Sinem BALOĞLU DEMİR

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

2022

**T.C.**
**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**
**EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ**
**ANABİLİM DALI**

# ORTAOKUL 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN CEBİR KONUSUNDA ÇOKLU TEMSİLLER ARASINDAKİ GEÇİŞ BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

**Hazırlayan**
**Sinem BALOĞLU DEMİR**

**Danışman**
**Prof. Dr. Cemalettin IŞIK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2022**
**KAYSERİ**

**T.C.**
**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ**
**ANABİLİM DALI**

# ORTAOKUL 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN CEBİR KONUSUNDA ÇOKLU TEMSİLLER ARASINDAKİ GEÇİŞ BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

**Hazırlayan**
**Sinem BALOĞLU DEMİR**

**Danışman**
**Prof. Dr. Cemalettin IŞIK**

**Şubat 2022**
**KAYSERİ**

# ÖNSÖZ

Tez yazım sürecinde ihtiyacım olan her durumda bana zaman ayıran, bilgi ve tecrübelerini benimle içtenlikle paylaşan, tezimin her adımında çok büyük katkıları olan, eğitimci yönüyle örnek olarak bana öğrenmeyi öğreten çok kıymetli hocam Prof. Dr. Cemalettin IŞIK'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansa başlama sürecinde beni yüreklendiren ve zorlandığım her durumda bana destek olarak beni bu yolda asla yalnız bırakmayan kardeşim Taner BALOĞLU'na destek ve motivasyonu için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca hiçbir fedakârlık ve emeği esirgemeyerek eğitimim adına her türlü desteği sağlayarak bu günlere gelmem için her türlü imkânı sağlayan canım annem Hasgül BALOĞLU ve babam Recai BALOĞLU'na, ihtiyacım olan her durumda desteğini esirgemeyen abim Ceyhun BALOĞLU'na ve tanıdığım günden beri her şekilde yanımda olduğunu hissettiren eşim Özhan DEMİR'e teşekkür ederim.

Sinem BALOĞLU DEMİR
Şubat 2022, KAYSERİ

# ORTAOKUL 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN CEBİR KONUSUNDA ÇOKLU TEMSİLLER ARASINDAKİ GEÇİŞ BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

**Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü**
**Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2022**
**Danışman: Prof. Dr. Cemalettin IŞIK**

## ÖZET

Araştırmada sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsil geçiş becerileri ve çoklu temsiller arasındaki geçiş sürecinde yaşadıkları güçlüklerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Nitel araştırma yaklaşımı esas alınarak yürütülen araştırmada durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. 2020-2021 eğitim-öğretim yılında yürütülen araştırmanın çalışma grubu Kayseri ili Pınarbaşı ilçesindeki 12 devlet okulu arasından amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi kullanılarak seçilen 3 devlet okulunun 8. sınıfında öğrenim gören 84 öğrenciden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen ve farklı temsiller arasında geçiş yapmayı içeren 12 soruluk Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi kullanılmıştır. Uygulanan testten sonra belirlenen 9 katılımcı ile yarı-yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin temsiller arası geçiş becerilerini belirlemek amacıyla her bir soru tek tek incelenerek temsiller arası geçişlerde en sık yapılan hatalar tespit edilmiştir. Toplanan bütün veriler betimsel analiz teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin temsiller arası geçiş becerilerinin düşük olduğu, temsiller arası geçişte en çok zorlandıkları geçiş türünün diğer temsillerden grafiğe geçiş olduğu, en az zorlandıkları temsil geçiş türünün ise diğer temsillerden tabloya geçiş olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematik eğitimi, 8. sınıf, çoklu temsil, cebir, problem çözme

# EXAMINATION OF SECONDARY SCHOOL 8TH GRADE STUDENTS' TRANSFER SKILLS IN ALGEBRA BETWEEN MULTIPLE REPRESENTATIONS

**Erciyes University, Institute of Educational Sciences**

**Master Thesis, February, 2022**

**Supervisor: Prof. Dr. Cemalettin IŞIK**

## ABSTRACT

The study aimed to reveal the difficulties experienced by the eighth-grade students in the transition process between multiple representations and multiple representations in algebra. The holistic single case design, one of the case study designs, was used in the research conducted on the basis of the qualitative research approach. The study group of the research carried out in the 2020-2021 academic year consists of 84 students studying in the 8th grade of 3 public schools selected by using easily accessible case sampling method from 12 public schools in Kayseri, Pınarbaşı. As a data collection tool, Transition Test Between Multiple Representation Forms of Algebraic Concepts was used, which includes switching between different representations by 12 items. After the test was administered, semi-structured interviews were conducted with the selected 9 students. In order to determine the students' transition skills between representations, each question was examined one by one and the most common mistakes in transition between representations were determined. Data were analyzed using descriptive analysis techniques. As a result of the research, the students' transition skills between representations are low, the transition type that they have the most difficulty in transitioning between representations is the transition from other representations to the graphic, and the least difficult type of representation transition is the transition from other representations to the table.

**Keywords:** Mathematics education, 8th grade, multiple representation, algebra, problem solving

## İÇİNDEKİLER

## ORTAOKUL 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN CEBİR KONUSUNDA ÇOKLU TEMSİLLER ARASINDAKİ GEÇİŞ BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

**Sayfa No:**

**BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK** ..... **i**
**YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI** ..... **ii**
**KABUL VE ONAY** ..... **iii**
**ÖNSÖZ** ..... **iv**
**ÖZET** ..... **v**
**ABSTRACT** ..... **vi**
**İÇİNDEKİLER** ..... **vii**
**KISALTMALAR** ..... **ix**
**TABLOLAR LİSTESİ** ..... **x**
**ŞEKİLLER LİSTESİ** ..... **xi**

**BÖLÜM I**

**Giriş**

1.1. Araştırma Problemi ve Alt Problemler ..... 3
1.2. Araştırmanın Amacı ..... 4
1.3. Sınırlılıklar ..... 6
1.4. Varsayımlar ..... 6

**BÖLÜM II**

**Genel Bilgiler**

2.1. Kavramsal Çerçeve ..... 11
2.2. Matematik Eğitiminde Çoklu Temsil Teorisi ..... 15
2.3. Cebir Öğretiminde Çoklu Temsil Teorisi ..... 17
2.4. Alanda Yapılan Çalışmalar ..... 19

**BÖLÜM III**

**Yöntem**

3.1. Araştırma Modeli ..... 24
3.2. Çalışma Grubu ..... 25
3.3. Veri Toplama Araçları ..... 25
3.4. Veri Analizi ..... 29

**BÖLÜM IV**

**Bulgular**

4.1. Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi Puanlarından Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar ..... 31
4.2. Test Maddelerinin Açıklayıcı İstatistiklerine Yönelik Bulgular ..... 31
4.3. Öğrencilerin Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Yönelik Bulgular ..... 32
4.3.1. Sözel açıklama-tablo-grafikten denkleme geçiş becerisine ait bulgular ..... 32
4.3.2. Sözel açıklama-grafik-denklemden tabloya geçiş becerisine ait bulgular ..... 41
4.3.3. Sözel açıklama-denklem-tablodan grafiğe geçiş becerisine ait bulgular ..... 51
4.3.4. Denklem-grafik-tablodan sözel açıklamaya geçiş becerilerine ait bulgular ..... 65

**BÖLÜM V**

**Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

5.1. Tartışma ve Sonuç ..... 76
5.2. Öneriler ..... 88

**KAYNAKÇA ..... 90**
**EKLER ..... 99**
EK 1. Etik Kurul İzni ..... 99
EK 2. Valilik İzni ..... 100
EK 3. Anket Formu ..... 102
**ÖZGEÇMİŞ ..... 107**

## KISALTMALAR

**akt** : Aktaran

**Ed** : Editör

**Max** : Maximum

**MEB** : Millî Eğitim Bakanlığı

**Min** : Minimum

**NCTM** : National Council of Teachers of Mathematics

**s** : Sayfa sayısı

**vd** : Ve diğerleri

# TABLOLAR LİSTESİ


Tablo 1 Öğrencilere Ait Frekans Değerleri ..... 25
Tablo 2 Test Sorularının Temsiller Arası Geçişleri ..... 26
Tablo 3 Öğrencilerin Test Puanları ve Cinsiyetlerine Ait Dağılımı ..... 28
Tablo 4 Çoklu Temsil Kullanıma Yönelik Test Puan Cetveli ..... 29
Tablo 5 Öğrencilerin Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi Puan Değerleri ..... 31
Tablo 6 Öğrencilerin Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testine Ait Dağılımı ..... 31
Tablo 7 Denkleme Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım ..... 32
Tablo 8 Tabloya Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım ..... 42
Tablo 9 Grafiğe Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım ..... 52
Tablo 10 Sözel Açıklamaya Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım ..... 65

