır. Oysaki nitel araştırmalarda, araştırmanın sonuna kadar ya da veriler toplanana kadar takip edilecek prosedür açık olmayıp verilerle birlikte ortaya çıkar ve şekillenir (Ekiz, 2003, s. 73). Bu bağlamda nitel veri analizi, araştırmacıların en fazla güçlük çektiği aşamalardan biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 221). Araştırmacılar bu analiz sürecinde nicel araştırmacılara göre çok daha sorumlu durumdadır. Bu araştırmalarda, araştırmacı yaratıcı olması ve analitik düşünmesi esastır (Ekiz, 2003, s. 73).

Nitel verilerin analizi sistematik bir süreçtir. Bu süreç verilerin çözülebilir ve ayrıştırılabilir hale getirilmesi ile başlar, düşünce ve süreçlerin birleştirilmesi ve sentez edilmesi ile devam eder ve konular, örnekler ve hatta kuramların oluşturulması ile son bulur (Ekiz, 2003, s. 73). Miles ve Huberman (1994) ise veri analizini birbirleriyle bağlı veri indirgeme, veri gösteri, sonuç çıkarma ve doğrulama olmak üzere üç alt süreç olarak tanımlanmaktadır. Yıldırım ve Şimşek'e (2005) göre nitel araştırmada içerik analizi dört aşamada analiz edilir: Verilerin kodlanması, kategorilerin bulunması, kodların ve kategorilerin düzenlenmesi, bulguların tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Bu çalışmada çözüm süreçlerinin değerlendirilmesinde kategori yöntemi kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçlarından alınan cevaplar ilk aşamada doğru cevap, kısmi cevap, yanlış cevap ve cevapsız olmak üzere sınıflandırılmış, testlerden aldıkları genel puan "doğru cevap=3, kısmi cevap=2, yanlış cevap=1 ve cevapsız=0" puan olmak üzere hesaplanmıştır.

3.5. ARAŞTIRMANIN GEÇERLİĞİ VE GÜVENİRLİĞİ

Bilimsel araştırmanın en önemli ölçütlerinden biri sonuçların inandırıcılığıdır. Sonuçların inandırıcılığını ise en yaygın olarak geçerlik ve güvenirlik ölçütleri sağlamaktadır. Geçerlik ve güvenirlik, araştırmanın paradigmasından bağımsız değildir. Yani nicel ve nitel yaklaşımlarda farklılık göstermektedir. Nicel araştırmalarda, araştırmacıdan araştırma sorusuna uygun araştırma deseninin oluşturulması ve doğru istatistiksel yöntemler ve tanımlar kullanarak sonucu rapor etmesi beklenirken, nitel araştırmada ise toplanan verilerin ayrıntılı olarak açıklanması beklenir (Cohen ve diğerleri, 2000). LeCompte ve Goetz (1982) tanımladığı üzere, geçerlik genel anlamda araştırmanın sonuçlarının doğruluğunu konu edinir. Dış geçerlik, elde edilen sonuçların benzer gruplara ya da ortamlara aktarılabilirliğine, iç geçerlik ise araştırma sonuçlarına ulaşırken izlenen sürecin çalışılan gerçekliği ortaya çıkarmadaki yeterliğe ilişkindir. Güvenirlik ise araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliği ile ilgilidir. Dış güvenirlik, araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda aynı şekilde elde edilip edilemeyeceğine, iç güvenirlik ise başka araştırmacıların aynı veriyi kullanarak aynı sonuçlara ulaşıp ulaşamayacağına ilişkindir (akt. Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 255). Lincoln ve Guba (1985) ise nitel bir araştırmada, iç geçerlik yerine *inandırıcılık*, dış geçerlik(genelleme) yerine *aktarılabilirlik* kavramlarını, iç güvenirlik yerine *tutarlılık* ve dış güvenirlik(tekrar edilebilirlik) yerine *teyit edilebilirlik* kavramlarını kullanmayı önermektedirler (akt. Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 264). Bu çalışma nitel yaklaşıma sahip olması sebebiyle evrene genelleme yapma söz konusu değildir. Dolayısı ile Lincoln ve Guba'nın önerdiği kavramlar kullanılacaktır.

Lincoln ve Guba, araştırmada inandırıcılığın sağlanması için araştırmacıların kullanabilecekleri birtakım stratejiler önermektedir. Bunlar: Uzun süreli etkileşim, derinlik odaklı veri toplama, çeşitleme, uzman incelemesi ve katılımcı teyidi. Araştırmacı, veri kaynakları ile uzun süreli bir etkileşim halinde olmalıdır. Bu araştırmada, araştırmacı veri toplama araçlarını üç ay boyunca uygulamıştır. Derinlik odaklı veri toplama stratejisini kullanarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Burns (2000, s. 419) çeşitlemeyi, bir araştırmada insan davranışlarının zenginliğini ve karmaşıklığını tam anlamıyla ortaya koyabilmek için farklı bakış açılarıyla yaklaşarak birden fazla farklı tekniklerle çalışılması olarak tanımlamaktadır. Bu çalışmada birden fazla nitel ve nicel veri toplama aracı kullanılmıştır. Araştırmada dökümanların hazırlanması ise iki ay kadar sürmüş ve bu süreçte uzman görüşlerine sıkça başvurulmuştur. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler ayrıca katılımcı teyidi niteliğini de taşımaktadır.

Erlandson ve diğerlerine (1993) göre, aktarılabilirlik özelliğini sağlamak için ise ayrıntılı betimleme ve amaçlı örnekleme yöntemleri önerilmektedir (akt. Şimşek ve Yıldırım, 2006, s. 271). Çalışmada, uygun amaçlı örnekleme tekniği kullanılarak belirlenen katılımcılarla çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemi çözme süreçleri ve performansları, öz-yeterlik algıları ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Ayrıca çalışmada kullanılan yöntemler ve veri toplama araçları sınırlılıklarıyla birlikte açıklanmış, elde edilen bulguların nasıl elde edildiği ve yorumlandığı değerlendirme örnekleriyle gösterilmiştir.

Güvenirlik, bir ölçme aracının hatalardan arınık olarak ölçme yapabilme yeterliğidir. Karasar (1999) güvenirliği, bir ölçme aracının, ölçmek istediği şeyi tutarlı ve istikrarlı bir biçimde ölçebilme derecesi olarak tanımlar. Nicel araştırmalarda bir araştırmanın güvenilir olabilmesi için, benzer bir grupla benzer bir içerikte tekrar yapıldığında yine benzer sonuçların alınacağını göstermesi gerekmektedir. Nitel araştırmada ise tutarlılık ve teyit edilebilirlik kavramları söz konusudur. Tutarlık, tekrar edilebilirlik sorununa karşı konmuş bir güvenirlik ölçütüdür. Burada olay ve olguların değişkenliği kabul edilir ve bu değişkenliği, araştırmaya tutarlı bir biçimde yansıtabilen bir yaklaşım olması arzu edilir. Erlandson ve diğerleri (1993) tutarlığın sağlanması için tutarlık incelemesi yapılmasını önermektedir (Şimşek ve Yıldırım, 2006, s. 272). Bu stratejide amaç araştırmaya dışarıdan bir gözle bakılması ve araştırmacının araştırma adına gerçekleştirdiği bütün basamaklarda tutarlı davranıp davranmadığını ortaya koymaktır. Bu bağlamda veri toplama araçlarının oluşturulması sırasında araştırmacı benzer yaklaşımlar kullanmış, verilerin toplanması sürecinde sınıf ortamındaki atmosferin birbirine benzer olmasına dikkat edilmiş, sınıf içi uygulamalar benzer sürelerde yapılmış ve görüşmelerde sorulan soruların aynı zamanda benzer bir üslupla sorulması sağlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen verilerin analizi araştırma problemi ve yöntemde belirlenen kriterler esas alınarak yapılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler neticesinde elde edilen bulgular tekrar yorumlanmış ve gözlemlenen tutarsızlıklardan da bahsedilmiştir. Sonuçlar bulgular ilişkilendirilmesi ve yorumlanması ile oluşturulmuştur.

Nitel araştırmalarda güvenirlikle ilgili bir diğer ölçüt de teyit edilebilirliktir. Nitel araştırmalarda, nicel araştırmalardaki gibi araştırmacının hiç etkisinin olmadığı bir araştırmadan söz edilemez. Bunun yerine araştırmacıdan ulaştığı sonuçları topladığı verilerle sürekli teyit etmesi ve bunlarla ilgili okuyucuya mantıklı bir açıklama yapabilmesi beklenir. Erlandson ve diğerleri (1993) bu hususun ne ölçüde gerçekleştiğinin belirlenmesi için "teyit incelemesi" stratejisinin kullanılmasını önermektedir(Şimşek ve Yıldırım, 2006, s. 272). Buna yönelik olarak sunulan çalışmada araştırmacı herhangi bir biçimde toplanan veriyi, varlığı ya da varsayımları etkilememek için bazı önlemler almıştır. Araştırmacı tüm ham verilerini, analiz aşamasında yaptığı kodlamaları, rapora temel oluşturan algıları, notları, yazıları ve çıkarımları uzman görüşüne sunarak gerektiğinde incelenmek üzere saklamıştır. Bunun yanında veri analizleri araştırmacı ile birlikte üç uzman tarafından yapılarak veri analizinin güvenirliği sağlanmıştır. Yine veri analizinden elde edilen yorumlar başka bir araştırmacıya sunularak yorumları alınarak tekrar düzenlenmiştir. Ayrıca araştırma soruları bağlamında yapılan görüşmeler ile veri güvenirliği teyit edilmiştir.

IV. BULGULAR

Bulgular bölümü altı kısımdan oluşmuştur.

- Birinci kısımda matematik öğretmen adaylarının öz-yeterlik algılarını belirlemeye yönelik geliştirilen ve uygulanan Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği (m<n, m=n, m>n) bulguları sunulmuştur.
- İkinci kısımda, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri konusuna ait hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemeye ve çözüm süreçlerini incelemeye yönelik olarak hazırlanan ve uygulanan Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi bulgularına yer verilmiştir.
- Üçüncü kısımda, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemlerinde kullanılabilecek temsilleri dönüşüm başarılarını belirlemek amacıyla hazırlanan ve uygulanan Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi bulgularına yer verilmiştir.
- Dördüncü kısımda, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri ile öz-yeterlik algıları arasındaki ilişki araştırılmış, ilişkiye dair bulgulara yer verilmiştir.
- Beşinci kısımda, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçleri temsil dönüşüm başarıları bağlamında ele alınmış, aralarındaki ilişkiye dair bulgular sunulmuştur.
- Altıncı ve son kısımda, matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algıları ve çoklu temsil bağlamında incelenmesine yönelik derinlemesine bilgi edinmek için yapılan yarı yapılandırılmış görüşme bulgularına yer verilmiştir.

4.1. LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÖZ-YETERLİK ALGISI ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN BULGULAR

Araştırmacı tarafından geliştirilen Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği, 3 alt ölçekten oluşmaktadır. Buna sebep olan gerekçe ise değişken sayısı (n) ile denklem sayısının (m) birbirlerine göre durumlarından kaynaklanmaktadır. Ölçek, tek seferde 42 matematik öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama süresi, deneme çalışmasında olduğu gibidir. Alt ölçek ve alt boyutların ortalamaları, standart sapmaları ve ortalama standart hataları Tablo 39’da yer almıştır.

Tablo39
Lineer Denklem Sistemleri Öz-Yeterlik Ölçeği (m<n, m=n, m>n) ve alt boyutlarının ortalamaları, standart sapmaları, ortalama standart hataları

Ölçek	**Alt Boyutlar**	**N**	**X**	**ss**	**SH**
m<n	Satır işlemleri ile çözüm bulma	42	3.72	0.86	0.18
	Cebirsel yorumlama	42	3.32	1.03	0.21
	Geometrik yorumlama	42	2.99	0.87	0.18
m=n	Ters matrisle çözüm bulma	42	3.60	0.68	0.14
	Rankla çözüm bulma	42	3.81	0.96	0.19
	Determinantla çözüm bulma	42	3.21	0.72	0.15
	Cebirsel yorumlama	42	3.61	1.09	0.22
	Geometrik yorumlama	42	3.04	0.96	0.20
m>n	Satır işlemleri ile çözüm bulma	42	3.76	0.87	0.18
	Cebirsel yorumlama	42	3.57	0.97	0.15
	Geometrik yorumlama	42	3.23	0.72	0.16

Tablo 39’de görüldüğü gibi m<n durumunda; satır işlemleri ile çözüm bulma alt boyutunun ortalaması 3.72, standart sapması 0.86; cebirsel yorumlama alt boyutunun ortalaması 3.32, standart sapması 1.03; geometrik yorumlama alt boyutunun

ortalaması 2.99, standart sapması 0.87 hesaplanmıştır. m=n durumunda; ters matrisle çözüm bulma alt boyutunun ortalaması 3.60, standart sapması 0.68; rankla çözüm bulma alt boyutunun ortalaması 3.81, standart sapması 0.96; determinantla çözüm bulma alt boyutunun ortalaması 3.21, standart sapması 0.72; cebirsel yorumlama alt boyutunun ortalaması 3.61, standart sapması 1.09; geometrik yorumlama alt boyutunun ise ortalaması 3.04, standart sapması 0.96 bulunmuştur. m>n durumunda; satır işlemleri ile çözüm bulma alt boyutunun ortalaması 3.76, standart sapması 0.87; cebirsel yorumlama alt boyutunun ortalaması 3.57, standart sapması 0.97; geometrik yorumlama alt boyutunun ortalaması 3.23 standart sapması 0.72 olduğu tabloda görülmektedir.

Öğretmen adaylarının öz-yeterlik algısını değerlendirmede Tablo 40'taki kriterler temel alınmıştır. Bağıl değerlendirme yapmak yerine mutlak değerlendirme yapmak tercih edilmiştir. Bu değerlendirme grubun normuna bağlı değildir.

Tablo 40:

LİYAÖ değerlendirme ölçeği

Aralıklar	**Değerlendirme**
1.00-1.49	Hiç yeterli değil
1.50-2.49	Yeterli değil
2.50-3.49	Kararsız
3.50-4.49	Yeterli
4.50-5.00	Çok yeterli

Öğretmen adaylarının öz-yeterlik algı puanlarının genel ortalamaları temel alınarak yapılan değerlendirmede, ortalaması 4,50 ve üzerinde olan öğrenciler "Öz-yeterlik Algısı Çok Yüksek (ÖYAÇY)", ortalaması 3,50 ile 4,49 arasında olan öğrenciler "Öz-yeterlik Algısı Yüksek (ÖYAY)", ortalaması 2,50 ile 3,49 arasında olan öğrenciler "Öz-yeterlik Algısı Orta Düzeyde (ÖYAO)", ortalaması 1,50 ile 2,49 arasında olan öğrenciler "Öz-yeterlik Algısı Düşük (ÖYAD)" ve ortalaması 1.00 ile

1.49 arasında olan öğrenciler "Öz-yeterlik Algısı Çok Düşük (ÖYAÇD)" olarak sınıflanmıştır. Bu bağlamda, beş gruba ayrılan öğretmen adaylarının kişi sayısı ve yüzdelik dilim olarak dağılımları Tablo 41'de betimlenmiştir.

Tablo 41
LİYAÖ'ye göre öğretmen adaylarının öz-yeterlik algısı düzeyleri

	ÖYAÇY	**ÖYAY**	**ÖYAO**	**ÖYAD**	**ÖYAÇD**
Kişi Sayısı	0	25	14	4	0
Yüzdelik Dilim (%)	0.00	59.52	33.33	9.52	0.00

Tablo 41'den anlaşılacağı üzere, ÖYAÇY ve ÖYAÇD olan öğretmen adayları yoktur. ÖYAY olan öğretmen adayları 25, ÖYAO olan öğretmen adayları 14 ve ÖYAD olan öğretmen adayları ise 4 kişidir. Yüzdelik dilimleri ise ÖYAY olanlar %59.52, ÖYAO olanlar %33.33 ve ÖYAD olanlar %9.52 şeklinde dağılım göstermektedir. Bu verilerden hareketle, öğretmen adaylarının yarısından fazlasının öz-yeterlik algısı yüksek çıkmıştır.

4.2. LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ PERFORMANS TESTİNE YÖNELİK BULGULAR

4.2.1. Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarının Belirlenmesi

LİPT, lineer denklem sistemleri konusunda matematik öğretmen adaylarının yeterliklerini ölçmeye yönelik hazırlanan klasik yazılı sınav şeklinde düzenlenen bir testtir. LİPT, tanım/anlam ve işlem/yorumlama becerisi olmak üzere iki alt boyut içermektedir. Tanım/ anlam bilgisi boyutunda 6 soru, işlem/ yorumlama becerisi boyutunda 7 soru bulunmakta olup bu boyutun bir sorusu 3 alt sorudan oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının testte aldıkları puan "doğru cevap=3, kısmi cevap=2, yanlış cevap=1, cevapsız=0" olmak üzere hesaplanmış olup öğretmen adayının testten alabileceği maksimum puan 45, minimum puan ise 0 şeklinde olacaktır. Ayrıca öğretmen adayları tanım/anlam bilgisi boyutunda alabileceği maksimum puan 18 iken, işlem/ yorumlama becerisi boyutundan alabileceği maksimum puan 27 olan

LİPT'nin çalışma grubuna uygulanması sonucunda elde edilen puanlar Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42
LİPT'ne verilen cevapların puan ortalamaları ve standart sapmaları

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Tanım/Anlam Bilgisi	3	15	10.72	3.26
İşlem/ Yorumlama Becerisi	6	23	13.48	4.89
Akademik Başarı	10	36	24.20	6.73

Tablo 42'de görüldüğü üzere, çalışma grubunun tanım/anlam bilgisi alt boyutu ortalaması 10.72, standart sapması 3.26'dır. İşlem/yorumlama alt boyutunun ortalaması 13.48, standart sapması 4.89 olarak bulunmuştur. Her adayın akademik başarı puanı bu iki puan türünün toplanması ile elde edilmiş ve akademik başarı puanı ortalaması 24.20, standart sapması 6.73 şeklinde hesaplanmıştır.

Öğretmen adaylarının akademik başarılarının değerlendirilmesinde Tablo 43'teki kriterler temel alınmıştır. Öz-yeterlik algısının değerlendirilmesinde olduğu gibi bağıl değerlendirme yapmak yerine mutlak değerlendirme yapmak tercih edilmiştir.

Tablo 43
LİPT değerlendirme ölçeği

Aralıklar	Değerlendirme
31-45	Yüksek Düzey
16-30	Orta Düzey
0-15	Düşük Düzey

Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performans testi puanları temel alınarak yapılan değerlendirmede, puanı 31 ve üzerinde olan öğrenciler "Yüksek Düzeyde Akademik Başarı (YDAB)", puanı 16 ile 30 arasında olan öğrenciler "Orta Düzeyde Akademik Başarı (ODAB)" ve puanı 15 ve altında olan öğrenciler "Düşük Düzeyde Akademik Başarı (DDAB)" olarak sınıflanmıştır. Bu bağlamda, üç gruba ayrılan öğretmen adaylarının kişi sayısı ve yüzdelik dilim olarak dağılımları Tablo 44'te betimlenmiştir.

Tablo 44
LİPT sonuçlarına göre öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri

	YDAB	**ODAB**	**DDAB**
Kişi Sayısı	7	32	3
Yüzdelik Dilim (%)	16.67	76.19	7.14

Tablo 44'ten anlaşılacağı üzere, YDAB olan öğretmen adayları 7, ODAB olan öğretmen adayları 32 ve DDAB olan öğretmen adayları ise 3 kişidir. Yüzdelik dilimleri ise YDAB olanlar %16.67, ODAB olanlar %76.19 ve DDAB olanlar %7.14 şeklinde dağılım göstermektedir. Bu verilerden hareketle, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları orta düzeyde yoğunlaşmıştır.

Öğretmen adaylarının LİPT'ye verdiği cevapların doğruluğunun sınıflaması tablodaki (Tablo 45) gibidir.