# ŞEKİLLER LİSTESİ


Şekil 1. İç ve Dış Temsiller Arasındaki Etkileşimler ..... 8
Şekil 2. Janvier'in Temsillerle İlgili Sunduğu Yıldız Modeli ..... 9
Şekil 3. Temsiller Arasındaki Etkileşim ..... 11
Şekil 4. Lesh vd.'in (1987) Çoklu Temsil Geçiş Modeli ..... 12
Şekil 5. Cebir Öğretiminde Kullanılabilecek Bazı Temsil Biçimleri ..... 19
Şekil 6. Üçüncü soru ve bu soruda en sık yapılan hata ..... 27
Şekil 7. Dokuzuncu sorunun pilot uygulamadaki şekli ..... 27
Şekil 8. Dokuzuncu sorunun değiştirilmiş şekli ..... 28
Şekil 9. Sözel Açıklamadan Denkleme Geçiş Sorusu ..... 33
Şekil 10. 1. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler ..... 33
Şekil 11. 1.soruda tablo kullanımına verilen örnek bir cevap ..... 34
Şekil 12. 1.soruda kısmen doğru kabul edilen bir cevap ..... 35
Şekil 13. 1. soruda grafik kullanımına verilen örnek bir cevap (Ö2'nin cevabı) ..... 35
Şekil 14. Tablodan Denkleme Geçiş Sorusu ..... 36
Şekil 15. 2. soruda öğrencilerin en sık yaptıkları hatalara örnek cevaplar ..... 37
Şekil 16. 2. soruda değişkenlerin yanlış kullanımına örnek bir cevap ..... 37
Şekil 17. Ö1'in 2. soruya verdiği cevap ..... 38
Şekil 18. Grafikten Denkleme Geçiş Sorusu ..... 38
Şekil 19. 7.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler ..... 39
Şekil 20. 7.soruda sözel açıklama kullanımına uygun bir örnek cevap ..... 40
Şekil 21. 7. soruda tablo kullanımına uygun bir örnek cevap ..... 40
Şekil 22. 7.soruda kısmen doğru kabul edilen cevap ..... 41
Şekil 23. Denklemden Tabloya Geçiş Sorusu ..... 42
Şekil 24. 4. soruda değişkenlerin yanlış yazılmasına uygun örnek bir cevap ..... 43
Şekil 25. 4.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler ..... 43
Şekil 26. 4.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler ..... 44
Şekil 27. 4.soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap ..... 44
Şekil 28. 4.soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap ..... 45
Şekil 29. Sözel Açıklamadan Tabloya Geçiş Sorusu ..... 45
Şekil 30. 5.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler ..... 46
Şekil 31. 5. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek cevap ..... 47
Şekil 32. 5.soruda doğru kabul edilen örnek cevap ..... 47

Şekil 33. 5. soruda sıklıkla verilen cevaplardan bir örnek....48
Şekil 34. Ö3'ün 5. soruya cevabı....48
Şekil 35. Grafikten Tabloya Geçiş Sorusu....49
Şekil 36. 11.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler....49
Şekil 37. 11.soruda kısmen doğru kabul edilen örnek cevap....50
Şekil 38. Ö4'ün 11. soruya cevabı....50
Şekil 39. 11. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap....51
Şekil 40. 11. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap....51
Şekil 41. Tablodan Grafiğe Geçiş Sorusu....52
Şekil 42. 3.soruda koordinat sistemi yanlış çizilen cevaplardan örnekler....53
Şekil 43. 3.soruda sütun grafiği çizilen örnek bir cevap....53
Şekil 44. 3.soruda yanlış kabul edilen örnek cevap....54
Şekil 45. 3.soruda yanlış kabul edilen örnek cevap....55
Şekil 46. 3.soruda yanlış kabul edilen örnek cevap....55
Şekil 47. 3.soruda doğru kabul edilen cevaplardan örnekler....56
Şekil 48. Sözel Açıklamadan Grafiğe Geçiş Sorusu....56
Şekil 49. 9.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler....57
Şekil 50. 9. soruda en sık yapılan hataya örnek bir cevap....58
Şekil 51. 9.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler....58
Şekil 52. 9.soruda kısmen doğru kabul edilen cevaplardan örnekler....59
Şekil 53. 9.soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap....60
Şekil 54. Ö5'in 9. soruya cevabı....60
Şekil 55. Denklemden Grafiğe Geçiş Sorusu....61
Şekil 56. 12. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler....61
Şekil 57. 12. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler....62
Şekil 58. Ö3'ün 12. soruya verdiği cevap....62
Şekil 59. 12. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap....63
Şekil 60. 12. soruda doğru kabul edilen cevaplar....64
Şekil 61. Tablodan Sözel Açıklamaya Geçiş Sorusu....65
Şekil 62. 6. soruda yanlış kabul edilen örnek bir cevap....66
Şekil 63. 6. soruda yanlış kabul edilen örnek bir cevap....66
Şekil 64. 6. soruya Ö4'ün cevabı....67
Şekil 65. 6. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap....67
Şekil 66. 6. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap....68

Şekil 67. Grafikten Sözel Açıklamaya Geçiş Sorusu .....69
Şekil 68. 8. soruda yanlış kabul edilen cevaplar.....69
Şekil 69. 8. soruda yanlış kabul edilen cevaplar.....70
Şekil 70. Ö5'in 8.soruya cevabı.....71
Şekil 71. 8. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap.....71
Şekil 72. 8. soruda doğru kabul edilen örnek cevaplar.....72
Şekil 73. Denklemden Sözel Açıklamaya Geçiş Sorusu .....72
Şekil 74. 10.soruda yanlış kabul edilen cevaplar.....73
Şekil 75. Ö1'in 10. Soruya cevabı.....73
Şekil 76. 10.soruda yanlış kabul edilen cevaplar.....74
Şekil 77. 10.soruda doğru kabul edilen cevaplar.....74

# BÖLÜM I

## Giriş

Cebir, matematiksel düşünmenin temelini oluşturan en önemli etkendir. Cebir; sembolleri, formülleri, değişkenleri ve ilişkileri ifade eden bir dildir. Cebir, aritmetik işlemlerde nicelikleri sembollerle veya harflerle göstererek sayı sistemleri arasındaki ilişkileri inceleyen ve problemlere yönelik çözüm yolları ortaya koyan bir matematik dalıdır. Usiskin (1988) cebiri, ilişkileri tanımlamak ve analiz etmek için araçlar sağlamak olarak tanımlamıştır (akt. Wilkie, 2016).

Cebirsel yöntemler ortaya çıkmadan önce problemler sayısal olarak çözülürdü. En eski zamanlardan 16. yüzyıla kadar, insanlar genel hesaplama prosedürlerinin sözlü tanımlarını geliştirmişler veya kelime ve sembollerin bir kombinasyonunu kullanmışlardır. 16. yüzyılda Viete, değişkenlerin denklem katsayıları olarak kullanılmasını belirterek denklemlerin kendi başlarına çalışma nesneleri haline getirmiştir (akt. Baki & Bütüner, 2011). Böylece sembolik cebir ortaya çıkmıştır. Cebirin gelişimindeki son aşama ise, 19. yüzyılda Galois tarafından modern soyut cebirinin tanıtılmasıdır (akt. Swafford & Langrall, 2000).

Kieran (1992), cebirin yalnızca harflerin sayıları temsil etmediğini, sembollerin kullanımıyla hesaplamalar yapmanın da mümkün olduğunu belirtmektedir (akt. Akkaya & Durmuş, 2006). Semboller, bilinmeyen sayıları temsil etmek ve genellemeleri ifade etmek veya değişkenler olarak kullanılabilir. Aritmetik sadece birkaç sayıyı ifade ederken, cebir bütün sayıları ve bu sayıların oluşturduğu sayı kümelerini de kapsamaktadır. Bu nedenle aritmetiğin genelleştirilmiş hali olarak ifade edilen cebir aritmetiğe göre daha soyuttur (Palabıyık, 2010). Dolayısıyla cebir, somut kavramlardan soyut kavramlara geçişte bir köprü görevi üstlenir ve öğrenciye soyutlama becerisi kazandırır (Yılmaz, 2011).

Matematik öğretim sürecinde aritmetik, sayısal hesaplamalar olarak ele alınmaktadır (Wang, 2015). Cebir konularının temeli ise, değişken ve eşitlik kavramlarından oluşur.

Aritmetik için sayı nasıl önemli bir yere sahip ise cebir için de değişken kavramı aynı öneme sahiptir. Birbirinden farklı durumları veya ifadeleri temsil etmek için kullanılan değişken kavramı için günümüzde pek çok tanım kullanılmaktadır. Değişken kavramının tanımı içinde yer alacağı konuya ve bu konudaki işlevine göre farklılık göstermektedir (Dede, 2005). Matematik için bir dönüm noktası olarak kabul edilen değişken kavramının yalnızca bir tanımı olmaması, öğrencilerin değişken kavramını anlamalarında zorlanmalarının en önemli nedenlerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. "Formüllerde, cebirsel ifadelerde, denklemlerde, özdeşliklerde ve benzeri durumlarda değişkenin yüklendiği anlamın, öğrenciler tarafından kavranması büyük önem taşımaktadır" (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2009, s.98). Cebir, değişken bir cümlenin içinde bulunan zamir gibidir (Akkaya & Durmuş, 2006). Nasıl ki bir cümlede zamir kişileri ifade etmek için kullanılıyorsa, cebirde de değişkenler sayıları ifade etmek için kullanılır.

Cebir öğretimi yapısal yönü göz ardı edilerek, belirli kurallar doğrultusunda sembolik işlemlerle yapıldığında ezberden öteye gitmeyecektir. Cebir kavramının yapısal yönü öğrenciye kazandırıldığında ancak o zaman anlamlı bir öğrenme gerçekleştirebilir. Öğrenciler cebiri yalnızca bilinmeyen, denklem, eşitlik ve bu eşitliklerle yapılan işlemler olarak algılamaktadır (Kaya, 2015). Oysaki cebir öğretim sürecinde çoklu temsillerden yararlanmak öğrencinin cebirsel kavramları birbiriyle ilişkilendirebilme ve anlamlandırabilme açısından pozitif bir katkı sağlamaktadır (Çıkla-Akkuş, 2004). Çoklu temsiller, öğrenciye cebirin sadece işlemden ibaret olmadığını gösterip temsiller arası bir geçişin olduğunu hissettirmektedir. Bunun yanı sıra çok karmaşık görünen bir matematiksel kavramın farklı biçimlerde ifade edilmesi ile kavramlar arası ilişkiyi daha açık bir hale dönüştürüp bu ilişkiyi öğrencinin anlamlandırabilmesini mümkün kılar (Yılmaz, 2011).