Tablo 45'ten anlaşılacağı üzere, cevapların tam ve doğru olması doğru cevap olarak değerlendirilmektedir. Cevapların kısmen doğru olup eksik bırakılması veya tam anlamıyla doğru sonuca ulaşılamaması kısmi cevap olarak adlandırılmaktadır. Cevapların yanlış olması hali ise yanlış cevap şeklinde kodlanmıştır. Cevapsız olma hali ise sorunun tekrar yazılması ya da sorunun boş bırakılması halinde değerlendirilmektedir.

Tablo 45
LİPT'ye verilen cevapların doğruluk sınıflaması

Cevap Türü	Özelliği
Doğru cevap	İşlem prosedür doğru, sonuç doğru; Kavram tanımı doğru yapılması.
Kısmi cevap	İşlem prosedürü doğru, sonuç yanlış; İşlem prosedürü doğru, sonuç yok; Kavram tanımı doğru fakat eksik yapılması.
Yanlış cevap	İşlem prosedürü yanlış, sonuç yok; İşlem prosedürü yanlış, sonuç yanlış; Kavram tanımının yanlış yapılması.
Cevapsız	Sorunun cevap olarak yeniden yazılması; Boş bırakılması.

Öğretmen adaylarının LİPT'ye verdikleri cevapların yukarıdaki doğruluk sınıflaması dikkate alınarak incelenmesi halinde performansları Tablo 46'daki gibidir.

Tablo 46'dan anlaşıldığı üzere 1., 6. ve 12. sorular hiç doğru cevaplanmamıştır. İlk soruda öğretmen adaylarından lineer denklem sistemlerini tanımlamaları beklenmektedir. 12. soruda öğretmen adaylarından 3 bilinmeyenli 3 denklemden oluşan denklem sistemini matrisin tersi yöntemiyle çözümlemeleri ve çözümü cebirsel-geometrik olarak yorumlamaları beklenmektedir. Bu iki sorunun en yüksek oranla cevapsız bırakıldığı da tablodan görülmektedir. Altıncı soruda 2 bilinmeyenli 4 denklemden oluşan bir denklem sisteminin elemanter satır işlemleri ile çözümlenmesi ve çözümün geometrik yorumlanması beklenmektedir. Bu sorunun da en çok oranla kısmen cevaplandığı tablodan anlaşılmaktadır.

Tablo 46
Öğretmen adaylarının LİPT performansları

	Doğru Cevap		**Kısmi Cevap**		**Yanlış Cevap**		**Cevapsız**	
	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)
1	0	**0.00**	7	16.67	18	42.86	17	**40.48**
2	11	26.19	6	14.29	23	**54.76**	2	**4.76**
3	10	23.81	22	52.38	8	19.05	2	**4.76**
4	15	35.71	19	45.24	3	7.14	5	11.90
5	14	33.33	22	52.38	3	7.14	3	7.14
6	0	**0.00**	25	**59.52**	9	21.43	8	19.05
7	24	57.14	8	19.05	7	16.67	3	7.14
8	5	11.90	20	47.62	2	4.76	15	35.71
9	3	7.14	17	40.48	7	16.67	15	35.71
10	29	**69.05**	0	**0.00**	0	**0.00**	13	30.95
11	10	23.81	18	42.86	4	9.52	10	23.81
12	0	**0.00**	22	52.38	3	7.14	17	**40.48**
13.1	13	30.95	0	0.00	18	42.86	11	26.19
13.2	12	28.57	0	0.00	20	**47.62**	10	23.81
13.3	25	**59.52**	0	0.00	4	9.52	13	30.95

En çok doğru cevaplanan soru ise % 69.05 oranla 10. soru olmuştur. 10. soruda öğretmen adaylarından 2x2 boyutlu matrisin ek matrisinin bulunması istenmiştir. Bu sorudan alınan cevapların hepsinin doğru olması, kısmi ve yanlış cevabın olmaması dikkat çekmektedir. Bunu % 59.52 yüzde ile 13.3. soru takip etmektedir. 13. sorunun niteliği gereği (çoktan seçmeli) doğru cevap, yanlış cevap ve cevapsız olmak üzere 3 kategoride değerlendirmesi yapılmıştır.En az yüzde ile boş bırakılan 2. soru en yüksek oranla (%54.76) yanlış yapılan soru olmuştur. Bu soruda, öğretmen adaylarından 3 bilinmeyenli 2 denklemden oluşan denklem sistemini AX=B formunda yazmaları istenmiştir. Bu soruyu % 47.62 oranla yanlış cevaplanan 13.2. numaralı soru takip etmektedir. 13. numaralı sorularda öğretmen adaylarından geometrik temsil verilmiş bir denklem sisteminin cebirsel form örneğini seçmeleri beklenmiştir.

LİPT'ye verilen cevaplar testin alt boyutlarına göre analiz edildiğinde ise Tablo 47 elde edilmektedir.

Tablo 47
LİPT'ye verilen cevapların testin alt boyutlarına göre analizi

	Doğru Cevap (%)	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
Satır işlemleri ile çözme (m≠n)	19.84	42.06	**27.78**	10.32
Rank ile çözüm bulma (m=n)	23.81	52.38	19.05	**4.76**
Determinantla çözüm bulma	25.40	35.71	12.70	26.19
Ters matrisle çözüm bulma	**35.32**	28.97	15.87	19.84
Cebirsel yorumlama	26.59	24.21	21.83	27.38
Geometrik yorumlama	**3.97**	**53.17**	**11.11**	**31.75**

Tablo 47'den anlaşılacağı üzere, en çok yüzde oranı (% 35,32) ile doğru cevaplanan alt boyut ters matrisle çözüm bulma alt boyutu olmuştur. En az oranla (% 3.97) doğru cevaplanan alt boyut ise geometrik yorumlama boyutu olmuştur. Bu boyut aynı zamanda en çok kısmen cevaplanan, en az yanlış cevaplanan ve en çok boş bırakılan boyut olmuştur. En çok yanlış yapılan boyut denklem sayısının değişken sayısından farklı olduğu (m≠n) satır işlemleri ile çözme alt boyutudur. En az boş bırakılan alt boyut ise değişken sayısının denklem sayısına eşit olduğu (m=n) rank ile çözüm bulma alt boyutudur.

LİPT'ye verilen cevaplar denklem sistemlerinin boyutlarına göre analiz edildiğinde ise sonuçlar Tablo 48'deki gibidir:

Tablo 48
LİPT'ye verilen cevapların denklem sistemlerinin boyutlarına göre analizi

	Doğru Cevap (%)	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
Denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu durum (m=n)	33.57	25.24	17.62	23.57
Denklem sayısının değişken sayısına eşit olmadığı durum (m≠n)	17.86	43.45	22.02	16.67

LİPT'ye verilen cevaplar denklem sistemlerinin boyutlarına göre incelendiğinde, denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu soruların doğru cevaplanma yüzdesi 33.57, kısmen cevaplanma yüzdesi 25.24, yanlış cevaplanma yüzdesi 17.62 ve cevapsız bırakılma yüzdesi 23.57'dir. Denklem sayısının değişken sayısına eşit olmadığı soruların doğru cevaplanma yüzdesi 17.86, kısmen cevaplanma yüzdesi 43.45, yanlış cevaplanma yüzdesi 22.02 ve cevapsız bırakılma yüzdesi 16.67 olarak hesaplanmıştır. Denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu soruların eşit olmadığı sorulara göre doğru cevaplanma ve cevapsız bırakılma oranı daha yüksekken kısmen ve yanlış cevaplanma oranı daha düşüktür.

4.2.2. Süreç Analizi

Bu bölümde LİPT sorularına öğretmen adaylarının performans testinde karşılaştıkları güçlükleri betimlemeden önce her bir soruya verilen cevapların puan türünden ortalamalarına yer verilecektir. Sonrasında ise güçlük çekilen soruların nedenlerine dair derinlemesine bilgi sahibi olmak için öğretmen adaylarının süreçlerine yer verilecektir.

LİPT'de her bir soruya verilen cevapların puan türünden ortalamaları Tablo 49'da yer almaktadır.

Tablo 49
Her bir sorunun puan türünden ortalaması

Soru Numarası	Ortalama Puan	Soru Numarası	Ortalama Puan
1	0.76	**9**	1.19
2	1.62	**10**	2.07
3	1.95	**11**	1.67
4	2.05	**12**	1.12
5	2.12	**13.1**	1.36
6	1.40	**13.2**	1.33
7	2.26	**13.3**	1.88
8	1.36	**Genel ortalama**	1.61

Tablo 49'dan anlaşılacağı üzere, öğretmen adayları 4., 5., 7. ve 10. sorularda aldıkları puanların ortalaması ikiden fazladır. 1. sorunun puan ortalaması birden düşükken, 9. ve 12. soruların puan ortalamaları ise bire yakındır.

4.2.2.1. LİPT'deki Birinci Soruya İlişkin Bulgular

LİPT'deki birinci soruyu katılımcıların yarısından fazlası boş bırakılarak en çok cevapsız bırakılan sorulardan biri olmuştur. Verilen cevaplar incelendiğinde ise hiç doğru cevap alınamamıştır. Doğru çözüme ulaşan öğretmen adayı sayısının sıfır olması, yanlış ve boş cevap oranının yüksekliği, bu sorunun cevaplanmasında zorluk yaşandığını göstermektedir. Bu soruda öğretmen adaylarından lineer denklem sistemlerini tanımlamaları beklenmektedir. Kısmi cevap yüzdesi % 16.67'dir. Kısmi cevap örnekleri ise aşağıdaki gibidir:

"2 veya daha fazla denklem sisteminin oluşturduğu sistemdir."

"AX=0 veya AX=B bilinmeyenlere ve katsayılara sahip olan sistemlere lineer denklem sistemleri denir."

"m denklemden ve n bilinmeyenden oluşan denklemler olarak tanımlayabiliriz. Bunu matrise dökersek A_{mxn} şeklinde matris oluşur."

Öğretmen adaylarının yarıya yakını bu soruyu yanlış cevaplamıştır. Yanlış cevap örnekleri ise aşağıdaki gibidir:

"Denklem sistemlerini çözmemize yarayan sistemdir."

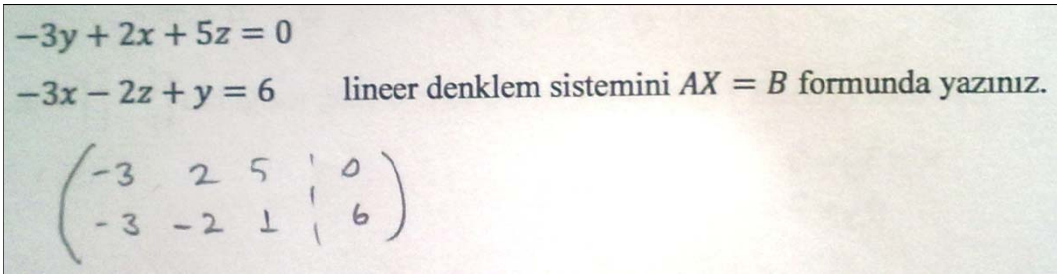
"n bilinmeyenli bir denklem sisteminin çözümüne yardımcı olan bir sistemdir."

"Çok değişkenli birden çok denklemin değişkenlerinin katsayılarının satırlara yerleştirilerek alt alta yazılmasıdır."

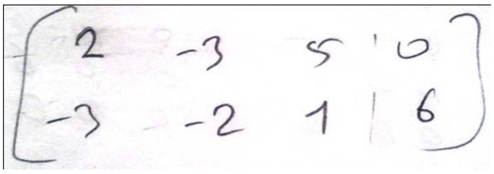
4.2.2.2. LİPT'deki İkinci Soruya İlişkin Bulgular

LİPT'deki ikinci soru öğretmen adaylarının en az boş bıraktıkları soruların birisidir. Bu soruda öğretmen adaylarından verilen denklem sistemini AX=B formunda yazmaları istenmiştir. Katılımcıların yarısından fazlasının yanlış yaptığı bu sorunun yanlış cevap örneği şekildeki (Şekil 20) gibidir. Bu cevapta hem istenilen formda yazılmamış, hem de katsayılar matrisi yanlış düzenlenmiştir. Katılımcıların % 14.29'u bu soruyu kısmen cevaplamıştır. Bu tür cevap örneği Şekil 21'deki gibidir.

Bu cevapta öğretmen adayı denklem sistemini katsayılar matrisini doğru yazmakla birlikte cevabı istenilen formda yazmamıştır.



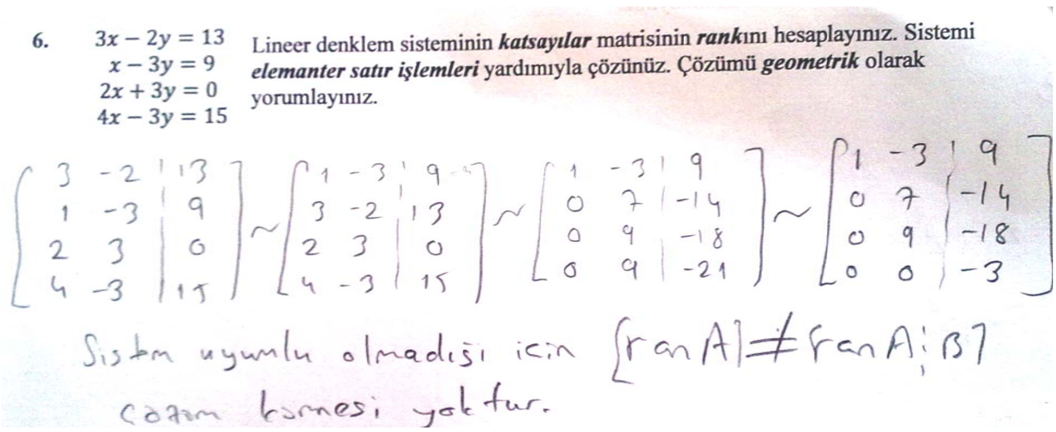
Şekil 20: İkinci soru yanlış cevap örneği



Şekil 21: İkinci soru kısmi cevap örneği

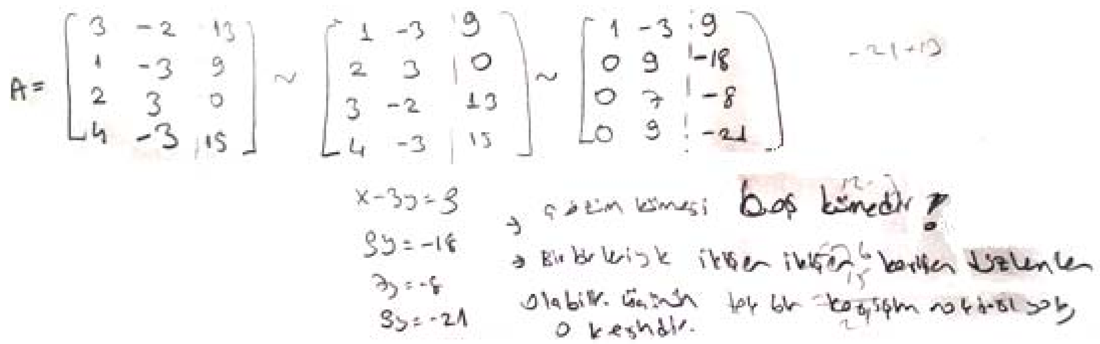
4.2.2.3. LİPT'deki Altıncı Soruya İlişkin Bulgular

LİPT'deki altıncı soru öğretmen adaylarının hiç doğru cevaplayamadıkları sorulardan biridir. Doğru cevap olmaması ile beraber bu soruyu katılımcıların yarısından fazlası kısmen cevaplamıştır. Bu soruda öğretmen adaylarından denklem sayısının değişken sayısından fazla olduğu denklem sistemini elemanter satır işlemi ile çözümlemeleri ve çözümü geometrik olarak yorumlamaları istenmiştir. Alınan kısmi cevap örnekleri aşağıdaki gibidir.



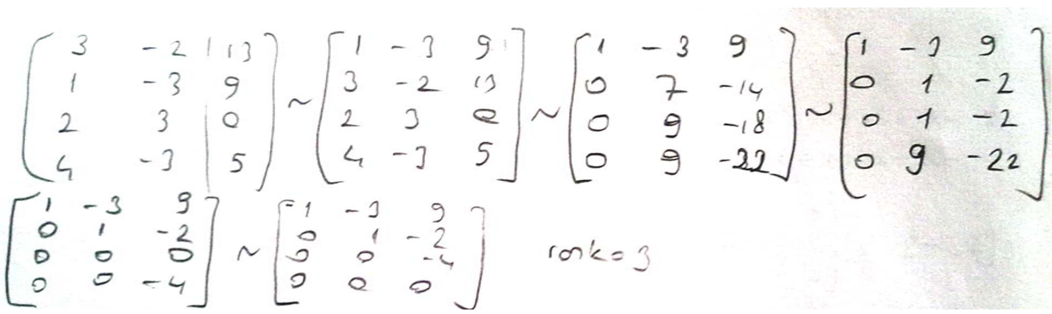
Şekil 22: Altıncı soru kısmi cevap örneği (geometrik yorum yok)

Şekil 22’deki cevap değerlendirilecek olursa, öğretmen adayı cebirsel işlemler yaparak çözümü bulmuş fakat geometrik olarak yorumlayamamıştır.



Şekil 23: Altıncı soru kısmi cevap örneği (geometrik yorum eksik)

Şekil 23’teki cevapta ise öğretmen adayı çözümün boş küme olduğunu bulmuş geometrik yorumu eksik yapmıştır.



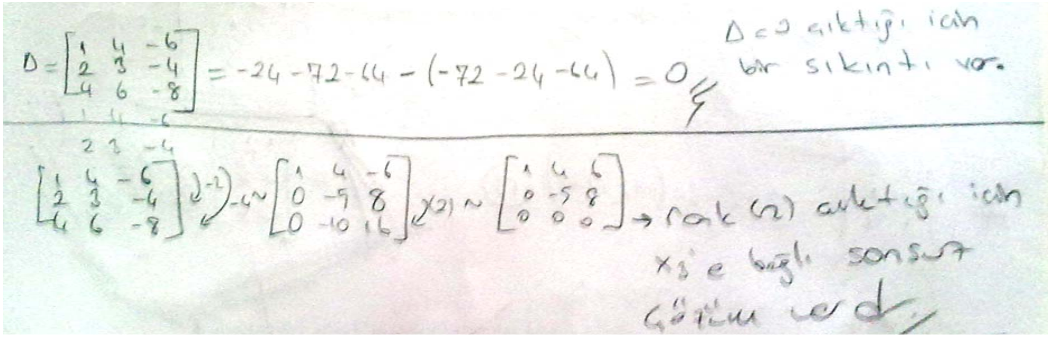
Şekil 24: Altıncı soru yanlış cevap örneği

Bu soruya alınan yanlış cevap örneği ise Şekil 24’teki gibidir. Bu cevapta öğretmen adayı yaptığı elemanter satır işlemleri sonucunda katsayılar matrisinin rankını yanlış hesaplamış, çözüme devam etmemiştir.

4.2.2.4. LİPT’deki Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular

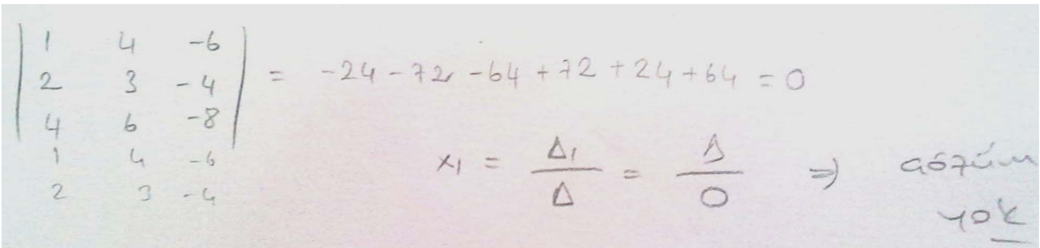
LİPT’deki dokuzuncu soru, öğretmen adaylarına determinantın sıfıra eşit olduğu ve bu durumda Cramer kuralının kullanılamayacağı, çözüm için elemanter satır işlemlerini kullanmalarının beklendiği bir sorudur. Katılımcılar bu soruyu %35.71 yüzde ile boş bırakırken yarıya yakını kısmen cevaplamıştır. Kısmi cevap örneği şekildeki gibidir.

Aşağıdaki kısmi cevap örneğinde öğretmen adayı determinant hesabı yapmış, sıfır çıkması durumunda Cramer kuralını kullanılamayacağını ifade etmiştir. Elemanter satır işlemleri ile çözüme devam etmiş, çözümü cebirsel olarak ifade etmemiş, sonsuz çözüm olacağına dair yorum yapmıştır.



Şekil 25: Dokuzuncu soru kısmi cevap örneği

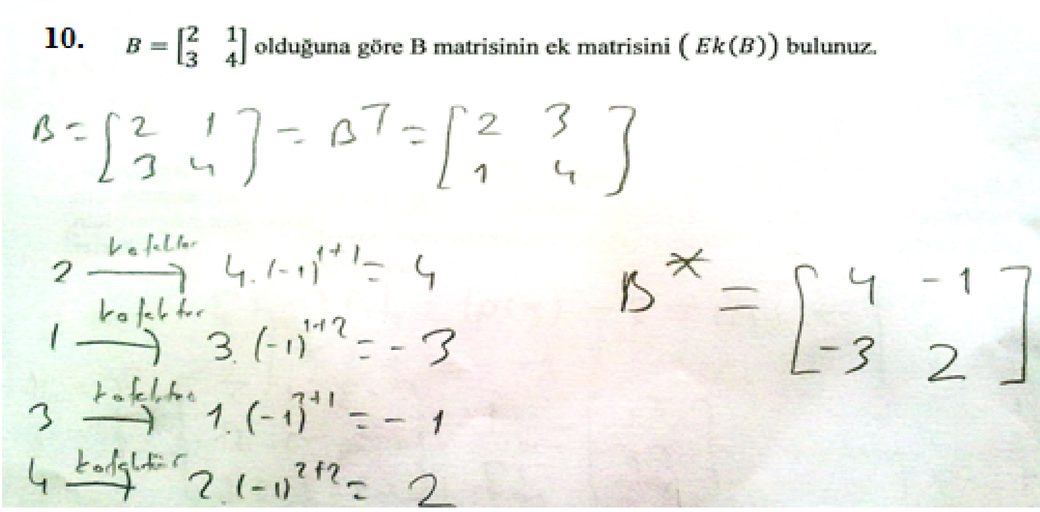
Aşağıdaki şekilde ise katılımcının dokuzuncu soruya ilişkin yanlış cevap örneği verilmiştir. Bu örnekte öğretmen adayı determinantın sıfır olması halinde Cramer kuralının kullanılamayacağını dikkate almadan çözmeye devam etmekte, yanlış yapmaktadır.



Şekil 26: Dokuzuncu soru yanlış cevap örneği

4.2.2.5. LİPT'deki Onuncu Soruya İlişkin Bulgular

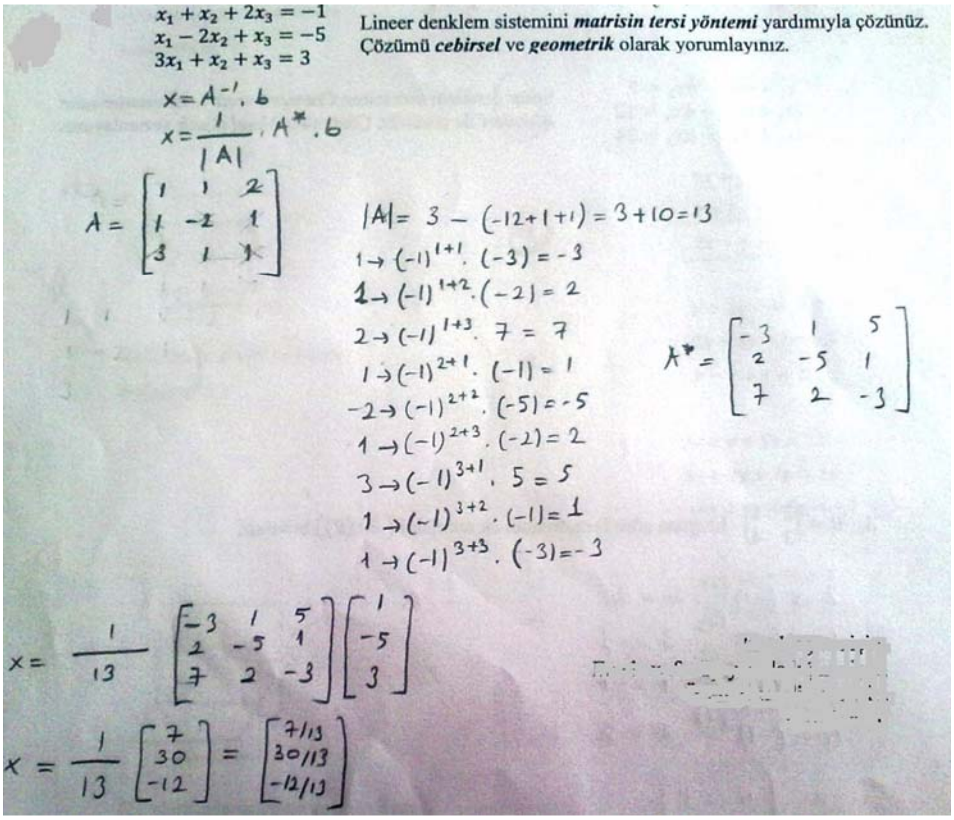
LİPT'deki onuncu soruya verilen cevapların hepsi doğrudur. Ayrıca bu soru en çok doğru yapılan soru özelliğine sahiptir. Bu soruda katılımcılardan 2x2 boyutunda bir matrisin ek matrisinin bulunması istenmiştir. Öğrenciler çoğunlukla kural kullanarak cevaba ulaşmışlardır. Kofaktör hesabı yapıp ek matrisi bulan öğrenci sayısı azınlıktadır. Aşağıda bu soruya ait cevap örneği verilmiştir. Bu soruda öğretmen adayı kofaktör kullanarak ek matrisi bulmuştur.



Şekil 27: Onuncu soru doğru cevap örneği

4.2.2.6. LİPT’deki On ikinci Soruya İlişkin Bulgular

LİPT’deki bu soru katılımcılar tarafından hiç doğru cevaplanmazken yarısını aşkın yüzde ile kısmen cevaplanmıştır ve yarıya yakını boş bırakılmıştır.



Şekil 28: On ikinci soru kısmi cevap örneği

Bu soruda öğretmen adaylarından ters matris yardımıyla denklem sistemini çözmeleri ve çözümlerini geometrik yorumlamaları istenmiştir. Bu soruya verilen cevaplardan hiç birinde çözüm geometrik olarak yorumlanmamıştır. Alınan cevaplardan kimisinde ters matris birim matris yardımıyla bulunmuş, kimisinde ise ek matris ve determinant yardımıyla hesaplanmıştır. Süreçte öğretmen adayları sıklıkla işlem hatası yapmıştır. Kısmi cevap örneği şekildeki gibidir (Şekil 28).

Aşağıdaki kısmi cevap örneğinde öğrenci ters matrisi kofaktör ve determinant yardımıyla hesaplamıştır. Süreçte yaptığı işlem hatasından ötürü sonucu yanlış bulmuş ve çözümü geometrik olarak yorumlamamıştır.

4.3. LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ TEMSİL DÖNÜŞÜM TESTİNE YÖNELİK BULGULAR

4.3.1. Öğretmen Adaylarının Temsil Dönüşüm Başarılarının Belirlenmesi

LİTDT, lineer denklem sistemleri konusunda matematik öğretmen adaylarının temsilleri birbirine ve diğer temsillere dönüştürme performanslarını ölçmeye yönelik hazırlanan klasik yazılı sınav şeklinde düzenlenen bir testtir. LİTDT 5 ana sorudan; ilk üç soru kendi içinde beşe ve son iki soru kendi içinde dörde ayrılmakta olup toplamda 23 sorudan oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının testte aldıkları puan "doğru cevap=3, kısmi cevap=2, yanlış cevap=1, cevapsız=0" olmak üzere hesaplanmış olup öğretmen adayının testten alabileceği maksimum puan 69, minimum puan ise 0 şeklinde olacaktır. LİTDT'nin çalışma grubuna uygulanması sonucunda elde edilen puanlar Tablo 50'de sunulmuştur.

Tablo 50
LİTDT'ye verilen cevapların puan ortalamaları ve standart sapmaları

	Minimum	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
LİTDT genel başarısı	5	51	31.54	12.18

Tablo 50’de görüldüğü üzere, çalışma grubunun LİTDT genel başarı puanı minimum 5, maksimum 51’dir. Ortalaması 31.54, standart sapması 12.18 olarak hesaplanmıştır.

Öğretmen adaylarının temsil dönüşüm başarılarının değerlendirilmesinde Tablo 51’deki kriterler temel alınmıştır. Öz-yeterlik algısının ve akademik başarının değerlendirilmesinde olduğu gibi bağıl değerlendirme yapmak yerine mutlak değerlendirme yapmak tercih edilmiştir.

Tablo 51
LİTDT değerlendirme ölçeği

Aralıklar	**Değerlendirme**
47-69	Yüksek Düzey
24-46	Orta Düzey
0-23	Düşük Düzey

Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri temsil dönüşüm testi puanları temel alınarak yapılan değerlendirmede, puanı 47 ve üzerinde olan öğrenciler “Temsil Dönüşüm Becerisi Yüksek Düzeyde (TDYD)”, puanı 24 ile 46 arasında olan öğrenciler “Temsil Dönüşüm Becerisi Orta Düzeyde (TDOD)” ve puanı 23 ve altında olan öğrenciler “Temsil Dönüşüm Becerisi Düşük Düzeyde (TDDD)” olarak sınıflanmıştır. Bu bağlamda, üç gruba ayrılan öğretmen adaylarının kişi sayısı ve yüzdelik dilim olarak dağılımları Tablo 52’de betimlenmiştir.

Tablo 52
LİTDT sonuçlarına göre öğretmen adaylarının temsil dönüşüm başarı düzeyleri

	TDYD		**TDOD**		**TDDD**	
	Kişi sayısı	Yüzde (%)	Kişi sayısı	Yüzde (%)	Kişi sayısı	Yüzde (%)
Toplam Puan	7	16.67	24	57.14	12	28.57

Bu bağlamda, yüksek temsil becerisine sahip öğretmen adayları, tüm öğretmen adaylarının %16.67'sini oluşturduğu, düşük temsil dönüşüm becerisine sahip öğretmen adaylarının ise tüm öğretmen adaylarının % 28.57'sini oluşturduğu hesaplanmıştır. Orta düzeyde temsil dönüşüm başarısına sahip öğretmen adayları tüm katılımcıların yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Burada düşük dönüşüm becerisine sahip öğretmen adaylarının sayısı yüksek dönüşüm becerisine sahip öğretmen adaylarının sayısından fazla olduğu göze çarpmaktadır.

Tablo 53
LİTDT'ye verilen cevapların doğruluk sınıflaması

Cevap Türü	Özelliği
Doğru cevap	Temsil içi veya temsiller arası geçişler doğru yapılması; doğru çözüme ulaşılması.
Kısmi cevap	Temsil içi veya temsiller arası geçişler doğru yapılması; doğru çözüme ulaşılamaması.
	Temsil içi veya temsiller arası geçişler doğru yapılması; sorunun çözümsüz bırakılması.
Yanlış cevap	Temsil içi veya temsiller arası geçişlerin yanlış yapılması, yanlış çözüm yapılması.
	Temsil içi veya temsiller arası geçişlerin yanlış yapılması; sorunun çözümsüz bırakılması.
Cevapsız	Sorunun cevap olarak yeniden yazılması;
	Boş bırakılması.

LİTDT'nin bir amacı öğretmen adaylarının temsil dönüşüm becerilerinin seviyesini belirlemek iken, bir diğer amacı ise temsil dönüşüm başarılarını belirlemektir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarına uygulanan LİTDT ve testin bulguları, araştırmacıya temsil kullanma ve dönüşüm becerilerinde karşılaşılan güçlükleri görme imkânı sağlamıştır. LİTDT'den alınan cevaplar incelendiğinde, cevapların doğruluk sınıflaması tablodaki (Tablo 53) gibidir.

Tablo 53'ten anlaşılacağı üzere, cevapların tam ve doğru olması doğru cevap olarak değerlendirilmektedir. Cevapların kısmen doğru olup eksik bırakılması veya tam anlamıyla doğru sonuca ulaşılamaması kısmi cevap olarak adlandırılmaktadır. Cevapların yanlış olması hali ise yanlış cevap şeklinde kodlanmıştır. Cevapsız olma hali ise sorunun tekrar yazılması ya da sorunun boş bırakılması halinde değerlendirilmektedir.

Öğretmen adaylarının LİTDT'ye verdikleri cevapların yukarıdaki doğruluk sınıflaması dikkate alınarak incelenmesi halinde performansları Tablo 54'teki gibidir.

Tablo 54
Öğretmen adaylarının LİTDT performansları

Soru no	**Sorunun verildiği temsil**	**Çözümün beklendiği temsil**	**Sorudan beklenen geçiş**	**Doğru Cevap (%)**	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
1.3.	C	c	**Temsil İçi**	40.00	40.00	5.71	14.29
2.1.	S	s		25.71	31.43	**0.00**	42.86
3.1.	M	m		34.29	**45.71**	8.57	11.43
1.1.	C	m	**Temsiller Arası**	**65.71**	31.43	**0.00**	**2.86**
1.2.	C	g		8.57	17.14	**25.71**	48.57
1.4.	C	t		42.86	34.29	2.86	20.00
1.5.	C	s		8.57	**45.71**	2.86	42.86
2.2.	S	c		**71.43**	14.29	5.71	8.57
2.3.	S	g		20.00	37.14	20.00	22.86
2.4.	S	t		51.43	17.14	5.71	25.71

Tablo 54'ün devamı…

2.5.	S	m	**60.00**	22.86	8.57	8.57
3.2.	M	c	25.71	42.86	2.86	28.57
3.3.	M	t	34.29	8.57	2.86	54.29
3.4.	M	g	**5.71**	14.29	8.57	71.43
3.5.	M	s	**0.00**	17.14	**0.00**	**82.86**
4.1.	G	c	**60.00**	**5.71**	2.86	31.43
4.2.	G	s	11.43	25.71	**0.00**	**62.86**
4.3.	G	m	42.86	14.29	2.86	40.00
4.4.	G	t	37.14	8.57	**0.00**	**54.29**
5.1.	T	m	8.57	11.43	2.86	77.14
5.2.	T	g	**0.00**	**2.86**	2.86	**94.29**
5.3.	T	c	14.29	17.14	**0.00**	**68.57**
5.4.	T	s	**2.86**	11.43	**0.00**	**85.71**

Tablo 54 incelendiğinde, en yüksek oranda doğru cevaplanan soru %71.43 ile 2.2. numaralı soru olmuştur. Bu soruda öğretmen adaylarından somut temsili verilmiş iki bilinmeyenli iki denklemden oluşan denklem sistemini cebir temsilini kullanarak çözümlemeleri istenmiştir. Bu soruyu %65.71 doğruluk oranıyla 1.1. numaralı soru takip etmektedir. Bu soruda ise öğretmen adaylarından cebir temsili verilen üç bilinmeyenli üç denklem sistemini matris temsilini kullanarak çözüm yapmaları beklenmektedir. Bu soru aynı zamanda en az boş bırakılan soru olma özelliğine sahiptir ve alınan cevapların hiçbiri yanlış değildir. 4.1. ve 2.5. numaralı sorular ise %60 oranında doğru cevaplanmıştır. 4.1. sorusunda katılımcılardan grafik temsili verilmiş iki bilinmeyenli iki denklem sistemini cebir temsilini kullanarak çözümlemeleri istenmiştir. Bu soru aynı zamanda en az kısmen ve yanlış cevaplanan sorulardan biridir. 2.5. sorusu ise somut temsili verilmiş iki bilinmeyenli iki denklemden oluşan denklem sisteminin matris temsili kullanarak çözümlenmesinin istendiği bir sorudur. 3.4. ve 5.4. numaralı sorular en az doğru cevaplanma oranına sahipken, 3.5 ve 5.2. numaralı soru hiç doğru cevaplanmamıştır. Üçüncü soruda öğretmen adaylarından matris temsili verilmiş iki bilinmeyenli dört denklemden oluşan denklem sistemini temsil içi ve temsiller arası geçişler yaparak çözümlemeleri istenmektedir. Beşinci soruda ise katılımcılardan tablo temsili verilmiş üç bilinmeyenli üç denklemden oluşan sistemi temsiller arası geçişler yaparak çözümlemeleri beklenmektedir. Ayrıca kısmi cevaplar incelendiğinde en yüksek oran 3.1. ve 1.5 numaralı sorulara aittir. En düşük kısmi cevap oranı ise %2.86 ile 5.2. numaralı soruya aittir. Yanlış cevaplar incelendiğinde ise, 2.1., 1.1., 3.5., 4.2., 4.4., 5.3. ve 5.4. soruların yanlışsız olduğu tablodan görülmektedir. Bu sorulardan 1.1. hariç diğerleri yüksek oranla boş bırakılmıştır. En çok yanlış yapılan soru ise %25.71 oranla 1.2. numaralı soru olmuştur. En yüksek oranla (%94,29) boş bırakılan soru ise 5.2. numaralı olmuştur.

Öğretmen adaylarının temsil dönüşüm becerilerini belirlemeye yönelik hazırlanan LİTDT'ye verilen cevaplar incelendiğinde, temsil içi geçiş ve temsiller arası dönüşüm alt boyutlarındaki başarılarının farklı olduğu Tablo 55'te görülmektedir.

Tablo 55
LİTDT'ye verilen cevapların testin alt boyutları bağlamında incelenmesi

	Doğru Cevap (%)	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
Temsil İçi Geçiş	33.33	39.05	4.76	22.86
Temsiller Arası Dönüşüm	28.57	20.00	4.86	46.57
Toplam	29.19	22.48	4.84	43.48

Ayrıca öğretmen adaylarının temsil içi geçişlerde, (%33.33) temsillere arası dönüşüm gerektiren sorulara göre (%28.57) daha çok doğru çözüme ulaştıkları, bununla birlikte, yanlış cevapların yaklaşık aynı olduğu bulguları, dikkat çekmektedir. Temsiller arası dönüşüm gerektiren sorularda adayların boş bıraktıkları soru yüzdesinde de artış oluğu gözlenmiştir. Temsiller arası dönüşüm gerektiren sorularda, öğretmen adaylarının daha çok boş bırakıp daha az doğru cevap vermeleri değerlendirilecek olunursa, öğretmen adaylarının temsil içi geçişlerde daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılabilir. Öğretmen adaylarının LİTDT'ye verdiği tüm cevaplar göz önüne alınırsa, soruların %29.19'unu doğru ve %4.84'ünü yanlış cevaplayan adayların %43.48'ini boş bırakmaları testteki tüm performanslarının düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca kısmi cevaplardaki oranın doğru cevap oranına yakın olması da dikkat çekmektedir. LİTDT'ne verilen cevaplar incelendiğinde, kısmi cevapların genelde uygun temsilin kullanılmadığı ve soruların yarım bırakıldığı durumlarda ortaya çıktığı belirlenmiştir.

LİTDT'ne verilen cevaplar denklem sistemlerinin boyutlarına göre analiz edildiğinde ise sonuçlar Tablo 56'daki gibidir:

Tablo 56
LİTDT'ye verilen cevapların denklem sistemlerinin boyutlarına göre analizi

	Doğru Cevap (%)	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
Denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu durum (m=n)	30.79	20.64	4.58	44.00
Denklem sayısının değişken sayısına eşit olmadığı durum (m≠n)	20.00	25.72	4.57	49.71

LİTDT'ye verilen cevaplar denklem sistemlerinin boyutlarına göre incelendiğinde, denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu soruların doğru cevaplanma yüzdesi 30.79, kısmen cevaplanma yüzdesi 20.64, yanlış cevaplanma yüzdesi 4.58 ve cevapsız bırakılma yüzdesi 44.00'tür. Denklem sayısının değişken sayısına eşit olmadığı soruların doğru cevaplanma yüzdesi 20.00, kısmen cevaplanma yüzdesi 25.72, yanlış cevaplanma yüzdesi 4.57 ve cevapsız bırakılma yüzdesi 49.71 olarak hesaplanmıştır. Denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu soruların eşit olmadığı sorulara göre doğru cevaplanma oranı daha yüksekken, kısmen ve cevapsız bırakılma oranı daha düşüktür. Yanlış cevaplanma oranı her ikisinde de aynıdır.