Ülkemizde son yıllarda yapılandırmacı eğitim anlayışının gelişmesi ile mevcut bilgiyi öğrenciye vermenin yerini öğrenciye nasıl öğrenmesi gerektiğini öğretme almıştır. Öğrencilerin bilgiyi kendi içlerinde anlamlandırarak önceki öğrenmeleri ile bağ kurabilmeleri ve yeni oluşturulacak bilgiye aktarabilmeleri yapılandırıcı yaklaşımın temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin bu şekilde bilgiye ulaşabilmeleri için üst düzey zihinsel süreç becerilerini kazanmaları gerekmektedir. Bu nedenle araştırmacı, sorgulayabilen, muhakeme gücü kuvvetli öğrencilerin yetiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya, 2015).

Matematik, birbirleriyle transfer edilebilen çok sayıda temsili içerisinde bulundurmaktadır. Ders içerisinde temsilleri etkili bir biçimde ifade edebilmek için, matematik diline hâkim olabilmek, içerisinde barındırdığı anlamları bilerek bunları uygun bir şekilde öğrenciye verebilmek gerekmektedir. Doğal olarak bu süreçte öğretmenlerin pedagojik alan

bilgisi yeterli düzeyde olmalıdır. Shulman (1986), pedagojik alan bilgisini konunun uzmanı ile eğitimci arasındaki fark olarak tanımlamıştır. Kısaca Pedagojik Alan Bilgisi, alan bilgisi ile pedagoji bilgisinin sentezidir. Shulman (1986), pedagojik alan bilgisini ifade ederken öğrencilerin kavram yanılgılarının farkına varabilmek ve bu yanılgıların giderebilmek adına gerekli açıklamaları etkin olarak kullanabilmenin üzerinde durmaktadır (akt. Doğan, 2018).

Ülkemizde cebir öğretimi ortaokul öğretim programında başlamaktadır. Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında Cebir öğrenme alanına ait kazanımlar ilk olarak 6. sınıfta başlamakta ve kesintisiz olarak devam etmektedir. Bu süreçte, cebirsel ifadeler, eşitlik ve denklem, özdeşlikler, doğrusal denklemler ve eşitsizlikler gibi temel konu başlıkları yer almaktadır. Bu konuların işleniş sürecinde, 6. sınıfta "*Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar", "Basit cebirsel ifadelerin anlamını açıklar", "İşleme dayalı uygulamaların yanı sıra aşağıda örneklendiği gibi uygun modellerle çalışmalar yapılır"* (MEB, 2018, s.61) şeklindeki kazanımlar ve açıklamalarla sözel temsil ile cebirsel temsilin, cebirsel temsil ile görsel temsilin ilişkisinin kurulması vurgulanmaktadır. Bunun yanında 7. sınıfta "*Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işleminde uygun modeller kullanılır", "Sayı örüntülerinin kuralını harfle ifade eder, kuralı harfle ifade edilen örüntünün istenilen terimini bulur*", "*Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi tanır ve verilen gerçek hayat durumlarına uygun birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurar*" (MEB, 2018, s.67) şeklindeki kazanımlar ve açıklamalarla sözel temsil ile gerçek yaşam durumları, yazılı semboller ile ilişkisinin kurulmasını vurgulamaktadır. 8. sınıfta ise cebir konularının daha ağırlıklı olduğu görülmektedir. *"Özdeşlikleri modellerle açıklar", "Aralarında doğrusal ilişki bulunan iki değişkenden birinin diğerine bağlı olarak nasıl değiştiğini tablo ve denklem ile ifade eder", "Doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumlarına ait denklem, tablo ve grafiği oluşturur ve yorumlar", "Birinci dereceden bir bilinmeyenli eşitsizlikleri sayı doğrusunda gösterir", "Birinci dereceden bir bilinmeyenli eşitsizlik içeren günlük hayat durumlarına uygun matematik cümleleri yazar"* (MEB, 2018, s.73) kazanımlar ve açıklamaları çoklu temsillerin birbiri ile ilişkilendirilmesi gerektiğinin önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda araştırmada ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanı içerisindeki farklı temsiller arasındaki geçiş becerilerinin incelenmesi hedeflenmektedir.

### 1.1. Araştırma Problemi ve Alt Problemler

Araştırmanın problem cümlesi Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsiller arasındaki geçiş becerileri nasıldır olarak belirlenmiştir.

Araştırma amacı doğrultusunda aşağıda verilen alt problemlere cevap aranacaktır.

1. Öğrencilerin çoklu temsilleri kullanma ve bu temsiller arasında geçiş yapabilme becerileri nasıldır?
2. Çoklu temsil kullanan öğrencilerin temsiller arasındaki geçişlerde yaşadıkları güçlükler nelerdir?

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Öğrencilerin anlamlı bir şekilde öğrenme gerçekleştirebilmesi için kavramın farklı materyaller ve temsiller kullanılarak sunulması çok önemlidir. Bir kavramın sadece sembol ile ifade edilmesinin dışında günlük yaşam ile bağlantısını öne çıkararak resim veya modeller kullanmak öğrencinin konuya ilişkin ilgisini artırırken aynı zamanda yaratıcı düşünmeyi ve farklı bakış açıları kazanmasında da önemli rol oynamaktadır. Her öğrenci farklı bir bireydir, bu nedenle her öğrencinin öğrenme stilleri de kendine özgüdür. Tek tip öğretim yöntemi ile sadece sınırlı sayıda öğrenciye ulaşılabilirken farklı temsiller kullanımı ile birçok öğrenciye ulaşıp daha etkili bir öğrenme sağlamak mümkündür (Işıksal-Bostan, 2010).

Cebir matematik alanında öğrencilerin en fazla sorun yaşadığı alanlardan biri olmuştur. Bu durum araştırmacıları cebir konusunu daha etkili öğretilmek üzere farklı yollar aramaya yöneltmiştir (Palabıyık, 2010). Cebir konuları öğretiminde kullanılabilecek farklı yöntemler öğrencinin zihinsel aktiviteleri için önemli bir rol oynar. Cebir alt öğrenme alanı olan denklemler ve cebirsel ifadeler konusunda çoklu temsil kullanımı öğrenmeyi olumlu etkilemektedir (Kaya, 2017). Matematik öğretiminde öğrencilerin düşüncelerini somut materyallerle, günlük yaşamdan örneklerle grafik veya tablolarla ifade edebilmeleri daha kalıcı bir öğrenme imkânı sağlamaktadır (MEB, 2006).

Radford ve Puig (2007) öğrencilerin cebirle ilgili karşılaştıkları en önemli zorlukların işaretlerin anlamı ve cebirsel dilin sentaksı, yani söz dizimi kuralları ile ilgili olduğunu bildirmektedir. Cebirsel yapının kendisinden elde edilen anlam cebirsel yapının anlaşılmasının da temelini oluşturur. Cebirsel sembolleri anlamlandırabilmek için öncelikle matematiksel işlemlerin yapısını ve birbiri ile olan ilişkilerinin yapısal özelliklerini kavramak gerekmektedir (Yılmaz, 2011).

Cebir sadece bir ders konusu olarak düşünülmemelidir. Günümüzde cebir yaşam içerisinde karşılaşılabilecek zorluklar için ortaya konulabilecek çözüm yolları için bir araçtır. Günlük yaşamın önemli bir parçasıdır. Öğrencilere çoklu temsiller arası geçişleri ve ilişkileri kavrama ortamı sağlayarak cebirin anlamı ve ihtiyacı hissettirilmelidir. Ulusal Matematik

Öğretmenleri Konseyine (NCTM) (2000) göre öğrencilerin eğitim hayatı boyunca cebirin yaş düzeyine uygun kazanımlarını farklı temsil biçimleri arasındaki ilişkiyi kavrayabilecek şekilde öğrenmeleri gerekir. MEB (2013) matematik eğitiminin genel amaçları arasında; "Öğrenci, kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilecektir" (s. II) şeklinde tanımlamıştır. Buna göre kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade etme ifadesi matematik öğretim programı genel amaçları arasında ilk kez yer almıştır (akt. İncikabı, 2017). Bu ifadeye göre öğrencilerin iletişim ve ilişki kurabilme yeteneklerini artırabilmek için kavramlar öğretilirken faklı temsiller kullanmak gereklidir.