Öğretmen adaylarının LİTDT'ye verdiği cevaplar incelendiğinde, öğretmen aday performanslarının sorulardaki girdi temsiline göre farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Bu farklılık Tablo 57'de verilmektedir.

Tablo 57
Girdi temsilinin öğretmen adaylarının performansına etkisi

Girdi temsili	**Doğru Cevap (%)**	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
C	33.14	33.71	7.43	25.72
S	**45.71**	24.57	**8.01**	21.71
M	20.00	**25.72**	4.57	49.71
G	37.86	13.57	1.43	47.14
T	6.43	10.71	1.43	**81.43**

Öğretmen adaylarının en yüksek oranla (%45.71) doğru cevapladıkları girdi temsil türü somut temsildir. En düşük oranla (%6.43) doğru cevaplanan girdi temsil türü ise tablo temsilidir. Kısmi cevaplar incelenirse en yüksek oranla kısmen cevaplanan girdi temsil türü cebir temsilidir. En düşük oranla kısmen cevaplanan temsil türü olan tablo temsili en yüksek oranla (%81.43) boş bırakılmıştır. En çok oranla (%8.01) yanlış yapılan somut girdi temsili en düşük oranla (%21.71) boş bırakılmış girdi temsil türüdür.

Bulgularda önemli olan bir diğer nokta, LİTDT'de verilen sorularda kullanılması beklenen çıktı temsillerdir. LİTDT'ye verilen cevaplar, temsil içi geçiş veya temsiller arası dönüşümün beklendiği durumlarda, temsil türüne göre başarı yüzdelerinde farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Bu farklılık Tablo 58'de verilmektedir.

Tablo 58
Çıktı temsilinin öğretmen adaylarının performansına etkisi

Çıktı temsili	**Doğru Cevap (%)**	**Kısmi Cevap (%)**	**Yanlış Cevap (%)**	**Cevapsız (%)**
m	42.29	25.14	4.57	28.00
g	**8.57**	17.86	**14.29**	59.29
c	42.29	24.00	3.43	30.29
t	41.43	17.14	2.86	38.57
s	9.71	**26.29**	**0.57**	**63.43**

Öğretmen adaylarının en yüksek oranla (%42.29) doğru cevapladıkları çıktı temsil türleri cebir ve matris temsilleri olmuştur. En düşük oranla (%8.57) doğru cevaplanan çıktı temsil türü ise grafik temsili en yüksek oranla (%14.29) yanlış yapılmıştır. En yüksek oranla kısmen cevaplanan temsil türü olan somut temsili en yüksek oranla (%63.43) boş bırakılmıştır.

4.3.2. Süreç Analizi

Bu bölümde LİTDT sorularına öğretmen adaylarının temsil dönüşüm testinde karşılaştıkları güçlükleri betimlemeden önce her bir soruya verilen cevapların puan türünden ortalamalarına yer verilecektir. Sonrasında ise güçlük çekilen soruların nedenlerine dair derinlemesine bilgi sahibi olmak için öğretmen adaylarının süreçlerine yer verilecektir.

LİTDT'de her bir soruya verilen cevapların puan türünden ortalamaları Tablo 59'da yer almaktadır.

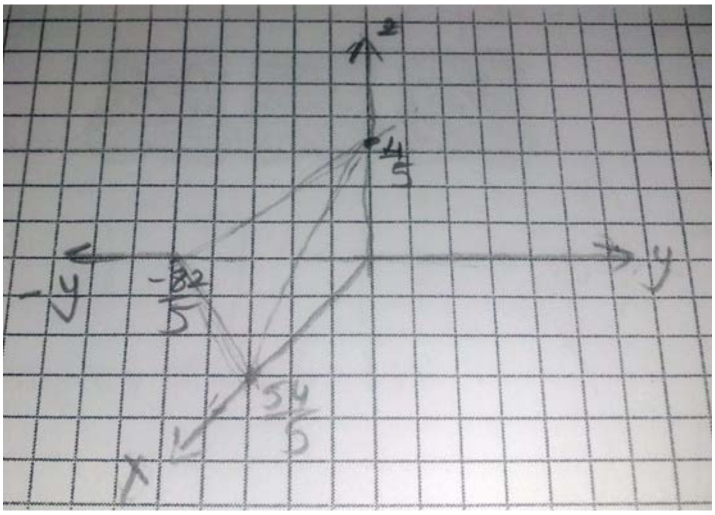
Tablo 59
Her bir sorunun puan türünden ortalaması

Soru Numarası	Ortalama Puan	Soru Numarası	Ortalama Puan
1.1.	2.60	**3.3.**	1.23
1.2.	0.86	**3.4.**	0.54
1.3.	2.06	**3.5.**	0.34
1.4.	2.00	**4.1.**	1.94
1.5.	1.20	**4.2.**	0.86
2.1.	1.40	**4.3.**	1.60
2.2.	2.49	**4.4.**	1.29
2.3.	1.54	**5.1.**	0.51
2.4.	1.94	**5.2.**	0.09
2.5.	2.34	**5.3.**	0.77
3.1.	2.03	**5.4.**	0.31
3.2.	1.66	**Genel ortalama**	1.37

LİTDT'ye verilen cevapların ortalamalarını içeren tablo incelendiğinde, testin cevaplanma oranı en düşük sorusunun 0,09 ortalamayla 5.2. numaralı soru, cevaplanma oranı en yüksek olan sorunun ise, 2.60 puan ortalamasıyla 1.1. numaralı soru olduğu görülmüştür. Bu soruların hangi becerileri ölçmeye yönelik olduğu Tablo 45'e bakılarak incelenebilir. En düşük puan ortalamasına sahip LİTDT'nin 5.2. numaralı sorusu, Tg karakteristiğine sahip, 3x3 boyutunda, temsiller arası dönüşüm becerini ölçmeye yönelik olarak hazırlanan bir sorudur. En yüksek puana sahip LİTDT'nin 1.1. numaralı sorusu, Cm karakteristiğine sahip, 3x3 boyutunda, yine temsiller arası geçiş becerilerini belirlemeye yönelik hazırlanan bir sorudur.

4.3.2.1. 1.2. Numaralı Soruya İlişkin Bulgular

Bu soruda, katılımcılardan cebir temsili ile verilmiş üç bilinmeyenli üç denklemden oluşan sistemi grafik temsiline dönüştürmeleri beklenmiştir. Katılımcıların yarısı bu soruyu boş bırakırken alınan cevapların yarısı yanlıştır ve bu oranla en yüksek yüzde ile yanlış cevaplanmış soru olma özelliğine sahiptir. Bu soruya verilen doğru cevaplar hariç hiçbir cevapta düzlem denklemi grafiğine rastlanmamıştır. Kısmi cevaplar ise katılımcıların bu düzlem denklemlerinin kesişimlerinin uzayda bir nokta olarak göstermelerinden oluşmaktadır. Bu soruya verilen yanlış cevap örneği şekildeki gibidir (Şekil 29).

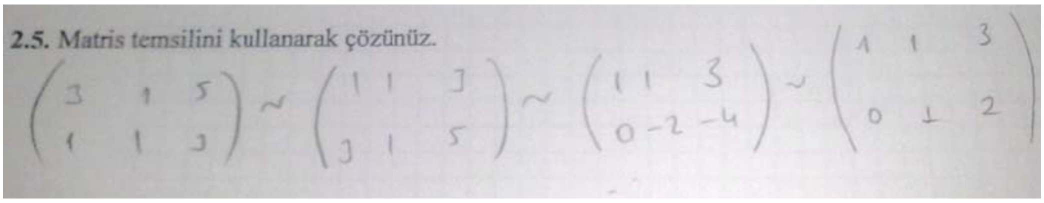


Şekil 29: 1.2. numaralı soru yanlış cevap örneği

Yukarıdaki yanlış cevap incelenirse öğretmen adayı cebirsel olarak çözüm kümesini bulmuş, bu çözümü uzayda grafik üzerinde gösterirken üçgensel bölge belirteceğini düşünmektedir.

4.3.2.2. 2.5. Numaralı Soruya İlişkin Bulgular

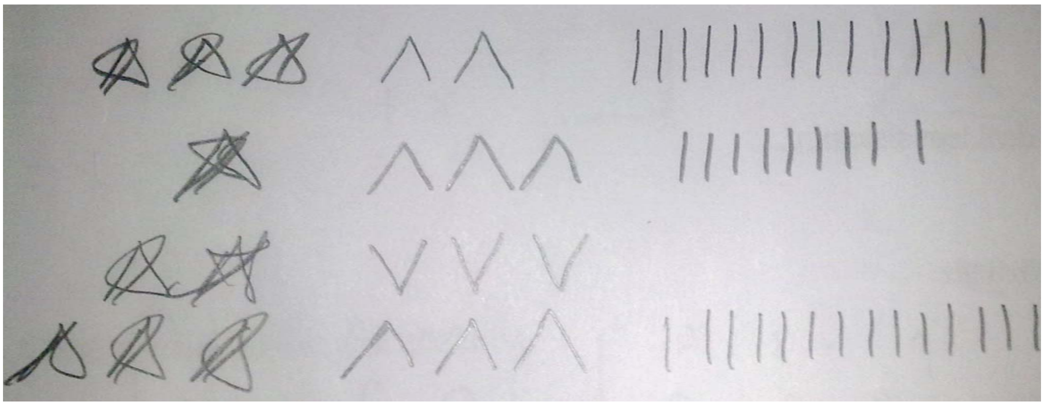
Bu soruda, katılımcılardan somut temsili ile verilmiş iki bilinmeyenli iki denklemden oluşan sistemi matris temsili kullanarak çözmeleri beklenmiştir. Bu soru katılımcıların yarısından fazlası tarafından doğru cevaplanmış, çeyreği tarafından kısmen cevaplanmıştır. Yanlış yapılma ve cevapsız bırakılma yüzdeleri ise %8.57'dir. Kısmi cevaplar daha çok matris temsiline dönüştürülüp sorunun çözüme kavuşturulmamasından kaynaklanmaktadır. Aşağıdaki şekilde buna benzer kısmi cevap örneği verilmiştir.



Şekil 30: 2.5. numaralı soru kısmi cevap örneği

4.3.2.3. 3.5. Numaralı Soruya İlişkin Bulgular

Bu soruda, katılımcılardan matris temsili ile verilmiş iki bilinmeyenli dört denklemden oluşan sistemi somut temsili kullanarak çözmeleri beklenmiştir. Bu soru katılımcılar tarafından hiç doğru ve yanlış cevaplanmamıştır. Öğretmen adaylarının % 82. 86'sı bu soruyu cevapsız bırakırken, alınan cevapların hepsi kısmi cevap niteliğindedir. Aşağıdaki şekilde kısmi cevap örneği verilmiştir.

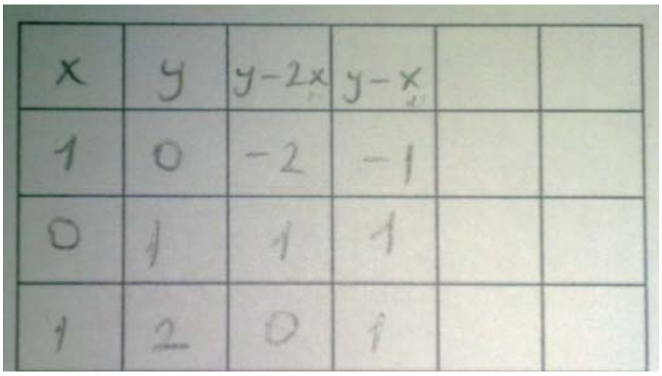


Şekil 31: 3.5. numaralı soru kısmi cevap örneği

Bu örnekte öğretmen adayı sorunun sadece somut temsil ile gösterimini yapmış, çözüme ulaşmamıştır. Ayrıca denklem sisteminde yer alan negatif katsayılı değişkenleri somut temsille gösterirken kullandığı şeklin tersine yer vermiş olması dikkat çekicidir.

4.3.2.4. 4.4. Numaralı Soruya İlişkin Bulgular

Bu soruda, katılımcılardan grafik temsili ile verilmiş iki bilinmeyenli iki denklemden oluşan sistemi tablo oluşturarak çözümlemeleri beklenmiştir. Katılımcıların yarısından fazla bu soruyu boş bırakırken alınan cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının yaklaşık %40'ı bu soruyu doğru cevaplamıştır. Aşağıdaki şekilde doğru cevap örneği verilmektedir.

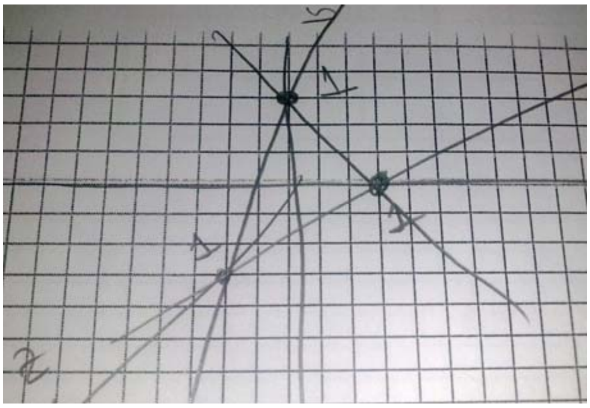


x	y	y-2x	y-x		
1	0	-2	-1		
0	1	1	1		
1	2	0	1		

Şekil 32: 4.4. numaralı soru doğru cevap örneği

4.3.2.5. 5.2. Numaralı Soruya Yönelik Bulgular

Bu soruda, katılımcılardan tablo temsili ile verilmiş üç bilinmeyenli üç denklemden oluşan sistemin grafiği oluşturmaları beklenmiştir. Bu soru % 95 oranla en çok boş bırakılan soru olma özelliğine sahiptir. Ayrıca bu soru hiç doğru cevaplanmamıştır. Bu soruya alınan cevaplardan yanlış cevaba örnek aşağıdaki gibidir.



Şekil 33: 5.2. numaralı soru yanlış cevap örneği

Alınan cevap incelenirse grafikte üç doğru denkleminin ikişerli kesişimi söz konusudur. Bu sorunun çözüm kümesi ise uzayda bir nokta belirtiyor olmasıdır.

4.4. MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SÜREÇLERİNİN ÖZ-YETERLİK ALGISI BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Araştırmanın temelde cevap aradığı sorulardan biri olan matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı bağlamında incelenmesi problemi, parametrik olmayan durumlar üzerinde gerçekleştiğinden, Spearman korelasyon ile aradaki ilişkinin belirlenmesi gereği duyulmuştur. Bu bağlamda, lineer denklem sistemleri performanslarına göre üç ve öz-yeterlik algısına göre üç (Çok yüksek ve çok düşük sınıfları boş küme olduğu için çok düşük, düşük ile; çok yüksek, yüksek ile birleştirilmesi araştırmacı tarafından uygun görülmüştür.) gruba ayrılan katılımcılar, yer aldıkları gruba göre birer rakamla kodlanmışlardır. Veriler bir istatistiksel paket programı yardımıyla çözümlenmiş ve Spearman korelasyonuna bakılarak aradaki ilişkinin düzeyi, anlamlılık derecesi ve yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Verilerden Tablo 60'ta yer alan sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 60:
Lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasındaki ilişki

	Lineer Denklem Sistemleri Performansı	Öz-yeterlik Algısı
Lineer Denklem Sistemleri Performansı	1.00	0.461*
Öz-yeterlik Algısı	0.461*	1.00

$p<.05$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 60'ta betimlenen bulgular, lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişki olduğunu göstermektedir (*r=0,46*). Bu bağlamda, öz-yeterlik algısının lineer denklem sistemleri performanslarını etkilediği sonucu çıkarılabilir.

Lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasındaki ilişki alt boyutlar bağlamında değerlendirilecek olursa Tablo 39 ve Tablo 47'deki veriler dikkate alınmalıdır. Satır işlemleri ile çözüm bulma ($m\neq n$) alt boyutunda öğretmen adaylarının yaklaşık %20'si doğru cevap, yaklaşık %40'ı kısmi cevap, yaklaşık %30'u ise yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performanslarının orta düzeyde olduğu söylenebilir. Bu alt boyutta öğretmen adaylarının öz-yeterlik algıları ortalaması 3.74 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ise öğretmen adaylarının satır işlemleri yapma ($m\neq n$) alt boyutunda kendilerini yeterli gördükleri anlamına gelmektedir. Sonuç olarak satır işlemleri yapma ($m\neq n$)

alt boyutunda öğretmen adayları orta düzeyde performans sergilerken kendilerini yeterli görmektedirler.

Rankla çözüm bulma (m=n) alt boyutunda öğretmen adaylarının yarısı kısmi cevap verirken, çeyreği ise doğru cevap vermiştir. Bu durum katılımcıların bu alt boyutta yüksek seviyede performans gösterdikleri şeklinde değerlendirilebilir. Bu alt boyutun öz-yeterlik algı ortalamasının 3.81 olması kendilerin yeterli gördükleri anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, katılımcıların performansları ve yeterlik algıları örtüşmektedir.

Determinantla çözüm bulma alt boyutunda, katılımcıların çeyreği soruları cevapsız bırakmıştır. Alınan cevaplar incelendiğinde katılımcıların çeyreği doğru cevap vermiştir. Bu durum öğretmen adaylarının orta seviyede performansa sahip olduklarını göstermektedir. Katılımcıların bu alt boyutta öz-yeterlik algı ortalamalarının 3.21 olması kendilerini orta seviyede yeterli gördükleri anlamına gelmektedir. Sonuç olarak katılımcıların performansları ve yeterlik algıları örtüşmektedir.

Ters matrisle çözüm bulma alt boyutu, performans testinde öğretmen adaylarının en çok doğru cevap verdikleri alt boyuttur. Bu bakımdan katılımcıların performanslarının iyi olduğu şeklinde değerlendirme yapılabilir. Bu boyuta ait öz-yeterlik ortalamasının 3.60 olması katılımcıların kendilerini yeterli gördükleri anlamına gelmektedir. Sonuç olarak katılımcıların performansları ile öz-yeterlik algıları örtüşmektedir.

Cebirsel yorumlama alt boyutunda öğretmen adaylarının çeyreği doğru cevap ve çeyreği kısmi cevap vermiştir. Bu durum öğretmen adaylarının bu alt boyutta orta seviyede olduklarını göstermektedir. Bu boyutun öz-yeterlik algısı ortalamasının 3.50 olması öğretmen adaylarını kendilerini yeterli gördükleri anlamına gelmektedir. Sonuç olarak öğretmen adayları kendilerini bu alt boyutta yeterli görüyorken performanslarının orta düzeyde olması bulguların örtüşmediğini göstermektedir.

Geometrik yorumlama alt boyutu, öğretmen adaylarının en düşük performans gösterdikleri boyuttur. Bu boyut katılımcıların en az doğru cevapladıkları boyut olma özelliğine sahiptir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının bu boyutta düşük seviyede performansa sahip oldukları söylenebilir. Öz-yeterlik algıları ortalamaları ise bu boyutta 3.08'dir. Bu durumda öğretmen adayları bu alt bu alt boyutta orta seviyede yeterli gördükleri anlamına gelmektedir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının performansları ile öz-yeterlik algıları örtüşmemektedir.

Ayrıca öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkinin bu değişkenlerdeki seviyelerine göre incelenmesi de önemlidir. Bu bağlamdaki veriler Tablo 61'de sunulmuştur.

Tablo 61
Lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algıları arasındaki ilişkinin incelenmesi

%	YDAB	ODAB	DDAB
ÖYAY	20	36	4
ÖYAO	4	24	4
ÖYAD	0	4	4

Öğretmen adaylarının %20'si hem yüksek düzeyde akademik başarıya sahipken hem de yüksek yeterliğe sahiptir; % 24'ü hem orta düzeyde akademik başarıya sahipken hem de öz-yeterlik algısı orta seviyededir; %4'ü düşük düzeyde akademik başarıya sahipken hem de düşük yeterliğe sahiptir. Öz-yeterlik algısı yüksekken akademik başarısı düşük olan öğretmen adayları katılımcıların %4'ünü oluştururken, öz-yeterlik algısı düşükken akademik başarısı yüksek olan öğretmen adayı bulunmamaktadır.

4.5. MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SÜREÇLERİNİN TEMSİL DÖNÜŞÜM BAŞARISI BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Araştırmanın temelde cevap aradığı sorulardan bir diğeri olan matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin temsil dönüşüm başarısı bağlamında incelenmesi problemi, parametrik olmayan durumlar üzerinde gerçekleştiğinden, Spearman korelasyon ile aradaki ilişkinin belirlenmesi gereği duyulmuştur. Bu bağlamda, lineer denklem sistemleri performanslarına göre üç ve temsil dönüşüm başarısına göre üç gruba ayrılan katılımcılar, yer aldıkları gruba göre birer rakamla kodlanmışlardır. Veriler bir istatistiksel paket programı yardımıyla çözümlenmiş ve Spearman korelasyonuna bakılarak aradaki ilişkinin düzeyi, anlamlılık derecesi ve yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Verilerden Tablo 62'de yer alan sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 62:
Lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasındaki ilişki

	Lineer Denklem Sistemleri Performansı	Temsil Dönüşüm Başarısı
Lineer Denklem Sistemleri Performansı	1.00	0.389*
Temsil Dönüşüm Başarısı	0.389*	1.00

p<.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 62'de betimlenen bulgular, lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişki olduğunu göstermektedir (*r=0,39*). Bu bağlamda, lineer denklem sistemleri performanslarının temsil dönüşüm başarısını etkilediği sonucu çıkarılabilir.

Lineer denklem sistemleri performansları ile temsil dönüşüm başarıları arasındaki ilişki denklem ve değişken sayılarının birbirlerine göre durumları bağlamında değerlendirilecek olursa Tablo 48 ve Tablo 56'daki veriler dikkate alınmalıdır. Denklem ve değişken sayısının birbirine eşit olduğu durumda öğretmen adayları LİPT'de LİTDT'ye göre daha çok doğru, kısmi ve yanlış cevap vermişlerdir. LİTDT'de bu bağlam daha çok boş bırakılmıştır. Denklem sayısının değişken sayısından farklı olduğu durumda ise öğretmen adayları LİPT'de LİTDT'ye göre daha çok kısmi ve yanlış cevap vermişlerdir. LİTDT'de bu bağlam, daha çok doğru cevaplanmıştır ve de yaklaşık yarısı boş bırakılarak daha çok cevapsız bırakılma özelliğine sahiptir.

Ayrıca öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları ile temsil dönüşüm başarıları arasındaki ilişkinin bu değişkenlerdeki seviyelerine göre incelenmesi de önemlidir. Bu bağlamdaki veriler Tablo 63'te sunulmuştur.

Tablo 63
Lineer denklem sistemleri performansları ile temsil dönüşüm başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi

%	YDAB	ODAB	DDAB
TDBY	8	8	0
TDBO	16	52	8
TDBD	0	4	4

Öğretmen adaylarının %8'i hem yüksek düzeyde akademik başarıya sahipken hem de yüksek temsil dönüşüm başarısına sahiptir; % 52'si hem orta düzeyde akademik başarıya sahipken hem de temsil dönüşüm başarısı orta seviyededir; %4'ü düşük düzeyde akademik başarıya sahipken hem de düşük temsil dönüşüm başarısına sahiptir. Temsil dönüşüm başarısı yüksekken akademik başarısı düşük olan ve temsil dönüşüm başarısı düşükken akademik başarısı yüksek olan öğretmen adayı bulunmamaktadır.

4.6. GÖRÜŞMELER

Amaçlı örneklem yöntemiyle belirlenen altı öğretmen adayı ile yapılan görüşmeler sonunda, katılımcıların lineer denklem sistemleri konusuna yönelik yaklaşımları değerlendirilmiştir. Görüşme yapmak üzere seçilen adaylar, öz-yeterlik algıları, lineer denklem sistemleri performansları ve temsil dönüşüm başarısı yönüyle düzeylerine göre belirlenmiştir. Üçü değişkenin de yüksek, orta ve düşük olduğu birer aday ve farklı düzeylerde olan üç aday seçilmiştir. Bu amaca yönelik olarak kasıtlı örnekleme yoluna gidilmiştir. Adayların seçiminde, ölçüt olarak alınan beceriler ve her bir adayın seviyesi ile ilgili bilgileri içeren Tablo 64'te aşağıda yer verilmiştir.

Öğretmen adayı Elis'in öz-yeterlik algısı, lineer denklem sistemleri performansı ve temsil dönüşüm başarısı yüksek; Murat'ın öz-yeterlik algısı, lineer denklem sistemleri performansı ve temsil dönüşüm başarısı orta seviyede; Nurgül'ün öz-yeterlik algısı, lineer denklem sistemleri performansı ve temsil dönüşüm başarısı düşük seviyededir. Öğretmen adayı Azra'nın öz-yeterlik algısı ve lineer denklem sistemi performansı yüksek, temsil dönüşüm başarısı düşük seviyede; Gazel'in öz-yeterlik algısı ve lineer denklem sistemleri performansı orta düzeyde, temsil dönüşüm başarısı yüksektir; Özge'nin öz-yeterlik algısı yüksek, lineer denklem sistemleri performansı orta düzeyde ve temsil dönüşüm başarısı düşük düzeydedir.

Tablo 64
Görüşmeye seçilen adayların değişkenlere göre seviyeleri

	Öz-yeterlik Algısı	**Lineer Denklem Sistemi Performansı**	**Temsil Dönüşüm Başarısı**
Elis	Y	Y	Y
Murat	O	O	O
Nurgül	D	D	D
Azra	Y	Y	D
Gazel	O	O	Y
Özge	Y	O	D

Görüşme sorularına Yöntem bölümünde yer verilmiştir. Sorular öğretmen adaylarına uygulanan testlere yönelik hazırlanmıştır. Aşağıda her bir soruya görüşülen her bir öğretmen adayının cevabı verilmiştir.

SORU 1: Lineer denklem sistemlerini nasıl tanımlıyorsunuz?

Elis: *Çok boyutlu uzaylarda x_1, x_2 ya da a,b,c gibi katsayıları olan denklem sistemlerinin çözüm kümelerini daha kolaylıkla bulunmasını sağlar. Aslında sadece uzayda değil.*

Murat: *Birden fazla denklem sisteminin çözümüne ulaştıran işlemlerdir.*

Nurgül: Üç bilinmeyen veriliyor. Bilmiyorum…

Azra: *Tanım olarak ben de bilmiyorum. Katsayılar matrisini yazma ve elemanter satır işlemleri yardımıyla çözme. Tanımı bilmiyor değilim ama nasıl ifade edilir bilemiyorum.*

Gazel: *Koordinat düzleminde çözmek gibi bir şey. Sıralı matris çözmek gibi.*

Özge: *Bilinmeyen sayısının çok fazla olduğu durumlarda lineer yardım alınarak genelde matris oluyor bu. Çözüme gidilmesi.*

Öğretmen adaylarının hepsi lineer denklem sistemlerini tanımlamakta güçlük çekmiştir. Genelde uygulama alanında kullanılan çözüme ulaşmada sağladığı kolaylık gibi fonksiyonlarından bahsetmişlerdir.

SORU 2: Lineer denklem sistemlerini çözerken hangi yöntem ya da yöntemleri kullanıyorsunuz? Neden?

Elis: *İlk olarak satır indirgeme yolu ile öğrendik, çok kolay geliyordu. Sonra Cramer kuralını öğrendik sadece determinant hesabı yaptığımız için daha kolay geldi bana.*

Murat: *Satır işlemleri yapmak daha kolay geliyor. İşlem hatası yapma ihtimali çok yüksek olduğu halde. Cramer kuralı ve ters matris zor. Elemanter satır işlemlerinde pivot seçilebiliyor kolaylıkla.*

Nurgül: *Ben çoğunlukla satır işlemlerini kullanıyorum. Kolaylık sağlıyor.*

Azra: *Cramer'i yeni gördük henüz tam oturmadı, ilkel satır işlemlerini tercih ediyorum. Daha basit geliyor.*

Gazel: *Elemanter satır işlemlerini tercih ediyorum kolay ve daha zevkli olduğu için. Bana Cramer kuralı daha karmaşık gibi geliyor. Satır işlemleri daha çok bulmaca gibi.*

Özge: *Bunların üçünü de öğrendik. Üçünü de kullanabilecek düzeyde olduğumu düşünüyorum. Belirtilmediği müddetçe satır işlemlerini tercih ediyorum. Basit olması ile birlikte matematikte bir olgunlaşma süreci vardır. Öncelikle satır işlemlerini gördük. Kullandık da. İlerde Cramer kuralını kullanır mıyım bilemiyorum.*

Öğretmen adaylarından Elis hariç diğer katılımcılar elemanter satır işlemlerini kullanmayı tercih etmektedirler. Gerekçe olarak bu işlemin basit olmasını ve bu işleme aşina olmalarını göstermektedirler. Elis ise Cramer kuralının kullanımının daha kolay olduğunu belirtmektedir.

SORU 3: Lineer denklem sistemini çözerken, katsayılar matrisinin boyutu çözüm yönteminizi etkiler mi? Nasıl etkiler?

> ***Elis:*** *Etkiler, karmaşık işlemler içerirse süreyi uzatır.*
> ***Murat:*** *Elemanter satır işlemlerini yaparak bulun dedi ise etkilemez. Cramer kuralı ile bulun derse etkiler, determinant hesabını yaparken güçlük çekeceğim için.*
> ***Nurgül:*** *Etkilemez. Her harikularda elemanter satır işlemlerini kullanırım.*
> ***Azra:*** *Etkilemez. Çünkü sadece satır sütun eklemiş oluyoruz.*
> ***Gazel:*** *Farklıdır, sonuçta uzayda tanımladıkları şekiller farklı.*
> ***Özge:*** *Çözülebilirlik açısından değil de ilk bakışta bir göz korkusu için etkileyebilir. 2x2 ile işlem yapmak daha kolaydır mesela. Neticede dört işlem yapıyorsunuz.*

Öğretmen adaylarından Nurgül ve Azra katsayılar matrisinin boyutunun lineer denklem sistemi çözme sürecini etkilemeyeceği kanaatindedir. Elis, işlem süresinin uzayacağını düşünmektedir. Murat, kullanacağı yönteme göre etkileyeceğini düşünmektedir. Özge ise işlem açısından değil de büyük boyutlu katsayılar matrisinin göz korkusuna sebep olacağı fikrindedir.

SORU 4: Lineer denklem sistemini çözerken, sisteminin homojen olup olmaması çözüm yönteminizi etkiler mi? Nasıl etkiler?

> ***Elis:*** *Etkiler, homojen olması daha kolay sonuca gideriz.*
> ***Murat:*** *Etkilemez. Satır işlemlerini yaparken rankın birbirine göre durumuna bakıyorum.*
> ***Nurgül:*** *Etkilemez.*
> ***Azra:*** *Etkilemez. Bir farkı yok gibi.*
> ***Gazel:*** *Sonuç açısından etkiler.*

Özge: *Etkiler, işlem kolaylığı ve süre açısından etkiler. Homojen denklemlerde sadece katsayılar matrisi ile ilgileniyoruz. Diğerinde ise hepsini alıyoruz, işlem hatası yapabiliyoruz.*

Öğretmen adaylarından Murat, Nurgül ve Azra lineer denklem sisteminin homojen olup olmamasının denklem sistemini çözüm yöntemini etkilemeyeceğini düşünmektedir. Elis ve Özge kolaylık sağlayacağını; Gazel ise sonuç açısından etkileyeceğini düşünmektedir.

SORU 5: Lineer denklem sistemlerinin çözüm kümelerini "cebirsel veya geometrik olarak yorumlama" ifadesinden ne anlıyorsunuz?

Elis: *Tam olarak ayırt edemiyorum. Cebirselde x şudur, y şudur diye buluyoruz. Geometrik olarak onu çizimi olarak düşünüyorum.*

Murat: *Cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama görünce ben de zorlandım. Cebirsel olarak verilen problemlerde yapıyoruz zaten. Geometrik olarak nasıl yorumlandığını ise belli bir geometri alt yapımız olsa da yapamıyorum.*

Nurgül: *Cebirsel derken kendi yaptığımız işlemler olarak anladım. Satır işlemi yapma, rankı bulma… Geometrik yorumlama nedir anlamadım.*

Azra: *Cebirsel işlemlerle ifade etme, geometrik yorumlama da onların görüntüleri.*

Gazel: *Cebirsel olarak yorumlama matematiksel olarak açıklamak demektir. Geometrik olarak yorumlama ise uzaydaki şeklidir.*

Özge: *Geometrik yorumlama biraz daha hayal gücüne dayalı. Şimdiye kadar hep iki boyutlu şeyler üzerine çalıştık. Üniversite matematiği ile üçüncü boyuta başladık. Cebirsel ise çözümün sonucuna göre yapılabilir.*

Öğretmen adayları cebirsel ve geometrik yorumlama kavramlarını tanımlamada güçlük çekmişlerdir. Cebirsel yorumlamayı öğretmen adayı Elis sonuçların x ve y cinsinden bulunması şeklinde tanımlarken Azra, Gazel ve Özge cebirsel işlemlerle sonuçları açıklama şeklinde tanımlamıştır. Geometrik yorumlamayı, Murat ve Nurgül tanımlayamamakta iken Elis cebirsel olarak bulduğumuz sonucun çizimi olarak tanımlamaktadır. Öğretmen adaylarının hepsi geometrik yorumlamakta güçlük çektiklerini ifade etmektedirler.

SORU 6: Sizce "Sonsuz çözüm vardır." ifadesinin anlamı nedir?

> ***Elis:*** *Bence sonsuz elemanları olan çözümdür. X ve y'ye ne verirsek sağlar diye düşünüyorum.*
> ***Murat:*** *Bulunan çözüm kümesinde verilen herhangi bir değerde sonucun sağlanması gerekir. Geometrik olarak koordinat düzleminde sonsuza gitmesi demektir.*
> ***Nurgül:*** *Sonsuza kadar çözüm var demektir. Sayılar sonsuza gidiyor ya onun gibi bir şey demektir. Geometrik olarak yorumlayamam hiç birini.*
> ***Azra:*** *İstediğimiz her değeri vererek yeni sonuçlar elde ediyoruz. Bağımlı bağımsız değişkenler yani. Geometrik yorumu ise, aynı parametrenin farklı katsayılarla farklı uzantıları gibi bir şey olabilir. Tam bilmiyorum.*
> ***Gazel:*** *O denkleme verdiğimiz her değeri sağlayabilir. Herhangi bir sayı genel çözümü sağlar. Özge: Bağımsız bir değişken oluyor. Diğerleri ona bağlı olarak çıkıyor ve bir sürü şey çıkıyor. Bu da sonsuz çözüm oluyor. Geometrik olarak zorlanıyorum biraz.*

Öğretmen adayları sonsuz çözümü cebirsel anlamda tanımlarken geometrik olarak ne anlama geldiğini ifade edememişlerdir.

SORU 7: Sizce "Çözüm yoktur." ifadesinin anlamı nedir?

> ***Elis:*** *Ortak bir noktası olmaması cebirsel anlamda. Geometrik anlamını gözümde canlandıramıyorum.*
> ***Murat:*** *Verilen denklem sistemini sağlayacak herhangi bir değişkenin olmamasıdır. Geometrik olarak ise düzlem üzerinde herhangi bir noktanın o denklem sistemini sağlamıyor olması demektir.*
> ***Nurgül:*** *Bilinmeyen şey de sınırlı vardır demektir. Pardon, Tek bir çözüm vardır sınırlı demek. Çözüm yoktur, hiç yok demek. Geometrik olarak yorumlayamam hiç birini.*
> ***Azra:*** *Geometrik olarak hiç yoktur ya da ikili ikili kesişiyor.*

Gazel: *Tanımlanamaz demektir. Tanjant fonksiyonu gibi. Bilmem hayal edemiyorum.*

Özge: *Geometrik olarak zorlanıyorum biraz.*

Öğretmen adaylarının çoğu çözümün olmaması durumunu cebirsel anlamda tanımlarken geometrik anlamda sadece öğretmen adayı Azra çözümün hiç olmadığını ya da ikili ikili kesiştikleri şeklinde yorumlamıştır. Diğer adaylar ise çözümün olmaması durumunu geometrik olarak yorumlayamadıklarını ifade etmektedirler.

SORU 8: Sizce "Tek bir çözüm vardır" ifadesinin anlamı nedir?

Elis: *Doğruların ve düzlemlerin ortak bir noktada kesişmesi olarak açıklanabilir.*

Murat: *Satır işlemlerinde rankların birbirine eşit olması durumu. İki bilinmeyenli denklem sistemlerinde tek bir noktanın olması, daha çok bilinmeyenlilerde ne olur bilmiyorum.*

Nurgül: *Tek bir çözüm vardır sınırlı demek. Geometrik olarak yorumlayamam hiç birini.*

Azra: *Hepsinin ortak bir noktada kesişimi. Geometrik olarak, ortak bir çözüm olduğunda tek bir noktada kesişirler.*

Gazel: *Noktaları bellidir, tek bir şekil vardır.*

Özge: *Hepsinin birer değişkeni var ve bağımlılar. Üçünün de ortak bir noktası var demektir.*

Öğretmen adaylarının hepsi tek bir çözümün varlığı durumunu cebirsel olarak açıklayabilmekte geometrik yorumlamada ise güçlük çekmektedirler.

SORU 9: Lineer denklem sistemlerinin çoklu gösterimlerin kullanımı açısından nasıl değerlendiriyorsunuz?

Elis: *Uygun bir konudur. Biz şu anda sadece çözüm kümesi ile ilgileniyoruz. Çoklu temsilleri kullansak daha iyi öğrenebiliriz.*

Murat: *Çoklu temsiller öğrencilerin kolaylıkla anlamasını sağlar.*

Nurgül: *İyi anlatılırsa uygundur.*

Azra: *İlkokul düzeyi için somut temsili daha uygun. Cebir ve matris üniversite düzeyinde daha uygun.*

Gazel: *Bence somut temsil olmamalıdır. Tablo uygun değil. Önce çözüm yapılmalı bence satır işlemleri ile yoksa bir sürü değer vermek gerekir.*

Özge: *Bu konu aslında çok uygun değil. Diğer konulara göre iyi durumda olabilir ama daha uygun konu olduğunu düşünüyorum. Çoklu temsil iyi, avantajlı, seçim hakkı veriyor öğrenciye. Hangisine daha yatkınsan seçebilirsin.*

Öğretmen adayları çoklu temsil kullanımının avantajlı olacağı kanaatindedir. Elis ve Murat çoklu temsil kullanımının öğrenmeyi kolaylaştıracağı fikrindedirler. Özge, çoklu temsil kullanımının öğrencilere seçim hakkı vereceğini düşünmektedir.

SORU 10: En çok hangi gösterim türünün kullanımında kendinizi rahat hissediyorsunuz? Neden?

Elis: *Matris.*

Murat: *Matris.*

Nurgül: *Cebir temsilini kullanırken rahat hissediyorum.*

Azra: *Cebir ve matris.*

Gazel: *Cebirsel.*

Özge: *Cebirsel.*

Öğretmen adayı Elis, Murat ve Azra en çok matris temsilini kullanmakta rahat olduklarını ifade ederken, Nurgül, Azra, Gazel ve Özge en çok cebir matrisinin kullanımında rahat olduklarını ifade etmektedirler. Öğretmen adaylarının tercihleri cebir ve matris temsili yönündedir.

SORU 11: En çok hangi gösterim türünün kullanımında zorlanıyorsunuz? Neden?