İlk olarak ortaokul düzeyinde cebir ile karşılaşan öğrenciler ilerleyen öğrenim hayatlarında cebir ile devam edecekler. NCTM'de (2000) ortaokul öğrencilerin hem nicel ilişkilerin temsiliyle ilgili bir dizi kavram ve beceri hem de kalıpların ve genellemelerin formalleştirilmesini sağlayan bir düşünme tarzı olarak cebiri öğrenmeleri gerektiğini belirtir. Bu nedenle ortaokulda etkili bir cebir öğretimi, anlamlı ilişkilendirmelerin ilerleyen öğrenim hayatlarına katkısı, olası temsiller arasındaki geçiş hataları kavramsal boyuttaki güçlüklerini belirlemek adına da önemli olacaktır. Çoklu temsillerin kullanımı ile ilgili araştırmalarda matematik öğretiminde çoklu temsillerin kullanımının öğrencilerin konuyu anlamada ve problem çözmede önemli bir etkisinin olduğunu ortaya çıkmıştır (Can, 2014; Deniz, 2016; İzgiol, 2014; Sert, 2007). Dolayısıyla öğrencilerin temsiller arası geçiş yapabilme yeteneği kazanması matematiğin kavramsal boyutta anlaşılabilmesi için önemlidir. Yıldırım (2000) cebirin yapısal yönden kavranmasının zorluğuna dikkati çekmiş ve matematiksel düşünmeye büyük bir güç katan bu soyut ve simgesel yapılanmanın, birçok öğrencinin öğrenme güçlüğünün ana nedeni olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle öğrencilerin cebir konusunda çoklu temsiller arası geçiş becerilerinin ve bu geçiş sürecinde yaşanan zorlukların incelenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Alanyazın incelendiğinde çoklu temsil kullanımlarının başarı üzerine etkisi, öğretmen adaylarının veya öğrencilerin çoklu temsil kullanma düzeyleri ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat öğrencilerin cebir konusunda çoklu temsil geçişleri ve bu geçiş sürecinde yaşanan zorluklar üzerine yeterince çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle yapılan bu çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsil geçiş becerileri yanında bu süreçte yaşadıkları güçlükleri ortaya koymak amaçlanmıştır.

### 1.3. Sınırlılıklar

Bu çalışma;

1. Kayseri ili Pınarbaşı ilçesinde bulunan üç devlet okulunun 8. sınıfında öğrenim gören 84 öğrenci,
2. Öğrencilere uygulanan 12 soruluk Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi ve 9 öğrenci ile yapılan yar yapılandırılmış mülakat görüşmeleri,
3. 2020-2021 eğitim-öğretim yılı,
4. 8. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programı'nda yer alan cebirsel ifadeler ve doğrusal denklemler alt öğrenim alanı

ile sınırlıdır.

### 1.4. Varsayımlar

Bu çalışmada

1. Öğrencilere uygulanan testlere ve yapılan görüşmelere içtenlikle cevap verdikleri,
2. Kullanılan veri toplama araçlarının amaçlarına uygun olarak hazırlandığı,

varsayılmıştır.

# BÖLÜM II

## Genel Bilgiler

Günümüzde yapılan matematik öğretiminde, eğitimciler öğrencinin nasıl öğrendiği konusuna ağırlık vermeye başlamışlardır. Son yıllarda ortaya çıkan yapılandırmacı yaklaşıma göre, öğrenciler matematiksel bir kavramı anlamlandırdıktan sonra matematiksel bir bilgiye dönüştürebilmek için soyut temsilleri kullanmaya yönlendirilmiştir. Öğretmenlerin bu süreçteki rolü ise matematiksel kavramları farklı şekillerde temsil ederek, öğrencilerin yeni kavramları birbirine bağlamasında farklı yollar kullanmalarını sağlamaktır. NCTM (2000) standartlarında, öğrencilerin nasıl öğrenebildiklerini ortaya çıkarabilmenin önemli olduğu ve temsil kavramı üzerinde durarak; öğrenciler tarafından kullanılan temsillerin analiz edilmesiyle kavramları nasıl öğrendiği hakkında bilgi sahibi olunabileceğini belirtmektedir. Ayrıca sadece çoklu temsil kullanımına yönlendirmenin yeterli olmadığını, öğrencileri üretmek, matematiksel araçları uygun bir şekilde kullanabilmek, temsiller arası geçiş yapabilme becerilerini de kazanabilmesi gerekliliğini bildirmektedir (İpek & Okumuş, 2012). Günümüzde bağlantı kurabilme, muhakeme etme gibi bazı beceriler ile problem çözme ve problemi günlük yaşam durumları ile ilişkilendirme yeniden büyük önem kazanmıştır. Bu nedenle matematik eğitiminin son yıllarında çoklu temsil kavramının ön plana çıktığı görülmektedir.

Temsiller, bireylerin durumları organize ettiği ve anlamlandırdığı araçlardır (Kaput, 1991). Matematiksel bir problem durumunun temsili, durumdaki ilişkilerin ve işlemlerin bir tasviridir. Temsiller, sözlü temsilden sembolik temsile dönüşene kadar çeşitli biçimler alabilir ve belirli durumları veya genel durumu temsil edebilir.

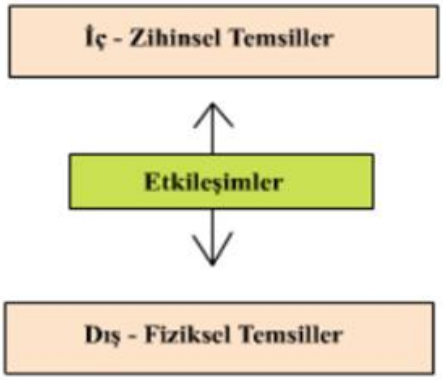
Temsiller arası geçiş yeteneği, bir temsil tarzından diğerine, örneğin bir denklemden grafiğe geçişle ilgili psikolojik süreçleri ifade eder (Janvier, 1987a). Araştırmacılar, temsiller arası geçiş yapabilme becerisinin matematiğin öğretilebilmesi ve problem çözümü için önemli bir yeri olduğunu düşünmektedirler. (Goldin, 1998a; Janvier, 1987b; Lesh vd., 1987, akt.

Gagatsis & Shiakalli). Matematik öğretiminde çoklu temsil kullanımını aşağıdaki durumları gerektirir:

- "Farklı nitelikteki farklı temsillerin içerisinde bulunan bir fikri tanıyabilme yeteneği;
- Verilen temsiller içerisinde bulunan fikri esnek bir şekilde kullanabilme yeteneği; ve
- Bir temsilden diğerine doğru bir şekilde dönüştürübilme yeteneği" (Lesh vd., 1987, akt. Gagatsis & Shiakalli, s.647).

Duval (1987) temsilleri, "Bir kavramın anlamını kavramaktan ve aynı kavramın farklı temsillerle ifade edilerek benzer anlamlar oluşturmak gibi doğal yorumlama kavramının alanı" olarak tanımlamaktadır (akt. Gagatsis & Shiakalli, s.646). Duval'e (1987) göre probleme dahil olan temsiller arasında anlamsal uyum eksikliği problem ile ilgili yapılacak olan yorumu engelleyebilir (akt. Gagatsis & Shiakalli). İki temsil arasındaki anlamın olmadığı durumda, temsiller arası geçiş zorlaşır.

Kaput (1991) ortaya koyduğu temsil modeline göre temsilleri zihinsel yapılar ve notasyonal yapılar şeklinde ikiye ayırmaktadır. Bireyin deneyim akışını düzenlediği ve yönettiği araçları zihinsel yapılar olarak tanımlarken, bir kültür veya dil topluluğu tarafından paylaşılan maddi olarak gerçekleştirilebilir kültürel veya dilsel eserleri notasyonal yapılar olarak ifade etmektedir. Bu temsil modelinde teknolojinin kullanımı önemli yer tutmaktadır. Notasyonal sistemler bir bilgisayar ekranındaki kâğıt, sesler veya elektrik tabanlı işaretler ile somutlaştırarak bireylerin kendi zihinsel yapılarının yaratılmasını ve detaylandırılmasını organize etmek için kullanılır. Notasyonal sistemlerden bahsedilirken zihinsel yapıların da dikkate alınması gerekmektedir. Kaput'a (1987) göre temsiller arasında Şekil 1'deki gibi sürekli bir etkileşim bulunmaktadır ve bu etkileşim matematikte anlamlı bir öğrenme için şarttır (akt. Bayık, 2010).




*Şekil 1.* İç ve Dış Temsiller Arasındaki Etkileşimler

Kaput (1987) ayrıca, bir temsilini beş öğeyi içermesi gerektiğini belirtilmiştir:

1. Temsil edilen dünya,
2. Temsil eden dünya,
3. Temsil edilen dünyanın yönleri
4. Temsili yapan dünyanın temsili yönleri
5. Bu iki dünya arasındaki ilişki.

Kaput (1994), temsiller arası geçişin temsil eden durum ile temsil edilen durum arasındaki ilişkide yer aldığını belirterek temsillerin yapılandırmacı görüşü üzerinde durur (akt. Çıkla-Akkuş, 2004). Yani matematikte anlamlı ve kalıcı bir öğrenme sağlayabilmek için temsil edilen ve temsil eden dünya arasında bir ilişki oluşturulmalıdır.

Janvier (1987b) temsil modelini ise iç ve dış temsil şeklinde ayırmıştır. Dış temsiller, fikirlerin ve kavramların duyuları uyaran eylemler olarak tanımlanırken, iç temsiller yanıltıcı olan ve doğrudan gözlemlenmeyen bilişsel veya zihinsel modeller, şemalar, kavramlar ve zihinsel nesneler olarak kabul edilir. Janvier (1987b) dış temsilleri daha detaylı ifade edebilmek için beş temsil modeli üzerinde durmaktadır. Bunlar; semboller, grafik, tablo, nesne ve sözel tanımlamalardır. Janvier (1987b) bu temsilleri Şekil 2'deki gibi yıldız modeliyle ifade etmektedir (akt. Bayık, 2010).