Elis: *Somutu ifade etmekti.*

Murat: *Somut temsili ifade etmek zordur. Katsayının eksili ve bölülü halinde nasıl ifade edeceğimiz konusunda zorlandım.*

Nurgül: *Grafik temsili. Çünkü geometrik yorumlamada problemim var.*

Azra: *Grafik.*

Gazel: *Tablo.*

Özge: *Grafik, resmim çok kötü, hayal etmekte de zorlanıyorum.*

Öğretmen adaylarından Elis ve Murat somut temsili kullanmada, Nurgül, Azra ve Özge grafik temsilini kullanmada, Gazel ise tablo temsilini kullanmada güçlük çekmektedir. Öğretmen adayları somut, tablo ve grafik temsilini kullanmada güçlük çekmektedirler.

SORU 12: Lineer denklem sistemlerini günlük hayat uygulaması olarak nasıl değerlendiriyorsunuz?

Elis: *Uygundur, anlatılması ve öğretilmesi çok önemlidir. İlköğretimde bu şekilde anlatılmadığı için sanıyorum bunun eksikliğini yaşıyorum.*

Murat: *Hiç düşünmedim. İşimizi muhakkak kolaylaştırıyordur. Çok bilinmeyenli sistemlerde sadece satır işlemleri ile kolaylıkla çözümün bulunması avantajı sağlar.*

Nurgül: *Hiç düşünmedim ama olmayabilir gibi geliyor. Çalışma hayatlarında uygun olabilir diye düşündüm bankada falan.*

Azra: *Kullanılabilir bir konu. Gördükçe yeni yeni anlıyorum. Nasıl yapılır açıkçası bilmiyorum.*

Gazel: *Aklıma gelmiyor.*

Özge: *İlköğretimde yok etme ve yerine koyma metodları kullanılması gerekiyor bunlar zaten çok önemli. Müfredatta kuralcı yaklaşım var ortaöğretimde. Biz trigonometrinin birim çemberde çıkarılmasını yeni öğrendik. Günlük hayatta çok yerde kullanılıyor bence.*

Öğretmen adaylarından Murat, Nurgül ve Gazel bu konuda hiç düşünmediğini ifade ederken diğer öğretmen adayları konunun çoklu temsil kullanımına uygun olduğunu değerlendirmektedir. Öğretmen adayı Elis, kendi ilköğreniminde bunun eksikliğini hissetmektedir. Özge ise çoklu temsil kullanımının önemini müfredatlar boyutunda izah etmektedir.

SORU 13: Lineer denklem sistemlerini çözme ve yorumlama açısından kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Neden?

Elis: *Çözmede yeterli görebiliyorum, yorumlama da çok yeterli göremiyorum.*

Murat: *Yeterli görmüyorum. Bu konuda düşündüklerimi tam olarak aktaramıyorum. Kimi basamaklarını atlıyorum. Karşı taraf da anlamayabiliyor.*

Nurgül: *Yetersiz görüyorum. Belki çalışırsam olur ama yetersiz görüyorum.*

Azra: *Orta düzeyde diyeyim. Hala yeni konular var oturmayan yerler var. İyi yani fena değil.*

Gazel: *Yeterli görmüyorum. Uyguladığınız test alıştırma gibi oldu.*

Özge: *Lineer cebir dersini seviyorum. Emeğini verdikten sonra karşılığını veren ders bir ders bence. Hatırlama konusunda sıkıntım var ama kendimi yeterli görüyorum.*

Öğretmen adayları Elis ve Özge kendini lineer denklem sistemlerini çözmede yeterli görürken, Azra kendini orta düzeyde yeterli görmektedir. Diğer öğretmen adayları ise kendilerini yeterli görmemektedir.

V. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. TARTIŞMA

Bu bölümde, lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı ve temsil dönüşüm başarısı arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmanın bulguları ilgili literatür ışığında tartışılacaktır.

Matematik öğretmen adaylarının Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği'ne verdikleri yanıt değerlendirildiğinde öz-yeterlik algıları yüksek çıkmıştır. Bu durum sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarını üzerine çalışan Yürekli (2008)'nin bulguları ile örtüşmektedir. Ayrıca, araştırmasında yenilen ilköğretim matematik öğretmenliği programının öğrencilerin matematiğe karşı öz-yeterlik algılarını inceleyen Umay (2002) araştırma sonucunda son sınıf öğrencilerinin öz-yeterlik algılarının birinci sınıf öğrencilerine göre daha yüksek olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde Işıksal ve Çakıroğlu (2006) ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğretmen adaylarının matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarının üniversite ve üniversite sınıf seviyeleri arasında fark olup olmadığını incelemişler ve anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu iki çalışmada her ne kadar grup arasındaki farka bakılmış olsa da öz-yeterlik algıların yüksek çıkmış olması bakımından ilgili araştırmanın bulguları ile örtüşmektedir. Ayrıca yukarıda adı geçen çalışmalarda kullanılan ölçeklerde bilişsel boyut bulunası ile birlikte duyuşsal ve davranışsal boyutlara da yer verilmektedir. Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği ise sadece bilişsel boyut dikkate alınarak hazırlanmıştır. Boyutlar dikkate alındığında sonuçların örtüşüyor olması ölçeğin tek bir boyut ölçüyor olmasına rağmen geçerliğine işaret etmektedir.

Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performans bulguları değerlendirildiğinde performansın çok yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum birçok ülkede ilgili konuyla yapılan çalışmaları destekler niteliktedir (Trigueros, Oktaç ve Manzanero, 2007; Cutz, 2005; Ramírez, 2005; Haggström; 2006). Orta düzeydeki bu başarıyı alt boyutlarıyla ele alacak olursak, öğretmen adaylarının elemanter satır işlemleri ile çözüme ulaşmaları beklenen sorularda kısmi cevap oranın doğru cevap oranına göre az olmuş olması onların süreçte bu soruları cevaplamaya çalıştıkları fakat güçlük çektikleri anlamı taşımaktadır. Ayrıca bu boyutlarda en çok yanlış yapılmış olması güçlük çektiklerini destekler niteliktedir. Diğer yandan, yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adayları lineer denklem sistemlerini çözerken yöntem olarak en çok elemanter satır işlemlerini kullanmayı tercih etmişlerdir ve gerekçe olarak bu işlemlerin onlara daha kolay geldiğini göstermişlerdir. Bu duruma gerekçe olarak yapılan işlem hataları gösterilebilir. Öğretmen adaylarının en çok yanıtsız bırakılan ve en az doğru yanıt alınan boyutun geometrik yorumlama boyutu olması öğretmen adaylarının güçlük çektiği bir diğer boyut olma özelliği taşımaktadır. Bu durumu yapılan görüşmeler de destekler niteliktedir. Öğretmen adayları geometrik yorumlamada güçlük çektiklerini ifade etmişlerdir. Denklem sistemlerinin boyutlarına göre değerlendirme yapıldığı takdirde katılımcılar değişken sayısının denklem sayısına eşit olduğu durumda farklı olduğu duruma göre daha başarılı performans sergilemiş olmaları öğretmen adaylarının kavramların içselleştirilmesi ve genelleştirilmesi yerine işlemsel anlamanın (Skemp, 1976) ön planda olduğunun göstergesi olabilir. Bu duruma Harel ve Tall (1989) çalışmalarının bulgularında yer vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları lineer denklem sistemleri kavramının tanımını tam olarak bilmeden bu kavramla ilgili işlemler yapmışlar, AX=B formu ile genişletilmiş formu karıştırılmıştır. Kavram imajları ve zihinlerindeki şemaların oluşumu ile ilgili problem olduğu düşünülebilir. Trigueros, Oktaç ve Manzanero (2007) öğrencilerin şemalarını değerlendirmek amacıyla yaptıkları araştırmalarında şemaların lineer denklem sistemleri başarısı için ön koşul olduğunu savunmaktadırlar.

Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri temsil dönüşüm başarı bulguları değerlendirildiğinde performansın çok yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. Sevimli (2009) araştırmasını benzer bir sonuçla tamamlamıştır. Akkoç (2005) ilgili çalışmanın aksine öğrencilerin çoklu temsiller arasındaki dönüşümleri yapmada başarılı olduklarını ifade etmiştir. Ayrıca Delice ve Sevimli (2010) araştırmasında temsil dönüşüm başarısı düşük olan adayların performanslarının da düşük olduğunu belirtmektedir. İlgili araştırmada başarının yüksek olmaması öğretmen adaylarının geometrik yorumlama başarılarının düşük olması ile de ilişkilendirilebilinir. Bu durum yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerle de desteklenmektedir. Öğretmen adaylarının en çok somut, cebir ve matris temsilinde başarılı olmaları bu temsillere aşina olmalarına bağlanabilir. Çünkü somut temsil ilköğretim ve ortaöğretim matematik müfredatında öğretmen adaylarından öğretimde kullanmaları beklenen bir temsil türüdür. Lineer Denklem Sistemleri temsil Dönüşüm Testinin bu bulgularına rağmen görüşmede öğretmen adayları somut temsili kullanmada güçlük çektiklerinden bahsetmektedirler. Burada bir somut temsilin negatif işaretlisini veya tamsayı olmayan katsayısını nasıl ifade edeceklerini bilememişlerdir. Cebir temsili ile öğretmen adayları ilköğretim ikinci kademeden itibaren karşılaşmaktadırlar. Buna rağmen performans testinde olduğu gibi temsil dönüşüm testinde de işlem hataları yapılmıştır. Matris temsili ise lineer denklem sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının en çok tablo ve grafik temsilini kullanmada güçlük çekmiş olmaları bu temsillere aşina olmamalarından ziyade kâğıt kalem çalışmasında kullanımının zor olmasına bağlana da bilir. Bilgisayar desteği ile bu temsillerin kullanımı çok daha rahat olacağı düşünülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının girdi temsilinde en yüksek performansın somut temsiline, çıktı temsilinde ise en yüksek performansların matris ve cebir temsillerine ait olması ve girdi temsilinde en düşük performansın tablo temsiline, çıktı temsilinde ise en düşük performans grafik temsiline ait olması çalışmanın yukarıdaki verileri ile de örtüşmektedir.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı bağlamında değerlendirildiğinde lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkinin varlığı öz-yeterlik algısının performansı etkilediğinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Selçuk, Çalışkan ve Erol (2008) araştırmalarında öz-yeterlik algısının akademik başarı üzerinde etkili olduğu görüşündedir.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin temsil dönüşüm başarısı bağlamında değerlendirildiğinde lineer denklem sistemleri performansları ile temsil dönüşüm başarısı arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkinin varlığı performansın temsil dönüşüm başarısını etkilediğinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Sevimli (2009) araştırmasında temsil dönüşüm başarısının akademik başarıyı etkilediğini savunmuştur. Bu durum, bu iki değişken arasında tersinir ilişkinin varlığının incelenmesine yönelik bir araştırma konusu olabilir.

5.2. SONUÇ

Çalışmada elde edilen veriler, "Bulgular ve Yorumlar" bölümünde ayrıntılı olarak ifade edilmiş ve değerlendirilmiştir. Bu bölümde, "Matematik Öğretmen Adaylarının Lineer Denklem Sistemleri Çözüm Süreçlerinin Öz-yeterlik Algısı ve Çoklu Temsil Bağlamında İncelenmesi" adlı çalışmanın bulguları özetlenmiştir.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri öz-yeterlik algıları denklem ve değişken sayısının birbirlerinin durumlarına göre değerlendirildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen adayları en çok kendilerini denklem sayısının(m) değişken sayısından (n) büyük olduğunda kendilerini yeterli görmektedir. Bunu denklem ve değişken sayısının birbirine eşit olma durumu takip etmektedir. Öğretmen adayları kendilerini en az denklem sayısının değişken sayısından küçük olduğu durumda yeterli görmektedir. Ayrıca öz-yeterlik algısı çok yüksek ve çok düşük öğretmen adayları bulunmamaktadır. Öğretmen adaylarının yarısından fazlasının öz-yeterlik algısı yüksek çıkmıştır. Öğretmen adaylarının azınlığının ise öz-yeterlik algısı düşük çıkmıştır.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları değerlendirildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performanslarının genel ortalaması orta düzeyde çıkmıştır. Tanım/ anlam bilgisi ve işlem/yorumlama becerisi alt boyutlarının performansları da orta düzeyde çıkmıştır. Öğretmen adaylarının azınlığı yüksek ve düşük performansa sahiptir. Katılımcılar en çok ters matrisle çözme alt boyutunda başarılı olmuşlardır. Rank ile çözüm bulma ve satır işlemleri ile çözme alt boyutlarını yüksek oranla doğru cevaplamamış olmalarına rağmen kısmi cevaplama oranları yüksektir. Ayrıca öğretmen adayları en çok yanlışları elemanter satır işlemleri ile çözümleme boyutunda yapmışlardır. En çok yanıtsız bırakılan boyut ise geometrik yorumlama boyutu olmuştur. Bu boyutun kısmi cevaplama oranı yüksekken doğru cevaplama oranı en düşük boyuttur. Denklem sistemlerinin boyutlarına göre değerlendirme yapılacak olursa katılımcılar değişken sayısının denklem sayısına eşit olduğu durumda farklı olduğu duruma göre daha başarılı performans sergilemişlerdir.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri temsil dönüşüm başarıları değerlendirildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri temsil dönüşüm başarılarının genel ortalaması orta düzeyde çıkmıştır. Katılımcıların yarısından fazlası orta düzeyde temsil dönüşüm başarısına sahipken, çeyreğinden fazlası düşük düzeyde temsil dönüşüm başarısına sahiptir. Katılımcıların azınlığının temsil dönüşüm başarısı yüksektir. Öğretmen adayları en çok somut, cebir ve matris temsillerinde başarılı olmuşlardır. Tablo ve grafik temsillerini kullanmada güçlük çekmişlerdir. Öğretmen adaylarının temsil içi geçiş performansları temsiller arası dönüşüm performanslarına göre daha yüksektir. Bu değişkenlere göre katılımcılar aynı oranda yanlış yapmalarına rağmen temsiller arası dönüşüm alt boyutu daha yüksek oranla boş bırakılmıştır. Denklem sistemlerinin boyutlarına göre değerlendirme yapılacak olursa katılımcılar değişken sayısının denklem sayısına eşit olduğu durumda farklı olduğu duruma göre daha başarılı performans sergilemişlerdir. Girdi temsilinde en yüksek performans somut temsiline, çıktı temsilinde ise en yüksek performanslar matris ve cebir temsillerine aittir. Girdi temsilinde en düşük performans tablo temsiline aitken, çıktı temsilinde en düşük performans grafik temsiline aittir.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı bağlamında değerlendirildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişki vardır. Buradan hareketle, öz-yeterlik algısının lineer denklem sistemleri performansını etkilediği sonucuna ulaşılabilir. Lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı arasındaki ilişki alt boyutlar bağlamında sonuçları değerlendirilirse rankla çözüm bulma, determinantla çözüm bulma ve ters matrisle çözüm bulma alt boyutlarında katılımcıların performansları ile öz-yeterlik algıları örtüşmektedir. Fakat satır işlemleri çözüm bulma, cebirsel yorumlama ve geometrik yorumlama alt boyutlarında ise öğretmen adaylarının öz-yeterlik algıları yüksek olmasına rağmen lineer denklem sistemleri performansları orta düzeydedir. Ayrıca öğretmen adaylarının yarıya yakını yüksek seviyede öz-yeterlik algısına sahipken orta düzeyde akademik başarıya sahiptir. Öğretmen adaylarının çeyreği öz-yeterlik algısı ve akademik başarıları orta düzeydedir. Yüksek düzeyde akademik başarıya sahip öz-yeterlik algısı düşük olan öğretmen adayı yokken düşük düzeyde akademik başarıya sahip öz-yeterlik algısı yüksek olan öğretmek adayı azınlıktadır.

Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin temsil dönüşüm başarısı bağlamında değerlendirildiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Lineer denklem sistemleri performansları ile temsil dönüşüm başarısı arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişki vardır. Buradan hareketle, lineer denklem sistemleri performanslarının temsil dönüşüm başarısını etkilediği sonucuna ulaşılabilir. Lineer denklem sistemleri performansları ile temsil dönüşüm başarıları arasındaki ilişki denklem ve değişken sayısının birbirine göre durumları bağlamında değerlendirilecek olursa öğretmen adayları denklem sayısının değişken sayısına eşit olduğu durumda performansları temsil dönüşüm başarılarına oranla daha yüksek olmuştur. Denklem sayısının değişken sayısından farklı olduğu durumda da sonuç benzerdir.

Matematik öğretmen adaylarıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden ise şu sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen adayları lineer denklem sistemleri kavramını tanımlayamamış olmalarına rağmen bu kavramla ilgili işlemler yapabilmektedirler. Lineer denklemlerin çözme yöntemi olarak en çok elemanter satır işlemlerini tercih etmişlerdir. Katsayılar matrisinin boyutu lineer denklem sistemleri çözme sürecini etkilerse sadece süre açısından etkileyeceğini düşünmektedirler. Benzer şekilde lineer denklem sistemlerinin çözme sürecini denklem sisteminin homojen olup olmamasının sadece süre ve kolaylık yönünden etkileyeceğini düşünmektedirler. Katılımcılar cebirsel ve geometrik yorumlama kavramlarını tanımlamakta güçlük çekerken işlemsel süreçte cebirsel sonuçlara ulaşmışlar fakat geometrik olarak yorumlayamamışlardır. Öğretmen adayları sonsuz çözüm, tek bir çözüm ve çözümsüzlüğü durumlarının hepsini cebirsel olarak açıklayabilirken geometrik olarak hiçbir durumu doğru yorumlayamamışlardır. Çoklu temsil kullanımı için katılımcılar öğrenimi kolaylaştırması ve öğrencilere seçim hakkı tanıyor olmasından ötürü avantajlı olacağını düşünmektedirler. Öğretmen adayları kendilerini en çok matris ve cebir kullanımında rahat hissederken en çok grafik, tablo ve somut temsilini kullanmada güçlük çektiklerini belirtmektedirler. Lineer denklem sistemleri konusunu günlük hayat uygulaması olarak değerlendirirlerken ise öğretim programlarına çoklu temsil kullanarak katılmasının uygun olacağı kanaatindedirler.

5.3. ÖNERİLER

Çalışma sonuçlarında karşılaşılan eksiklerin giderilmesine yönelik sunulan öneriler birçok boyutta ele alınmıştır. Öncelikle geliştirilen Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik 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 güvenirlik çalışmalarının yapılmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir. Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik 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.

Lineer denklem sistemleri konusunda öğretmen adaylarının performanslarının çok yüksek olmadıkları görülmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının bu konuya yönelik öz-yeterlik algıları yüksek çıkmıştır. Öz-yeterlik algısının öğretmen adaylarının lineer denklem sistem etkilediği çalışmanın bulgularında yer almaktadır. Öğretmen adaylarının performanslarının öz-yeterlik algılarına göre düşük çıkmasında bireysel faktörlerle birlikte öğretimin niteliği de büyük rol oynamaktadır. Bu bağlamda, öğretimin içeriğinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Çoklu yöntem yolu ile ele alınan öğrenci bilgi ve becerileri üzerinden, öğretim içeriği de değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun orta düzeyde performans göstermelerine, kavram tanımlarına gereken önemin verilmemesinin (Rasslan ve Tall, 2002) ile işlem ve prosedür bilgilerini ölçmeye dayalı değerlendirme yöntemlerinin neden olduğu söylenebilir (Aydın ve Delice, 2008). Ayrıca, lineer denklem sistemleri konusunda öğretmen adaylarının temsil dönüşüm başarılarının çok yüksek olmadıkları görülmektedir. Lineer denklem sistemleri performanslarının temsil dönüşüm başarılarını etkilediği göz önüne alınırsa öğretmen adaylarının performansının artması temsil dönüşüm başarılarını da olumlu yönde etkileyecektir.

Lineer denklem sistemleri ilköğretim ikinci kademeden beri öğrencilerin aşina olduğu bir konudur. Bu konunun temelinin atıldığı ve birçok problemin çözümünde kullanılan yerine koyma ve yok etme yönteminin sadece işlemsel sürecinin değil, mantığının kavratılması ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi öğretimin diğer kademeleri açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca ortaöğretim müfredatında bu konu son döneme rast geldiği için işlenişine özen gösterilmemektedir. Bu durum özellikle üniversitelerin fen ve matematik alanları ağırlıklı bölümlerinde okuyacak öğrencilerin matematiğin soyut yapısı ile ilgili güçlük çekmesine sebep olacağına inanılmaktadır.

Bu çalışma, var olan durumu ortaya koymaya yönelik hazırlandığından dolayı, herhangi bir yazılım ya da öğretim materyalinin etkisine bakılmamıştır. Bu bağlamda, sınıf ortamının teknoloji yardımıyla yeniden düzenlenmesi ve zenginleştirilmesinin, kavram tanımı, kavram imajını da zenginleştireceği, böylelikle farklı temsillerin kullanılabileceği ortamlar oluşturabileceği ayrıca öğretmen adaylarının performanslarının artacağı düşünülmektedir.

Ayrıca temsil dönüşüm başarılarının ilgili alan yazınındaki temsil teorileri bağlamında incelenmesine yönelik bir çalışmanın alan yazında bulunmadığı ve bu alanda yapılacak bir çalışmanın araştırmacılara faydalı olabileceği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Adu-Gyamfi, K. (1993). *External multiple representations in mathematics teaching*. Unpublished Master Thesis. Graduate Faculty of North Carolina State University, USA.

Akbaş, A. ve Çelikkaleli, Ö. (2006). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen Öğretimi Öz-yeterlik İnançlarının Cinsiyet, Öğrenim Türü ve Üniversitelerine Göre İncelenmesi. *Mersin Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 98-110.

Akgün, L. (2007). *Değişken Kavramına İlişkin Yeterlilikler ve Değişken Kavramının Öğretimi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Akkoç, H. (2005). Fonksiyon Kavramının Anlaşılması: Çoğul Temsiller ve Tanımsal Özellikler, *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5, 20, 14- 24.

Altun, M. (2001). *Matematik Öğretimi*. Bursa: Alfa Yayınevi.

Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2004). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri (3. Baskı)*. Sakarya: Sakarya Kitapevi.

Anastasi, A. (1988). *Psychological Testing*. New York: Macmillan Publishing Company.

Aydın, E. ve Delice, A. (2008). Ölçme ve değerlendirmeye kavram yanılgıları perspektifinden bir bakış M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri.* Ankara: PegemA.

Aydın, S. (2007). Bazı Özel Öğretim Yöntemlerinin Lineer Cebir Öğrenimine Etkileri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(19), 214-223.

Aykaç Duman, B. (2007). *Lise Öğrencilerinin İngilizceye Yönelik Öz Yeterlik Algı Puanlarının Cinsiyete, Alanlara ve Farklı Düzeylere Göre İngilizce Başarısını Yordama Gücü*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Bailey, K. D. (1978). *Methods of Social Research*. Basingstoke: Collier-Macmillan.

Baki, A., Kutluca, T. ve Birgin, O. (2008). Matematik Öğretmeni Adaylarının Bilgisayar Destekli Eğitime Yönelik Öz-yeterlik Algılarının İncelenmesi. *8. International Education Technology Conference, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.*

Balcı, A. (2005). *Açıklamalı Eğitim Yönetim terimler Sözlüğü.* Ankara: Tek Ağaç Basım Yayım, Dağıtım.

Bandura, A. (1977). Self- efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Rewiew*, 84, 191 -215.

Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice -Hall.

Bandura, A. (1993). *Perceived Self – Efficacy in Cognitive Development and Functioning*.

Bandura, A. (1997). *Self – efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman and Company.

Bandura, A. (1999). Social cognitive theory of personality. L.Pervin ve O. John (Eds.), *Handbook of Personality* (2. Baskı), s. 154 – 196.

Başaran, İ. E. (1996). *Türkiye Eğitim Sistemi*. Ankara: Yargıcı Matbaası.

Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test Teorisi ve Uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.

Berry, J. S., Lapp, D. A. ve Nyman, M. A. (2008). Using technology to facilitate reasoning: lifting the fog of linear algebra. *Teaching mathematics and its applications*, 27, 102-111.

Bıkmaz, F.H. (2004). Özyeterlik inançları. Kuzgun, Y. ve Deryakulu, D. (Ed.), *Eğitimde bireysel farklılıklar* (ss. 289-315). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Bingölbali, E. (2008). Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları ve Kavramsal Anlama için Öneriler. M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*. Ankara: PegemA.

Bingölbali, E. (2008). Türev kavramına ilişkin öğrenme zorlukları ve kavramsal anlama için öneriler. M. F. Özmantar, E. Bingölbali & H. Akkoç (Edt.), *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri.* (223-255). Ankara: PegemA.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University.

Bryman, A. (2008). *Social Research Methods* (3. Baskı). London: Oxford University Press.

Burgess, R. G. (1984). *In the Field: An Introduction to Field Research*. London ve New York: Routledge.

Burns, R. B. (2000). *Introduction to research methods* (4. Baskı). Australia: Pearson Education.

Büyüköztürk, Ş. (2005). Anket Geliştirme. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, Sayı 2, Cilt 3, 133-151.

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. (2006). *İlköğretim II. Kademede Matematik Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Cantürk-Günhan, B. ve Başer, N. (2007). Geometriye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 68-76.

Carlson, D. (1993). The Linear Algebra Curriculum Study Group Recommendations for the First Course in Linear Algebra, *College Mathematics Journal*, 12 (1) 41-46.

Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2000). *Research Methods İn Education, (5th Edition)*. London: Routledge.

Cramer, A. K., Post, R. T, & delMos, C. R., (2002). Initial fraction learning by fourth-and fifth-grade students: A comparison of the effects of using commercial curricula with the effects of using the rational number project curriculum. *Journal of Research in Mathematics Education*, 33(2), 111-144

Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitavi, and Mixed Methods Approach (2. Baskı).* London: Sage.

Crocker, L. ve Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory.* New York: Holt. Rinehart and Winston.

Cronbach, L.J. (1970). *Essentials of Psychological Testing (3. Baskı).* New York: Harper ve Row.

Cutz, B. (2005). *Un esudio acerca de las concepciones de estudiantes de licenciatura sobre los sistemas de ecuaciones y su solición.* Yüksek Lisans tezi. Cinvestav-IPN, Meksika.

Çanakçı, O. (2008). *Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çelik, D. (2007). *Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerinin analitik incelenmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çelikkaleli, Ö., Gündoğdu, M. Ve Kıran Esen, B. (2006). Ergenlerde Yetkinlik Beklentisi Ölçeği: Türkçe Uyarlamasının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Eurasian Journal of Educational Research*, Sayı 25.

Çepni, S. (2010). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (Geliştirilmiş 5. Baskı).* Trabzon.

Day, J. M. ve Kalman, D. (2001). Teaching Linear Algebra: Issues and Resources. *The College Mathematics Journal*, 33(2), 162-168.

Dede, Y. (2005). I. Dereceden Denklemlerin Yorumlanması: Eğitim Fakültesi 1. Sınıf Öğrencileri Üzerine Bir Çalışma. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 197-205.

Delice, A. ve Sevimli, E. (2010). Öğretmen Adaylarının Çoklu Temsil Kullanma Becerilerinin Problem Çözme Başarıları Yönüyle İncelenmesi: Belirli İntegral Örneği. *Kuram ve Uygulamada Eğitimi Bilimleri*, 10 (1).

Delice, A., Aydın, E. ve Kardeş, D. (2009). Öğretmen Adayı Gözüyle matematik Ders Kitaplarında Görsel Öğelerin Kullanımı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(16), 75-92.

Demirtaş, H. ve Güneş, H. (2002). *Eğitim Yönetimi ve Denetimi Sözlüğü*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Derbedek, H. (2008). *İlköğretim Okul Müdürlerinin Öğretimsel Liderlik Özelliklerinin Öğretmenlerin Özyeterlikleri Üzerindeki Etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

Doğan- Dunlap, H. (2006). Lack of Set Theory Relevant Prerequisite Knowledge. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37 (4), 401-410.

Dokuz Eylül Üniversitesi, Ortaöğretim Matematik Eğitimi Lineer Cebir I-II Ders İçerikleri http://www.deu.edu.tr/DEUWeb/Icerik/Icerik.php?KOD=7802 adresinden 01.03.2010 tarihinde alınmıştır.

Dorier, J. L., ve 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

Dorier, J-L., (1998). The Role of formalism in the teaching of the teory of vector spaces, *Linear Algebra and Its Applications*, 275-276, 141-160.

Driscoll, M. (1999). *Fostering Algebraic Thinking: A Guide for Teachers, Grades 6-10*, Portsmouth, NH: Heinemann.

Dubinsky, E. (1997). Some thoughts on a first course in linear algebra at the college level. In D. Carlson, C. Johnson, D. Lay, A. D. Porter, A. Watkins, W. & Watkins (Eds.), *Resources for Teaching Linear Algebra, (Vol. 42, pp. 85-106).* MAA notes, Washington DC: The Mathematical Association of America.

Dubinsky, E. ve McDonald, M. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In Derek Holton et al (Eds.), *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study (s. 273-280)*. Netherlands: Kluwer.

Dufour-Janvier, B., Berdnarz, N., ve Belanger, M. (1987). Pedagogical considerations concerning the problem of representation. In C. Janvier (Eds.), *Problems of representations in the teaching and learning of mathematics (pp.109-122).* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ekiz, D. (2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş: Nitel, Nicel ve Eleştirel Kuram Metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Erbaş, A. K., Çetinkaya, B. ve Ersoy, Y. (2009). Öğrencilerin Basit Doğrusal Denklemlerin Çözümünde Karşılaştıkları Güçlükler ve Kavram Yanılgıları. *Eğitim ve Bilim Dergisi,* 34 (153).

Erçerman, B. (2008). *Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Bağlamında Lise Öğrencilerinin Lineer Cebir Bilgilerinin Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Ergin, D. Y. (1995). Ölçeklerde Geçerlik ve Güvenirlik. Marmara Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri Dergisi,* Sayı 7, 125–148.

Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L. ve Allen, S. T. (1993). *Doing Naturalistic Inquiry: A Guide to Methods.* Beverly Hills, CA: Sage.

Even, R. (1998). Factors Involved in Linking Representations of Functions, *Journal of Mathematical Behavior,* 17, 1, 105-121.

Felsefe Terimler Sözlüğü (1975), http://tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=verilst&kelime=alg%FD&ayn=tam adresinden 2 Nisan 2010 tarihinde alınmıştır.

Finney, S. J ve 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.

Gardner, H. (1983, 1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligence*. New York: Basic Books.

Gazi Üniversitesi, Ortaöğretim Matematik Eğitimi Lineer Cebir I-II Ders İçerikleri, www.matematikegt.gazi.edu.tr/Ects_Tr/pdf/Ects_2_2.pdf ile http://www.matematikegt.gazi.edu.tr/Ects_Tr/pdf/Ects_2_1.pdf adreslerinden 01.03.2010 tarihinde alınmıştır.

Goldin, G. A. (1998). Representations, learning, and problem solving in mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 137-165.

Goldin, G. A. (2004). Representations in school mathematics: A unifying research perspectives. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics (pp. 275-285).* Reston, VA: NCTM.

Goldin, G. A., & Kaput, J. J. (1996). A joint perspective on the idea of representation in learning and doing mathematics. In L. P. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. A. Goldin, & B. Greer (Eds.), *Theories of mathematical learning (pp. 397-430).* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Guba, E. G. ve Lincoln, Y. S. (1994). Competing Paradigms in Qualitative Research. In N. Denzin, ve Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research (s. 105-117).* London: Sage Publications.

Güncel Türkçe Sözlük, http://tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=verilst&kelime=%F6z&ayn=tam adresinden 2 Nisan 2010 tarihinde alınmıştır.

Gürcan, A. (2005). Bilgisayar Öz-yeterliği Algısı İle Bilişsel Öğrenme Stratejileri Arasındaki İlişki. *Eğitim Araştırmaları*, 19, 179-193.

Haddad, M., 1999. *Difficulties in the learning and teaching of linear algebra – a personal experience.* Unpublished Master Dissertation, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

Häggström, J. (2006). The same topic – Different opportunities to learn. *The fifth mathematics education research seminar. Malmö, İsveç.*

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. Ve Tall, D. (1989). The general, teh abstract and the generic in advanced mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 11(1), 38-42.

Hart, D. K. (1992). *Building concept images: Supercalculators and students use of multiple representations in calculus (abstract).* Unpublished Ph.D, (Oregon State University, 1992). Dissertation Abstracts International, 52: 4254A.

Hiebert, J. ve Carpenter, T. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp.65-100).* Reston, VA.

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.*

Hitt, F. (1998). Difficulties in the Articulation of Different Representations Linked to the Concept of Function, *Journal of Mathematical Behavior*, 17, 1, 123-134.

Hollinger, R. (1994). Postmodernism and the Social Sciences. A Thematic Approach. *Contemporary Social Theory*, vol. 4. Thousand Oaks: Sage.

Işıksal, M. ve Aşkar, P. (2003). İlköğretim Öğrencileri İçin Matematik ve Bilgisayar Öz-Yeterlik Algısı Ölçekleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 109-118.

Işıksal, M. ve Çakıroğlu, E. (2006). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiğe ve Matematik Öğretimine Yönelik Yeterlik Algıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 74-84.

İmamoğlu, S. (2008). *Genç Yetişkinlikte Kişilerarası İlişkilerin Cinsiyet, Cinsiyet Rolleri ve Yalnızlık Algısı Açısından İncelenmesi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Janvier, C. E. A. (Ed). (1987). *Problems of representation in the teaching and learning of Mathematics.* Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

Kalaycı, Ş. (2005). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (1. Baskı).* Ankara: Asil.

Kandlbinder, P. (2003). Peeking Under the Covers: Online Academic Staff Development in Australia and the United Kingdom. *International Journal for Academic Development*, 8(1/2), 135- 143.

Kaput, J. J. (1998). Representations, inscripions, descriptions and learning: A kaleidoscope of windows. *Journal of Mathematical Behavior,* 17 (2), 265-281.

Karasar, N. (1999). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Keller, B. A., ve Hirsch, C. R. (1998). Student preferences for representations of functions. *International Journal in Mathematics Education Science Technology*, 29 (1), 1-17.

Kendal, M., ve Stacey, K. (2003). Tracing learning of three representations with the differentiation competency framework. *Mathematics Education Research Journal*, 15 (1), 22- 41.

Kendall, M. (1963). *The Advanced Theory of Statistics Volume V. Distribution Theory*. Charles Griffin Company.

Kırcaali-İftar, G. (1999). Bilim ve Araştırma. A. A. Bir (Ed.), *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri (s. 1- 10).* http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2294/unite01.pdf adresinden 25 Mart 2010 tarihinde alındı.

Kline, P. (1994). *An Easy Guide to Factor Analysis.* New York: Routledge.

Kurbanoğlu, S.S. (2004). Öz-yeterlik İnancı ve Bilgi Profesyonelleri İçin Önemi. *Bilgi Dünyası,* 5(2), 137-152.

Lacampagne, C., Blair, W. ve Kaput, J. (Ed.). (1995). *Conceptual Framework for the Algebra Initiative of the National Instutute on Student Achievement, Curriculum and Assesment.* The Algebra Initiative Colloquium.2, 237-242: C. Lacampagne.

LeCompte, M. D. ve Goetz, J. P. (1982). Problems of Reliability and Validity in Etnographic research. *Review of Educational Research*, 52, 31-60.

Lesh, R., Post, T. ve Behr, M. (1987). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In Claude Janvier (Ed.), *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics pp. 33-40),* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lesh, R., ve Doerr, H. (2003). Foundations oaf a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, & H. Doerr (Eds.) *Beyond constructivism (pp. 3-34).* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lincoln, Y. S. ve Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.

Lindler, W. (2002). CAS-supported multiple representations in elementary Linear Algebra. *The case of Gaussian algorithm. International Symposium, Anniversary of Pollack Mihály Engineering Faculty, Macaristan.*

Lodico, M.G., Spualding, D.T. ve Voegtle, K.H. (2006). *Methods in Educational Research: From Theory to Practice.* San Francisco: Jossey-Bass Wiley.

Longman Dictionary of Contemporary English. (2001). Pearson Education Limited Press.

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.

Mallet, D. G. (2007). Multiple representations for systems of linear equations via the Computer Algebra System Maple. *International Electronic Journal of Mathematics Education,* 2(1), 16-29.

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.

McGowan, M. ve Tall, D. (2001). *Flexible Thinking, Consistency, and Stability of Responses:A Study of Divergence* http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/drafts/dot2001-mcgowen-tall-draft.pdf adresinden 21 mayıs 2010 tarihinde alınmıştır.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook (2. Baskı).* London: Sage.

Milli Eğitim Bakanlığı, Ders Kitapları ve Eğitim Araçları Yönetmeliği (22297). http://mevzuat.meb.gov.tr/html/22297_0.html adresinden 20 Aralık 2009 tarihinde alınmıştır.

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB) (2005a). *Ortaöğretim Matematik (9., 10., 11. ve 12.) Sınıflar Dersi Öğretim Programı*, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB) (2005b). *İlköğretim Matematik (6., 7. ve 8.) Sınıflar Dersi Öğretim Programı,* Ankara.Mason, J. (1996). Qualitative Researching. London: Sage.

Mingus, T. T. Y. (1996). *A Oualitative and Quantitative Study Examining the Effect a Conceptual, Constructivist Approach to Teaching Linear Algebra Has on Student Attitudes and Belief About Mathematics.* Yayınlanmamış Doktora Tezi. University of Northern Colorado, The Graduate School, Greely, Colorado.

Monaghan, J. D., Sun, S. ve Tall, D. O. (1994). Construction of the limit concept with a computer algebra system. *Proceedings of the 18th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, (July 29-August 3), Vol. 3, 279-286, Lisbon: Portugal.*

Mouly, G. J. (1978). *Educational Research: the Art and Science of Investigation.* Boston: Allyn & Bacon.

NCTM (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston,VA: Author.

NCTM (2000). Principals and standards for achool mathematics. Reston, Va.: NCTM.

Niss, M. (1999). Aspects of the nature and state of research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics 4*0, 1-24.

Oktaç, A. (2008). Ortaöğretim Düzeyinde Lineer Cebir ile İlgili Kavram Yanılgıları. Özmantar ved. (Ed.) *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri (s. 329-360).* Ankara: Pegema yayıncılık.

Oxford Wordpower Dictionary for Learners of English (2001). Oxford University Press.

Özçelik, D. A. (1997). *Test Hazırlama Kılavuzu (Genişletilmiş 3. Baskı).* Ankara: ÖSYM Yayınları.

Özgün-Koca, S. A. (1998). Students' use of representations in mathematics education. *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, NC: Raleigh.*

Özgüven, İ.E. (1994). *Psikolojik testler.* Ankara: Yeni Doğuş Matbaası.

Öztürk, Ç. (2008). Coğrafya Öğretiminde Gezi- Gözlem Tekniğini Kullanabilme Öz-yeterlilik İnanç Ölçeğinin Gelitirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*, 25, 13- 23.

Paivio, A. (1971). *Dual Coding Theory*. http://readytolearnresearch.org/pathwaysconference/presentations/paivio.pdf adresinden 21 Mayıs 2010 tarihinde alınmıştır.

Pajares, F. (1996). Self- Efficacy Beliefs in Academic Settings. *Rewiev of Educational Research,* 66(4), 543-578.

Pajers, F. ve Miller, M.D. (1995). Mathematics self-efficacy and mathematics performances: the need for spesifiicty of assessment. *Journal of Counseling Psychology*. 42, 190- 198.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods (2. Baskı).* London: Sage Publications.

Pecuch Herrero, M. (2000). Strategies and Computer Projects for Teaching Linear Algebra. *International Journal of Mathematics Education and Science Technology*, 31(2), 181-186.

Piaget J. (1967). *Biologie et connaissance*. Paris : Gallimard

Porzio, D. T. (1994). *The Effects of Differing Technological Approaches to Calculus on Students' Use and Understanding of Multiple Representations when Solving Problems*. PhD., The Ohio State University.