*Şekil 2.* Janvier'in (1987b) Temsillerle İlgili Sunduğu Yıldız Modeli

Janvier (1987b), yıldız modeli ile yaptığı temsiller arası geçişi şematizasyon olarak adlandırmaktadır. Bir noktadan diğerine bir geçiş gerçekleşir. Örneğin; tablodan sözel tanımlamalara geçişte okuma eylemi gerçekleşir (Çıkla-Akkuş, 2004). Janvier (1998), yukarıda ifade edilen temsil modelinin yanında bir de doğrudan geçiş ve doğrudan olmayan geçiş olmak üzere iki tip temsil geçişinden bahsetmektedir. Doğrudan geçişler, bu geçiş arasında başka

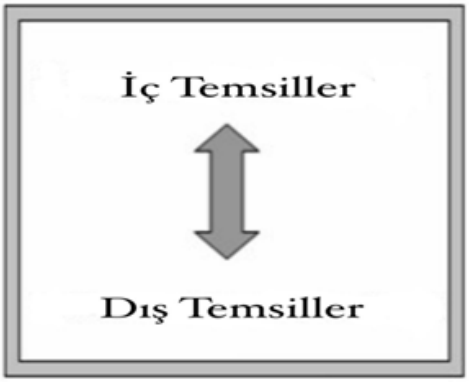
herhangi bir temsil modu kullanılmadan bir temsil modundan diğerine yapılabilir; örneğin, bir grafikten bir denklemin geçişi. Doğrudan olmayan geçişlerde, temsiller arası geçiş yapılırken farklı temsiller kullanılır; örneğin, bir grafikten denkleme geçişte tablonun kullanılması (Bayık, 2010).

Bir temsil kaynak ve hedefi oluşturan en az iki temsil içermelidir. Janvier (1987b, s.27) "Verilen bir temsile doğrudan ve doğru bir şekilde ulaşmak için, geçişten sonra hangi temsil moduna sahip olunması gerektiği ve sonuçların türetilmesi anlamına gelen hedef bakış açısından bakılması gerektiğini" belirtmektedir.

Goldin'de (1998a) temsilleri iç temsiller ve dış temsiller olmak üzere temsilleri iki ayrı başlık altında incelemiştir. İç temsiller zihinsel konfigürasyonları ifade ederken, dış temsiller matematiksel nesneleri de içeren fiziksel konfigürasyonlardır. İç temsil sistemleri de içeriğe bağlı yapılardır, doğrudan gözlemlenmez, ancak çıkarılır. Dış temsiller ise konu hakkında bilgi sahibi kişiler tarafından gözlemlenebilirler. Goldin (1998a) iç temsilleri beş ayrı başlık altında açıklamaktadır:

- Sözel / sözdizimsel sistemler,
- Hayali sistemler,
- Matematiğin resmi notasyon sistemleri,
- Planlama, izleme ve yönetici kontrol sistemi,
- Bir duygusal temsil sistemi.

Goldin (2000), temsili modları sözlü ve yazılı sembolleri, statik figür modelleri ve resimleri, manipülatif modelleri ve gerçek dünya durumlarını içeren bir sistem olarak tanımlamıştır. Ayrıca, temsil sisteminin, harfler, sayılar gibi işaretleri ve tek basamaklı sayılardan çok basamaklı sayılar elde etmek veya harfleri kullanarak bir sözcük oluşturmak gibi işaretler içeren işlemleri içerdiğini iddia eder. Goldin'e (2000) göre temsil sistemleri, kendi içerisinde içsel ve diğer temsil sistemleriyle etkileşim içerisinde olan dışsal bir yapıya sahiptir. Matematikte öğrenmeyi ve problem çözmeyi geliştirmek için hem bir temsil modu hem de temsil modu arasındaki etkileşimlerden oluşan bir model sağlamak esastır. Goldin (1998a), Şekil 3'deki gibi dış ve iç temsiller arasındaki yakın ilişkinin altını çizmiştir (akt. Çıkla-Akkuş, 2004).



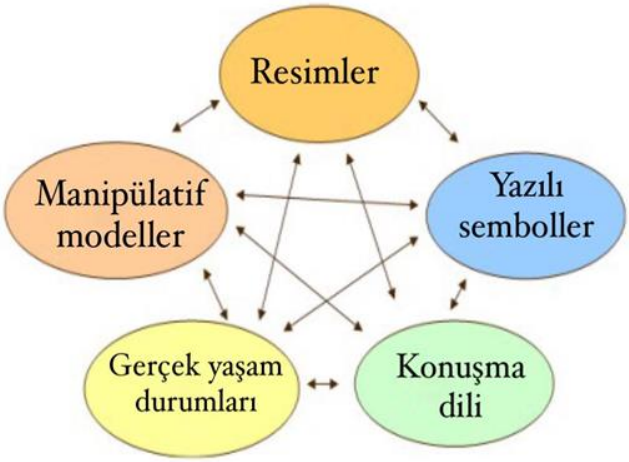

*Şekil 3.* Temsiller Arasındaki Etkileşim

İç temsiller, bir dereceye kadar, dış temsillerle örtülüdür. Öğrencilerin iç süreçlerini tanımlamak için benimsediği bilişsel ve duyuşsal modeller, görev ortamlarının ve kişinin katıldığı öğrenme bağlamlarının dış özelliklerini etkiler. Mümkün olan her yerde bu tür etkileri açık hale getirmek önemlidir (Goldin, 1998b).

### 2.1. Kavramsal Çerçeve

Bu araştırmada, öğrencilerin temsiller arası geçiş becerilerini belirlemek amacıyla Lesh vd.'in (1987) ortaya koyduğu çoklu temsil modeli kullanılmıştır.

Lesh vd. (1987), Rasyonel Sayılar Projesi (Rational Number Project) kapsamında farklı temsil sistemi türlerinin kendi başlarına önemli olduklarını, ancak aralarındaki geçişlerin ve içlerindeki geçişlerin de aynı şekilde önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu geçişleri ifade edebilmek için Lesh Çoklu Temsil Geçiş Modeli ortaya konulmuştur. Çalışmalarında öğrencilerin matematiğe yönelik kavramları anlamaları sürecini; "Öğrenci kavramın içerdiği farklı tür temsilleri mutlaka tanıyabilmeli; kavramın içerdiği temsil içerisinde geçişler yapabilme esnekliğine sahip olmalı ve kavramı bir temsil modelinden diğerine dönüştürebilmelidir." şeklindeki kazanımların gerçekleşmesiyle oluşabileceğini vurgulamışlardır (Kardeş, 2010, s.30). Bu modele göre, eğer bir öğrenci matematiksel bir fikri anlamışsa, aynı fikrin birkaç temsilini ilişkilendirme yeterliliğine sahip olmalıdır (Çetin & Aydın, 2020). Bu açıdan iyi bir problem çözücü, çeşitli temsil sistemlerini kullanmada yeterince esnek olmalıdır. Şekil 4'te temsiller ve temsillerin birbirlerine olan geçiş yönleri verilmiştir.




*Şekil 4.* Lesh Çoklu Temsil Geçiş Modeli

**Gerçek yaşam durumları**, bir bilginin gerçek yaşamdan alındığı durumlardır. Lesh çoklu temsil modeline göre matematiksel bir problem gerçek yaşamdan alınıp sistem içerisinde gerekli geçişler yapılarak elde edilen çözüm yolları yeniden gerçek yaşam durumları ile ilişkilendirilir. Günümüz öğrencilerinden beklenen ise gerçek yaşamda karşılaştıkları sorunlara çözüm üretip, eleştirel bir düşünce yapısı ile matematiği günlük yaşamda kullanabilme yeteneğini geliştirebilmesidir (Düşünsel, 2019). Çelik'e (2007) göre cebir, kişinin cebirsel ifadelerin birbiriyle ilişkilerini anlamlandırarak gerçek yaşam durumlarına uygulayabilmesidir. Buna karşın, öğrencilerin çoğu cebiri günlük yaşamdan bağımsız bir ders olarak görmektedir. Bu da cebire olan ilgiyi azaltmaktadır. Öğrencinin günlük yaşamla ilişki kuramadığı için onu bir ihtiyaç olarak görememesi öğrenme motivasyonunu da olumsuz etkilemektedir (Yılmaz, 2011). Ders kapsamında verilen matematiksel bilginin gerçek yaşam durumları ile temsil edilmesi ile öğrenciye sınıf içerisinde öğrendiği bilginin günlük yaşamında yaptığı çok basit bir eylemde bile kullanılabileceği hissettirilir (Düşünsel, 2019). Böylece öğrenci için matematik yaşamı anlamada kullanabileceği bir araç olarak görür (Doruk & Umay, 2011). Bu durum öğrenci için matematiği bir ihtiyaç haline dönüştürür.

**Manipülatif modeller**, matematiksel bir kavramı keşfedilmek ve canlandırabilmek için kullanılabilecek kesir çubukları, sayı pulları, legolar gibi somut nesnelerdir. Somut nesneler, soyut olan matematik kavramlarını somutlaştırarak öğrencinin zihninde anlamlı bir hale dönüştürür (Van De Walle, Karp & Bay-Williams, 2018). Nesneler; boncuk, makarna, para, elma ve ölçme aletleri gibi günlük hayatta kullandığımız nesnelerden tercih edilebilir. Ayrıca geometri tahtası, örüntü veya onluk taban blokları gibi matematik öğretimini somutlaştırabilmek için üretilmiş materyaller veya bilgisayar programları gibi sanal

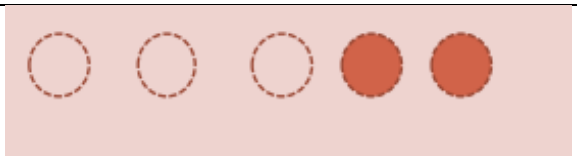
manipülatifler de olabilmektedir (Düşünsel, 2019). Matematiksel bir kavramı somut materyallerle destekleyerek yapılan öğretim öğrencinin derste sıkılmasını önler ayrıca daha çok duyu organına hitap etmesi nedeniyle kalıcı bir öğrenme sağlanabilir.