Punch, K.F. (2005). *Sosyal Araştırmalara Giriş: Nicel Ve Nitel Yaklaşımlar* (Bayrak, D., Arslan, H.B. ve Akyüz, Z, Çev.). Ankara. Siyasal Kitabevi.

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.

Rasslan, S. ve Tall, D. (2002). Definitions and Images for the Definite Integral Concept. In Cockburn A.; Nardi, E. (eds.) *Proceedings of the 26th PME,* 4, 89-96.

Robson, C. (1993). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers (1st Edition).* Oxford: Blackwell.

Say, M. (2005). *Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Öz-yeterlilik İnanışları.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Schneider, E. (1995). Testing the rule of three: A formative evaluation of the Harvard based Calculus Consortium curriculum. *Dissertation Abstracts International*, 56 (06), 2158A. (UMI No. 9534951).

Schultz, J. E. ve Waters, M. S. (2000). *Why representations?.* Mathematics Teacher, 93(6), 448-453.

Selçuk, G. S., Çalışkan, S. ve Erol, M. (2008). Physics self-efficacy beliefs of student teachers': The relationships with gender and achievement perception, *Balkan Physics Letters (Special Issue: Turkish Physical Society 24th International Physics Congress),* p. 648-651.

Senemoğlu, N. (2003). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulama*. Ankara: Gazi Kitapevi.

Sevimli, E. (2009). *Matematik Öğretmen Adaylarının Belirli İntegral Konusundaki Temsil Tercihlerinin Uzamsal Yetenek ve Akademik Başarı Bağlamında İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sfard, A. (1995). The Development of Algebra: Confront Historical and Psychological Perspectives.. *Journal of Mathematical Behavior*. 14, 15-39.

Sierpinska, A. (2000). On some aspects of students' thinking in linear algebra. In J-L. Dorier (Eds.) *On the teaching of Linear Algebra (s. 209-246).* Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Sipahi, B., Yurtkoru, E. S. ve Çinko, M. (2008). *Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi (2. Baskı).* İstanbul: Beta.

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.

Stewart, C. J. ve Cash, W. B. (1985). *Interviewing: Principles and Practice (4. Baskı).* Dubuque, IO: Wm. C. Brown Pub.

Stewart, S. (2008). *Understanding Linear Algebra Concepts Through the Embodied, Symbolic and Formal Worlds od Mathematical Thinking.* Yayınlanmamış Dortora Tezi. University of Auckland.

Stewart, S. ve Thomas, M. O. J. (2004). The learning of Linear Algebra concepts: Instrumentation of CAS calculators. *Proceedings of the 9th Asian Technology Conference in Mathematics. Singapore, 377-386.*

Stone, D. (1998). *Social Cognitive Theory*. Güney Florida Üniversitesi.

Şahin, A.E. (2006). Meslek ve Öğretmenlik. V. Sönmez (Ed.) *Eğitim Bilimine Giriş.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Şişman, M. (2006). *Eğitim Bilimine Giriş.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Tall, D. (2007). Embodiment, Symbolism and Formalism in Undergraduate Mathematics Education. *10th Conference on research in Undergraduate MAthematics Education, 22-27 Şubat, San Diego, California, USA*.

Tarkun- Tavşancıl, E. (2002). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*, Ankara: Nobel Yayınları.

Tchoshanov, M. A. (1998-2001). *Representationn and Cognition: Internalizing Mathematical Concepts.* http://www.matedu.cinvestav.mx/tchoshanov.pdf adresinden 21 Mayıs 2010 tarihinde alınmıştır.

Tekin, H. (1993). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme.* Ankara: Yargı Yayınları.

Tezbaşaran, A. (1996). *Likert Tipi Ölçek Geliştirme Kılavuzu*. Ankara: Psikoloji Derneği Yayınları, Özyurt Matbaası.

Thomas, N. D., Mulligan, J. T., ve Goldin, G. A. (2002). *Children□s representation and structural development of the counting.*

Toluk, Z. ve Olkun, S. (2003). Children's Strategies for Solving Fraction Problems: A Comparison of Primary and Intermediate Grades. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 2(5), 207-217.

Trigueros, M., Oktaç, A. ve Manzanero, L. (2007). Understanding of System of Equations in Linear Algebra *Working Group 14. CERME 5, 2007.*

Uhlig, F. (2002). *Transform Linear Algebra.* New Jersey: Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River.

Umay, A. (2002). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programının Öğrencileri Matematiğe Karşı Özyeterlik Algısına Etkisi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. 16-18 Eylül, Ankara.*

Usiskin, Z., 1988. Conceptions of School Algebra and Uses of Variables. In A. F. Coxford ve A. P. Shulte (Eds.) 1988 *Yearbook: The Ideas of Algebra K-12 (s. 8-19).* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Üredi, I. ve Üredi, L. (2005). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Öz-düzenleme Stratejileri ve Motivasyonel İnançlarının Matematik Başrısını Yordama Gücü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 1(2), 250-260.

Üstüner, M., Demirtaş, H., Cömert, M. ve Özer, N. (2009). Ortaöğretim Öğretmenlerinin Öz-Yeterlik Algıları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(17), 1-16.

Vardarlı, G. (2005). *İlköğretim II. Kademe Öğrencilerinin Genel Özyeterlik Düzeylerinin Yordanması.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Veznedaroğlu, M. H. (2005). *Senaryo Temelli Öğrenmenin Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Tutum ve Öz-yeterlik Algısına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Walkley, R. H. (1997). *Self Efficacy in Health Related Behaviour Change.* Cornell Üniversitesi.

Wang, Tse-Wei. (1989). A Course on Applied Linear Algebra, *Chemical Engineering Education,* 23(4), 236-241.

Yalın, H. İ. (1996). Ders Kitaplarının Değerlendirilmesi. *6. Milli Eğitim Sempozyumu, Kütahya, 4-5 Ekim.*

Yerushalmy, M. ve Schwartz, J. L. (1993). Seizing the opportunity to make algebra mathematically and pedagogically interesting(s. 41-68)., Ed:T. A. Romberg, E. Fennema ve T. P. Carpenter, *Integrating research on the graphical representation of functions* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (6. Baskı).* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz, B. C. (2008). *Yenilenen Fen ve Teknoloji Müfredatında Fen ve Teknoloji Öğretmen Yeterliklerinin Nitel Olarak Belirlendiği Bir Çalışma.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yürekli, Ü. B. (2008). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiğe Yönelik Öz-yeterlik Algıları ve Tutumları Arasındaki İlişki.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

Zhang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21(2), 179-2.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemporary Educational Psyhology,* 25, 82-91.

İsim-Bölüm-Sınıf:

EK 1: LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÖZ-YETERLİK ALGISI ÖLÇEĞİ

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

MADDEELER	**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[1] çözme	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
4. Lineer homojen olmayan denklem sistemlerini çözme	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 yapabilme	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[2] hale getirme	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
9. Rank hesaplama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
10. Genişletilmiş matrisin rankına bakarak lineer denklem sisteminin çözümünü yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

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

[2] **Kanonik Form**: Baştan itibaren her satırının sıfırdan farklı ilk elemanı (1) ve bu (1)'in hizasındaki diğer sütun elemanları (0) olan matrislere kanonik şekildedir 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 çözme	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 çözme	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17. Sonsuz çözümün varlığını cebir/matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
18. Sonsuz çözümün varlığını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19. Tek bir çözümün varlığını cebir/matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20. Tek bir çözümün varlığını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21. Çözüm olmamasını cebir/matematik ile yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
22. Çözüm olmamasını geometrik yorumlama	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

İsim/ Bölüm:

EK 2: LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ ÖZ-YETERLİK ALGISI ÖLÇEĞİ

Aşağıdaki ifadeleri öz yeterliliğiniz açısından değerlendiriniz. (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 sistemlerini AX=B formunda yazma	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
2. Lineer homojen denklem sistemlerini[1] çözme	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
3. Lineer homojen olmayan denklem sistemlerini çözme	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
4. Ters matrisi elemanter satır işlemleri ile bulma	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
5. Genişletilmiş matrisi kanonik[2] hale getirme	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
6. Genişletilmiş matrisin rankına bakarak lineer denklem sisteminin çözümünü yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
7. Sonsuz çözümün varlığını cebir/matematik ile yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
8. Sonsuz çözümün varlığını geometrik yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
9. Tek bir çözümün varlığını cebir/matematik ile yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
10. Tek bir çözümün varlığını geometrik yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
11. Çözüm olmamasını cebir/matematik ile yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
12. Çözüm olmamasını geometrik yorumlama	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
13. Determinant hesabı yapma		1 2 3 4 5	
14. Cramer kuralını kullanarak lineer denklem sistemini çözme		1 2 3 4 5	
15. Bir matrisin ek matrisini hesaplama		1 2 3 4 5	
16. Bir matrisin tersini determinant ve ek matris yardımıyla bulma		1 2 3 4 5	
17. Ters matris kullanarak lineer denklem sistemlerini çözme		1 2 3 4 5	

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

[2] **Kanonik Form**: Baştan itibaren her satırının sıfırdan farklı ilk elemanı (1) ve bu (1)'in hizasındaki diğer sütun elemanları (0) olan matrislere kanonik şekildedir denir.

EK 3: LİNEER DENKLEM SİSTEMİ ÖZ-YETERLİLİK ALGISI TESTİ GELİŞTİRME BELİRTKE TABLOSU

MADDELER	UYGUNLUĞU	AÇIKLAMA
1. Lineer denklem sistemini tanımlayabilme		
2. Lineer denklem sistemlerini AX=B formunda yazma		
3. Lineer homojen denklem sistemlerini çözme		
4. Lineer homojen olmayan denklem sistemlerini çözme		
5. Lineer denklem sistemlerini genişletilmiş (arttırılmış) formda yazma		
6. Elemanter satır işlemleri yapabilme 7. Ters matrisi elemanter satır işlemleri ile bulma		
8. Genişletilmiş matrisi kanonik hale getirme		
9. Rank hesaplama		
10. Genişletilmiş matrisin rankına bakarak lineer denklem sisteminin çözümünü yorumlama		
11. Determinant hesabı yapma		
12. Cramer kuralını kullanma		
13. Ters matrisi Cramer kuralı ile bulma		
14. Matrislerle çarpma işlemi yapma		
15. Ters matris kullanarak lineer denklem sistemlerini çözme 16. Bir matrisin tersini determinant ve ek matris yardımıyla bulma		
17. Sonsuz çözümün varlığını cebir/matematik ile yorumlama		
18. Sonsuz çözümün varlığını geometrik yorumlama		
19. Tek bir çözümün varlığını cebir/matematik ile yorumlama		
20. Tek bir çözümün varlığını geometrik yorumlama		
21. Çözüm olmamasını cebir/matematik ile yorumlama		
22. Çözüm olmamasını geometrik yorumlama		

EK 4: LİNEER DENKLEM SİSTEMİ PERFORMANS TESTİ

1. Lineer denklem sistemini tanımlayınız.

2. $-3y + 2x + 5z = 0$

$-3x - 2z + y = 6$ lineer denklem sistemini $AX = B$ formunda yazınız.

3. $3x_1 + x_2 + 4x_3 = 8$

$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1$

$2x_1 - x_2 + x_3 = 7$

lineer denklem sisteminin ***elemanter satır dönüşümleri*** yardımıyla ***kanonik form***a dönüştürünüz ve ***rankı***nı elde ediniz.

4. $C = \begin{bmatrix} 7 & -2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$ olduğuna göre C matrisinin tersini ***birim matris*** yardımı ile bulunuz.

5. $$2x_1 - x_2 + x_3 = 0$$ $$x_1 - 2x_3 = 0$$

Lineer denklem sisteminin ***katsayılar*** matrisinin ***rank***ını hesaplayınız. Sistemi ***elemanter satır işlemleri*** yardımıyla çözünüz. Çözümü ***cebirsel*** olarak

6. $$3x - 2y = 13$$ $$x - 3y = 9$$ $$2x + 3y = 0$$ $$4x - 3y = 15$$

Lineer denklem sisteminin ***katsayılar*** matrisinin ***rank***ını hesaplayınız. Sistemi ***elemanter satır işlemleri*** yardımıyla çözünüz. Çözümü ***geometrik*** olarak

7. $A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 5 & 1 & 2 \\ 4 & 3 & 0 \end{bmatrix}$ olduğuna göre A matrisinin determinantını hesaplayınız.

8. $$\begin{aligned} x_1 - 2x_2 &= -3 \\ 3x_1 - 5x_2 &= 8 \end{aligned}$$

Lineer denklem sistemini ***Cramer kuralı*** ile çözünüz. Çözümü ***geometrik*** olarak yorumlayınız.

9. $$\begin{aligned} x_1 + 4x_2 - 6x_3 &= 7 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 &= 12 \\ 4x_1 + 6x_2 - 8x_3 &= 24 \end{aligned}$$

lineer denklem sisteminin ***Cramer kuralı*** ve ***elemanter satır işlemleri*** ile çözünüz. Çözümü ***cebirsel*** olarak yorumlayınız.

10. $B = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$ olduğuna göre B matrisinin ek matrisini $\left(Ek(B) \right)$ bulunuz.

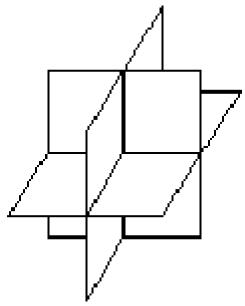
11. $D = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & 7 & 4 \\ 2 & -1 & 3 \end{bmatrix}$ olduğuna göre D matrisinin tersini ***determinant ve ek matris*** yardımıyla bulunuz.

12. $$\begin{aligned} x_1 + x_2 + 2x_3 &= -1 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 &= -5 \\ 3x_1 + x_2 + x_3 &= 3 \end{aligned}$$

Lineer denklem sistemini ***matrisin tersi yöntemi*** yardımıyla çözünüz. Çözümü ***cebirsel*** ve ***geometrik*** olarak yorumlayınız.

13. Çözümlerinin geometrik yorumu aşağıdaki şekiller gibi olan lineer denklem sistemi örneği aşağıdakilerden hangisidir?

13.1.



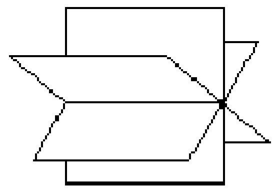
(Düzlemler tek bir noktada kesişiyorlar.)

a) $$\begin{aligned} 2x + y + 5z &= 11 \\ 3x + 2y + 7z &= 16 \\ -4x + 6y + 5z &= -7 \end{aligned}$$

b) $$\begin{aligned} 3x + y + 4z &= 8 \\ x + 2y + 3z &= 1 \\ 2x - y + z &= 7 \end{aligned}$$

c) $$\begin{aligned} x + 2y - 3z &= 2 \\ 2x + 4y - 6z &= 5 \\ x - y + z &= 3 \end{aligned}$$

13.2.



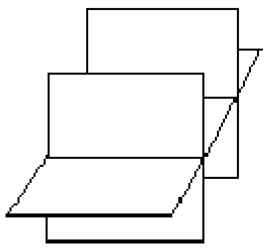
(Düzlemler doğru boyunca kesişiyorlar.)

a) $$\begin{aligned} 3x + y + 4z &= 8 \\ x + 2y + 3z &= 1 \\ 2x - y + z &= 7 \end{aligned}$$

b) $$\begin{aligned} x + 2y - 3z &= 2 \\ 2x + 4y - 6z &= 5 \\ x - y + z &= 3 \end{aligned}$$

c) $$\begin{aligned} 2x + y + 5z &= 11 \\ 3x + 2y + 7z &= 16 \\ -4x + 6y + 5z &= -7 \end{aligned}$$

13.3.



(Düzlemlerin ortak çözümü yoktur.)

a) $$\begin{aligned} x + 2y - 3z &= 2 \\ 2x + 4y - 6z &= 5 \\ x - y + z &= 3 \end{aligned}$$

b) $$\begin{aligned} 2x + y + 5z &= 11 \\ 3x + 2y + 7z &= 16 \\ -4x + 6y + 5z &= -7 \end{aligned}$$

c) $$\begin{aligned} 3x + y + 4z &= 8 \\ x + 2y + 3z &= 1 \\ 2x - y + z &= 7 \end{aligned}$$

İsim-Bölüm:

EK 5: LİNEER DENKLEM SİSTEMLERİ TEMSİL DÖNÜŞÜM TESTİ

1. $2x + y + z = 6$

$3x + 2y - 2z = -2$ lineer denklem sistemini,

$x + y + 2z = -4$

1.1. Matris temsilini kullanarak çözünüz.

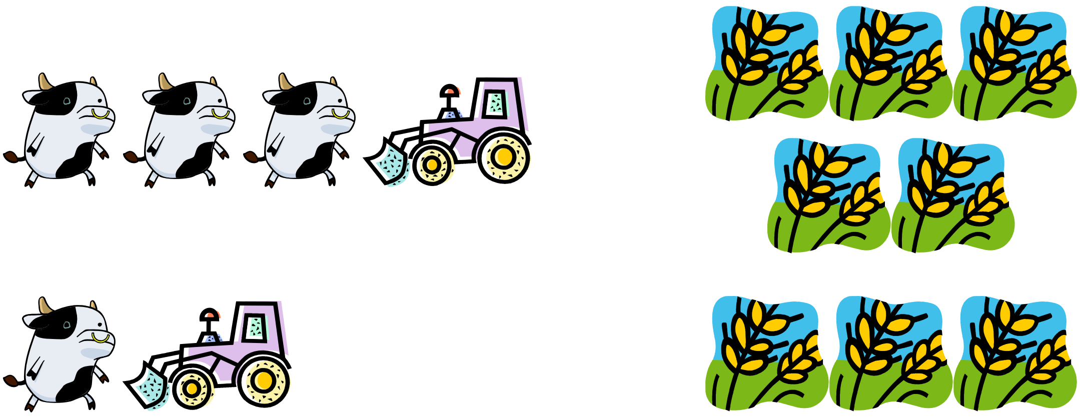
1.2. Grafiğini çiziniz.

1.3. Cebir temsilini kullanarak çözünüz.

1.4. Tablo oluşturarak çözünüz.

1.5. Somut temsili kullanarak çözünüz.

2.



2.1. Somut temsili kullanarak çözünüz.

2.2. Cebir temsilini kullanarak çözünüz.

2.3. Grafiğini çiziniz.

2.4. Tablo oluşturarak çözünüz.

2.5. Matris temsilini kullanarak çözünüz.

3. $\begin{bmatrix} 3 & -2 \\ 1 & -3 \\ 2 & 3 \\ 3 & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13 \\ 9 \\ 0 \\ 15 \end{bmatrix}$ lineer denklem sistemini,

3.1. Matris temsilini kullanarak çözünüz.

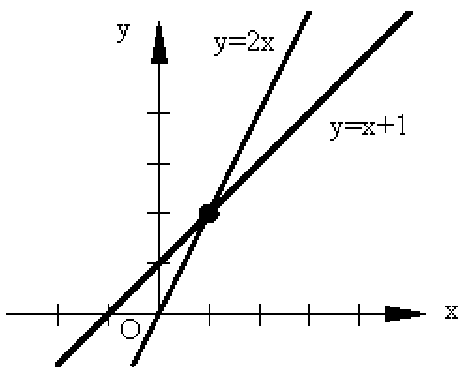
3.2. Cebir temsilini kullanarak çözünüz.

3.3. Tablo oluşturarak çözünüz.

3.4. Grafiğini çiziniz.

3.5. Somut temsili kullanarak çözünüz.

4.



Yanda grafiği çizilmiş lineer denklem sisteminin çözüm kümesini,

4.1. Cebir temsilini kullanarak çözünüz.

4.2. Somut temsili kullanarak çözünüz.

4.3. Matris temsilini kullanarak çözünüz.

4.4. Tablo oluşturarak çözünüz.

5.

x	y	z			
1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	-1	2
0	0	1	2	-2	2
1	1	0	2	0	3
0	**1**	**1**	**3**	**-3**	**4**

5.1. Matris temsilini kullanarak çözünüz.

5.2. Grafiğini çiziniz.

5.3. Cebir temsilini kullanarak çözünüz.

5.4. Somut temsili kullanarak çözünüz.