**Resim ve diyagramlar** bir problemi sayı doğrular, alanların modellenmesi vb. şekillerde ifade etmektir. Soyut matematiksel bilgileri somutlaştırabilmek için konu ile ilgili uygun görseller kullanma öğrenmeyi daha kalıcı bir hale getirir.

**Sözlü semboller (konuşma dili veya sözel dil),** öğrencinin kullandığı günlük yaşam dilidir. Öğrencilerin matematiğin doğasını anlayabilmesi için onu konuşma dili ile temsil önemli bir yere sahiptir. Bu şekilde öğrenciler matematiğin kendine ait dilini kavrayarak matematiksel ilişkileri daha kolay kurabilirler. Konuşma dili, temsil yöntemi matematiğin soyut olan kavramlarını somutlaştırmada önemli bir rol oynar. Öğrencinin bilgiyi anlamlandırması kolaylaşır. Ancak önemli olan, konuşma dili temsil yönteminin farklı temsil yöntemleriyle ilişkilendirilerek desteklenmesi, bu sayede öğrenmelerin ezberden uzaklaşmasını ve tekdüzelikten kurtulmasını sağlamak olduğu şeklinde ifade edilebilir (Düşünsel, 2019).

**Yazılı semboller (sembolik dil)** ise matematiksel özel cümleler ve ifadelerdir. Matematik belirli bir sistemin içerisinde sembollerin bulunduğu soyut bir öğrenme alanıdır. Bu nedenle kavramlar öğrencilere aktarılırken soyutlaştırılmalı ve semboller öğrencilere doğru bir şekilde kazandırılmalıdır. Aksi halde öğrencilerin matematiğin dilini kullanmada ve matematiğin doğasını anlamlandırmada güçlük çekecekleri ifade edilebilir. Bu bağlamda da sembolleri öğrencilere keşfettirmede önemli rol sahibi olan öğretmenlerin, öğrencilere matematiksel bir bilginin sembollerle temsil edilebileceğini fark ettirmelerinin gerekli olduğu ifade edilebilir.

Matematiksel kavramlarının öğretiminde çoklu temsiller kullanmak önemlidir. Lesh vd. (1987) kavramları farklı temsil biçimlerine geçişte zorluk çeken öğrencilerin problem çözmede de zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bu gösterimler arası geçiş yapabilmek öğrencilerin aldıkları bilgiyi daha iyi anlamalarını ve daha kalıcı olduğunu belirtmişlerdir (Van De Walle vd., 2018). Temsiller arası geçişler problemin anlaşılmasına yardımcı olur. Farklı öğrenciler farklı temsillerden daha iyi anlayabilirler. Örneğin sembolik olarak 5 – 2 =? şeklindeki bir cebirsel ifadenin farklı temsillerle ifade edilişi:

| **Çoklu Temsil Biçimleri** | **Örnek Durum** |
|---|---|
| Gerçek hayat durumu | Beş cevizinden ikisini yiyen Emre |
| Manipülatif Modeller | |
| Resim |  |
| Konuşma Dili | Emre'nin 5 cevizi vardı. Bunlardan 2 tanesini yedi. Kaç cevizi kaldı? |
| Yazılı semboller | 5 – 2 = ? |

Çoklu temsil (gösterim), içerisinde farklı temsil (gösterim) türlerini kapsayan geniş bir kavramdır. Matematiksel bir kavramın anlamını doğru bir şekilde kavrayabilmek için çoklu gösterim türleri arasındaki bağlantıyı kurabilmek gerekmektedir (Lesh vd., 1987). Çoklu gösterimlerin önemini Even (1998, s.105) ise "aynı bilgiyi farklı gösterimlerle tanımlayarak temsil edebilme, verilen gösterimden diğerine geçişte esneklik, zengin ilişkileri görme, kavramsal anlamalar geliştirme, anlamaları genişletme, derinleştirme ve problem çözebilme yeteneğini geliştirebilmede pozitif etkisi bulunur" olarak ifade etmektedir.

Çoklu temsil teorisine göre anlama aşağıdaki karakteristik özellikleri içerir.

"a) Farklı temsillerle ifade edilen matematiksel düşünceyi belirleme,

b) Çeşitli temsillerle ifade edilmiş bilgiyi manipüle etme,

c) Bilgiyi bir temsilden diğerine transfer etme,

d) Bireyin sahip olduğu içsel temsiller arasındaki ilişkilendirmeleri inşa etme,

e) Verilen bir problemin çözümünde kullanılabilecek uygun bir temsile karar verebilme,

f) Bir kavramın çeşitli temsillerinin güçlü ve zayıf yönlerini, benzerliklerini ve farklılıklarını tanımlama" (Owens & Clements, 1998, akt. İncikabı, 2017, s.66).

Bir kavramın somutlaştırılmasını sağlamak, karmaşık kavramların farklı yönlerinin üzerinde durmak, temsillerin bilişsel olarak bağlanmasını kolaylaştırmak öğrenmeyi daha anlamlı ve kalıcı hale dönüştürecektir. Bir öğrencinin belirli bir fikirle ilgili kavramı geliştikçe, ilgili temel geçiş ağları daha karmaşık hale gelir ve bu fikirleri öğretmede başarılı olan öğretmenler bunu genellikle bu evrimsel süreci tersine çevirerek yaparlar; yani, öğretmenler bu fikirleri basitleştirir, somutlaştırır, özelleştirir, örneklendirir ve başka kelimelerle ifade eder ve bunları tanıdık durumlara yerleştirir.

Lesh vd.'e (1987) göre, temsiller arası geçişlerde ikiden fazla temsilden yararlanılabilir. Bu, bir öğrencinin bir temsili sistemden diğerine geçiş yaparak bir sorunu çözmeye başlayabileceği ve daha sonra bu temsil sisteminden başka bir sistemle eşleştirebileceği anlamına gelir. Bu nedenle, ikiden çok temsil sistemi sadece bir problem durumuyla birleştirebilir (Lesh vd., 1987). Bu durumla ilgili aşağıda örnek verilmiştir.

Al'ın okul sonrası bir işi var. Haftada 15 saat çalışırsa saatte 6 dolar kazanıyor. 15 saatten fazla çalışırsa, fazla mesai için bir buçuk saat alır. Al bir haftada 135 ABD doları kazanmak için kaç saat çalışmalıdır?

Bir öğrenci yukarıdaki cebirsel kelime problemini çözmeye çalışırken üç temsil modu kullanmaktadır:

"1. İngilizce cümlelerden cebirsel bir cümleye

2. Cebirsel bir cümleden aritmetik bir cümleye

3. Aritmetik cümleden orijinal problem durumuna geri dönme" (Lesh vd., 1987, s.33).

Bu nedenle problemin doğru sonucunu elde etmek için birden fazla temsil ve bu temsiller arasındaki geçişlerden yararlanılabilir (Çıkla-Akkuş, 2004).

## 2.2. Matematik Eğitiminde Çoklu Temsil Teorisi

Son yıllarda matematik eğitiminde çoklu temsillerin kullanımı büyük bir önem kazanmıştır. 1920'lerin başlarında, Amerika Matematik Derneği Matematiksel Gereksinimler Ulusal Komitesi (National Committee on Mathematical Requirements of the Mathematics Association of America), farklı temsillerin cebirsel ve geometrik problem çözme öğretimindeki yerini açıklamıştır. (Sert, 2007). O yıllarda ortaya çıkan Matematik reformu ile çoklu temsil merkezli öğretim yaklaşımı, matematikte problem çözme süreçlerinin kavramsal olarak anlaşılmasının gerekliliğine işaret etmektedir (Sevimli & Delice, 2011).

Ülkemizde ise 2005'ten itibaren yaygınlaşan yapılandırmacı eğitim ile matematik eğitiminde çoklu temsillerin önemi vurgulanmaya başlanmıştır. Ortaokul matematik öğretim programında matematiksel kavramlar arasındaki ilişkilerin araştırılması ve tartışılması gerektiği yer almaktadır. Öğrencilerin soyut ve somut nesneleri birbiri ile ilişkilendirmeyi öğrenmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, matematiksel kavramların, problemlerin ve işlemlerin farklı temsillerine geçiş yapabilmek matematik eğitiminin bazı hedefleri arasında yer almaktadır (MEB, 2006). Bu nedenle çoklu temsiller, matematik eğitiminde öğrencilerin matematiksel kavramlarını geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Matematik öğretimi ve öğrenimini etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında kavramsal

anlamayı geliştirmek, öğrencileri üst düzey matematiğe hazırlamak, matematiği gerçek yaşam durumlarına uygulamak, daha fazla teknolojiyi etkili bir biçimde kullanmak ve farklı öğrenme tarzlarına uyum sağlamak yer almaktadır.

Doğayı anlamlandırabilmek ve açıklayabilmek için matematik diline ihtiyaç duyulmuştur ve bu dil matematikçiler tarafından temsil olarak adlandırılmaktadır. (Sevimli, 2013). Temsil bir niceliği ya da bir nesneyi temsil etse de o nesneyi tam olarak ifade edemeyebilir. Bu nedenle aslında her nesnenin birden fazla temsil biçimi olabilir ve bu temsil biçimleri kişilere göre de farklılık gösterebilir.

Matematik öğrenimi, öğretimi ve gelişimi ile bağlantılı olarak temsil ve temsil sistemi terimlerinin çeşitli yorumları şunları içermektedir:

1. Matematiksel olarak tanımlanabilen veya matematiksel fikirleri somutlaştırdığı şeklinde görülebilen, dışsal, yapılandırılmış bir fiziksel durum veya fiziksel ortamdaki yapılandırılmış durumlar kümesi;
2. Bir problemin ortaya çıktığı veya matematiğin tartışıldığı, sözdizimsel ve anlamsal yapısal özelliklere vurgu yapan dilsel bir düzenleme veya bir dil sistemi;
3. Durumları semboller veya semboller sistemi aracılığıyla temsil edebilen, genellikle belirli aksiyomlara uyan veya kesin tanımlara uyan diğer matematiksel yapıların yönlerini temsil edebilecek matematiksel yapılar dahil olmak üzere resmi bir matematiksel yapı veya bir yapılar sistemi;
4. Matematiksel düşünme ve problem çözme süreçlerinin bazı yönlerini açıklayan, davranıştan veya iç gözlemden çıkarılan, içsel, bireysel bir bilişsel konfigürasyon veya bu tür konfigürasyonların karmaşık bir sistemi (Goldin, 1998b).

Matematik eğitimi sürecinde hem temsillerin öğrenciler tarafından oluşturulduğu hem de öğrencilerin temsilleri aktif olarak kullandığı durumlarda, çoklu temsillerden elde edilen faydalar uzun süredir kabul edilmektedir. NCTM temsil standartlarına göre matematik öğretim programlarında tüm öğrencilere:

- “ Temsillerin, matematiksel fikirleri düzenleme, kaydetme ve iletmek için temsiller oluşturabilme ve kullanabilme;
- Problem çözmede uygun matematiksel temsili seçebilme, uygulayabilme ve birbirine dönüştürebilme;
- Fiziksel, sosyal ve matematiksel durumları modelleme ya da yorumlamada temsilleri kullanabilme”

becerilerinin kazandırılması gerekmektedir (NCTM, 2000, s.67).

Bu durumda matematik öğretimindeki asıl amaç, öğrencilerin çelişki yaşamadan temsiller arası geçişleri rahatlıkla yapabilmelerini sağlamak olmalıdır (Janvier, 1987a). Problem çözme sürecinde en gerekli bilişsel süreçlerden biri, uygun temsili seçme ve kullanma yeteneğidir. Öğrenciler bir problem üzerinde çalışırken; öğrencilerin çözümü takip etmeleri ve sonucu kontrol etmeleri için daha kolay hale gelen çizimler yapar, notlar yazarlar, tablolar ve denklemler oluştururlar (Sert, 2007). Ayrıca temsiller, örüntüleri görme ve farklı çıkarımlar ve hesaplamalar sağlama gibi kolaylıklar sağlayarak problem çözme sürecinde öğrencilere yardımcı olur. Öğrenciler kavramları öğrenme sürecinde temsilleri aktif kullanarak soyut olan matematiksel kavramlar ile gerçek yaşam nesneleri arasında bir bağ oluşturabilirler. Ayrıca öğrenciler matematik içeriğini çeşitli kavram temsillerini kullanarak öğrenirlerse farklı temsilleri deneyimleyebilir ve ihtiyaç duyulduğunda en uygun olanı seçebilirler.

National Research Council matematikte farklı temsillerin kullanılmasının önemini şu cümleler ile ifade etmiştir (akt. Schoenfeld, 1992, s.338):

> "*Matematiği öğrenmek ve uygulamak için sadece matematikteki sembolleri yönlendirebilmek yeterli değildir; ayrıca koordine edebilmek, matematiğe yönelik ilişkileri yorumlayabilmek ve özel durumlara uygun dili seçebilmek gereklidir*."

Yani sorunun ifade edildiği dile ilişkin farkındalık, sorunun anlaşılmasında ve çözülmesinde çok önemli bir role sahiptir. Dolayısıyla burada bir diğer önemli husus, bireyin temsiller hakkındaki bilgisinin farkında olmasıdır. Problemin ifade edildiği dili anlayabilen öğrenci de uygun temsili tercih etmede seçici olmalıdır. Öğrenci, problem özellikleri için en uygun temsil yoluyla süreci yönetebilmelidir.

## 2.3. Cebir Öğretiminde Çoklu Temsil Teorisi

Teknolojinin kullanımındaki gelişmeler ve bunun günlük yaşamdaki yaygınlığı nedeniyle, toplumdaki herkes için cebir ve cebirsel muhakemenin temellerinin daha iyi anlaşılması gerekmektedir. Çünkü cebire sadece eğitim sırasında ihtiyaç duyulmamakla birlikte, yetişkin yaşamında cebir yalnızca ileri düzeydeki eğitimde değil, aynı zamanda iş alanlarında da önemli bir yere sahiptir.

Usiskin'e (1988) göre cebir beş bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; formüller, örüntüler, bilinmeyenler, yer tutucular ve ilişkilerdir. Kieran (2004) ise cebirin bileşenlerini a) matematiksel düşünme araçlarının geliştirilmesi; problem çözme becerileri, temsil becerileri ve nicel akıl yürütme becerileri; b) temel cebir fikri; genel aritmetik olarak cebir, dil olarak cebir

ve matematiksel fonksiyonlar ve modelleme için bir araç olarak cebir şeklinde tanımlamaktadır (akt. Kusumaningsih vd., 2018).

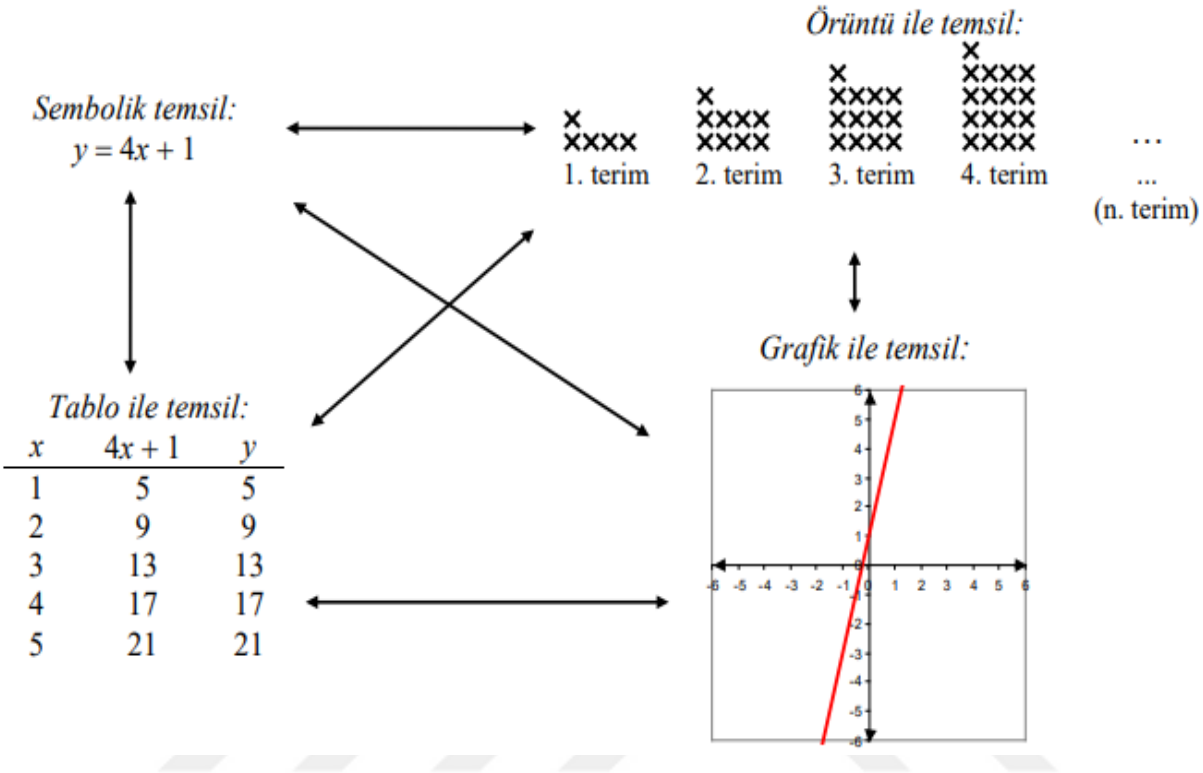
Problem çözümünde, veriler arası ilişki kurmada, modellemede, temsilleri ifade etmede cebirin rolü büyüktür. Cebirsel ifadelerin çözüm sürecinde çoklu temsillerin kullanımı, anlamlı ve nitel öğrenmeyi sağlar. Bu nedenle öğrenciye öncelikle cebirin ihtiyaç olduğu hissettirilmeli ve anlamlı bir şekilde öğretilmelidir. Dünyayı daha iyi algılayabilmek adına cebir bireyin hayatında önemli bir yer kaplamaktadır. Çünkü cebirsel kavramlar yalnızca matematik için değil diğer birçok alan için de önem teşkil etmektedir. Bundan dolayı cebir öğretimi ve öğrenimine daha geniş bir bakış açısıyla bakılması gerekmektedir.

Cebir öğrenciler tarafından en çok zorlanılan konulardan biridir. Bunun en önemli sebeplerinden birisi öğrencinin okulda sınırlı bir bakış açısı kazanması ve cebiri yalnızca eşitlik, denklem ve bilinmeyen olarak görmesidir. Ayrıca Lesh vd. (1987) göre öğrencilere cebiri düşünme becerisi kazandırmak yerine işlem yapabilme becerisi kazandırmak olarak öğretilmesi de bu zorlukların nedenlerindendir. Yani öğrenci cebiri anlamlandırmak yerine sadece sonuca ulaşabilmek için kullanılması gereken bir araç olarak görmektedir. Oysa cebir, öğrencilere genelleme yapabilme, bir problem üzerinden farklı sorulara cevap verebilme, nicelikler arasında bağlantı kurabilme ve problemleri günlük yaşam durumlarına aktarabilme yeteneği kazandırır.

Bir diğer sorun ise öğrencilerin ortaokulda aritmetikten cebire geçiş sürecinde aritmetiği daha kolay bir yol olarak görmesinden kaynaklı cebir yerine aritmetiği tercih etmesidir. Özellikle 6. sınıfta ilk cebire geçiş sürecinde öğrenciler cebir kullanmak yerine aritmetik kullanmaya daha meyillidirler. Çünkü cebirsel dilin kullanımı ve değişken kavramının inşası başlangıçta öğrenciler için zor gelmektedir. Bu durumda tablo, grafik, gerçek yaşam problemleri, somut materyaller kullanılarak öğrencinin aritmetik ile cebir arasında bağlantı kurması sağlanabilir.

Cebir öğretiminde öğretmenin kullanacağı farklı yöntemler öğrencinin zihninde oluşabilecek aktiviteleri doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle öncelikle öğretmenlerin, öğrencilerinin cebirsel düşünme beceri düzeyleri hakkında bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Kullanılan öğretim yöntem ve teknikler cebirsel düşünmeyi ve muhakeme edebilme yeteneğini daha da anlamlı bir hale dönüştürerek hayat boyu öğrenme sağlamada katkıda bulunabilir. 8. sınıf cebir öğretiminin alt öğrenme alanında bulunan cebirsel ifadeler ve doğrusal denklemler konularının işlenişinde çoklu temsil yaklaşımlarının kullanımı öğrencinin zihninde daha anlamlı bir öğrenme oluşmasına yardımcı olabilir. Matematiksel kavramları görsel temsiller kullanarak zenginleştirmek o kavramı anlamlandırmada yardımcı olmaktadır. Matematik

öğretiminde kullanılacak sembol, grafik, gerçek hayat problemleri, somut materyaller gibi temsiller öğrencide nitelikli bir öğrenme sağlanmasına yardımcı olmaktadır (MEB, 2009). Şekil 5'te cebirin temsil modelleri arasındaki geçişi bir örnek üzerinde gösterilmektedir.




*Şekil 5.* Cebir Öğretiminde Kullanılabilecek Bazı Temsil Biçimleri

Temsillerin kendi aralarında geçişi yapılırken birbirinden anlam bakımından kopukluk olmamasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

Wang (2015) yaptığı alanyazın taramasında öğrencilerin çoğunlukla sözel ifade olarak verilmiş bir problemi denkleme geçişte zorlandıklarını belirtmiştir. Bu transfer zorlukları cebirin öğretilme sürecinde kullanılan yöntem ve tekniklerden kaynaklı oluşabilmektedir.

## 2.4. Alanda Yapılan Çalışmalar

Eğitim alanyazını incelendiğinde çoklu temsil ve bu temsiller arası geçişlere yönelik bazı çalışmaları yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan öne çıkanlar aşağıda derlenerek sunulmuştur.

**Matematik Eğitiminde Çoklu Temsil Kullanımı ile İlgili Çalışmalar**

Kurt (2006) 6 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin kesir kavramı ile ilgili farklı temsiller arasında geçiş yapma becerilerini ve bu beceriler üzerindeki sınıf düzeyi ve cinsiyetin etkisini incelemiştir. Öğrencilerin temsilleri çevirme becerilerini değerlendirmek için sembolik sayı

doğrusu, bölge, gerçek yaşam durumları ve ayrık nesne modellerini içeren Lesh geçiş modelini kullanmıştır. Ankara'da 19 devlet okulundan seçilen 1456 öğrencinin temsilleri kesirler arasında çevirme becerilerinin zayıf olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrenciler özellikle kesirlerin sayı doğrusu temsillerinde problem yaşamışlardır. Ayrıca öğretmenlerin kesir kavramını öğretirken çoklu temsiller kullanmak zorunda oldukları ve parça-bütün kavramıyla ilgili sorunların üstesinden gelmek için daha fazla örnek kullandıkları sonucuna varmıştır.

Sevimli (2009) integralde tercih edilen temsilleri akademik başarı düzeyinde incelemiştir. Bir devlet üniversitesinde matematik eğitimi gören 45 öğretmen adayıyla genellikle cebir temsil türünü tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının cebir temsil türünün dışındaki temsil türlerini kullanmakta zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Sevimli ve Delice (2011) yaptıkları çalışmada belirli integral problemlerinin çözümünde tercih edilen ve kullanılan temsiller ve bu ikisi arasındaki tutarlılık araştırmışlardır. Bu araştırma bir devlet üniversitesinde matematik eğitimi gören 45 ikinci sınıf öğretmen adayıyla yapılmıştır. Öğretmen adaylarının belirli integral problemlerini çözme sürecinde yeterli düzeyde temsil farkındalığına sahip olmadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca problem çözme sürecinde en çok tercih edilen ve kullanılan temsil türünün cebirsel temsil oluğunu belirtmişlerdir.

Çelik ve Sağlam-Arslan (2012) öğretmen adaylarının çoklu temsil kullanma becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. 76 öğretmen adaylarının sözel ifadeden grafiğe geçişte başarılı oldukları fakat şekilsel gösterimden grafiğe geçişte başarı düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İpek ve Okumuş (2012) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmede kullandıkları temsilleri incelemişlerdir. 46 öğretmen adaylarının temsil geçişlerinde sorunlar yaşadıklarını ve problemlere uygun temsiller oluşturmada zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Sezgin-Memnun (2013) yedinci sınıf öğrencilerinin çizgi grafiği okuyabilme ve grafik çizebilme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. 143 öğrencilerin grafiği okuma becerileri yüksekken, grafik çizme becerilerinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Can (2014) çoklu temsiller aracılığıyla fonksiyon öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin incelemeyi amaçlamıştır. 9. sınıf öğrencisi olan 55 kişi ile yapılan çalışmada deney grubundaki öğrencilerin fonksiyon kavramalarının, fonksiyonu değişik temsilleriyle birlikte kullanabilme becerilerinin, kontrol grubu öğrencilerine kıyasla başarı düzeylerinin daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin kendilerine verilen ilişkilendirmeyi grafikle gösterme ve fonksiyon notasyonunu başarıyla kullanmada kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı oldukları belirtilmiştir.

Çetin (2016) Tam Sayılar konusunun öğretiminde kullanılan Dinamik Çoklu Modelleme'nin ve Sorgulayıcı Öğrenme yaklaşımının öğrenci başarısı üzerinde etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 6. sınıf öğrencilerinden 54 öğrenci iki gruba ayrılmıştır. Yapılan araştırmada Sorgulayıcı Öğrenme Yaklaşımı ile Dinamik Çoklu Temsil Modeli kullanılan grubun diğer gruba göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İncikabı (2017) ortaokul ders kitaplarını çoklu temsil kullanımı bakımından incelemiştir. Ders kitaplarında temsillerle ilgili verilen etkinlikler ve en çok kullanılan temsil modelleri incelendiğinde tablo, grafik ve günlük hayat durumlarına yeterince yer verilmediğini belirtmektedir. Ağırlıklı olarak ise denklemler, sözel açıklamalar ve modeller kullanıldığını ifade etmektedir.

Bal (2015) ilkokul öğretmen adaylarının çoklu temsiller arası geçiş yapabilme becerilerini incelemiştir. Bir devlet üniversitesinde Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 3. sınıfta öğrenim gören 134 öğretmen adayına Çoklu Temsil Dönüşüm Testi uygulamıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının genel olarak dönüşümlerde başarılı olduğunu fakat sözlü temsilleri diğer temsillere geçişte zorlandıklarını ifade etmiştir.

Akyüz (2019) yapmış olduğu çalışmada yedinci sınıf öğrencilerinin tam sayılar konusunun öğretilmesinde çoklu temsil kullanımının başarıya etkisini araştırmıştır. 41 öğrenci ile 5 hafta sürecinde yaptığı bu çalışmada çoklu temsil kullanımının öğrenci başarısında anlamlı bir fark oluşturduğunu ve öğrencilerin derslere daha ilgili olduklarını ifade etmiştir. Yalnızca sayı pulları konusunda öğrenciler kafa karışıklığı yaşamış olup bu temsil için olumsuz bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Çetin ve Aydın (2020) çoklu temsil temelli öğretimin matematiksel başarıya etkisini araştırmışlardır. Belirli kriterlere göre seçilmiş 10 yayın içerisinden 33 deneysel çalışmayla yapılan bu araştırmada çoklu temsile dayalı öğretim ile matematiksel başarı arasında genel bir ortam ve pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

**Cebir Öğretiminde Çoklu Temsil Kullanımı ile İlgili Çalışmalar**

Thompson ve Senk (2001), ileri düzey cebir temelli müfredatın ve öğretimin öğrencilerin cebir başarısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu araştırma çalışmasının katılımcıları deney gruplarında dört liseden 10., 11. ve 12. sınıflardan 150 ve karşılaştırma sınıfları için aynı sınıf ve okullardan 156 öğrencidir. Deney sınıflarına cebirdeki becerileri, özellikleri, kullanımları ve temsilleri vurgulayan yeni cebir öğretim programı, bir yıl boyunca uygulanmıştır. Daha sonra yapılan başarı testi sonuçlarına göre deney sınıflardaki öğrencilerin tüm testlerde kontrol sınıflarına göre anlamlı derecede daha iyi performans gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Deney grubu öğrencileri, özellikle cebirsel muhakeme ve cebirde farklı temsil

türlerini kullanma ile ilgili maddelerde, kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek performans göstermiş, geleneksel cebir maddelerini içeren testlerde yine deney grubu öğrencileri iyi performans göstermiştir.

Cunningham (2005) öğretmenlerin bir problem üzerinde cebirsel, sayısal ve grafik temsillerinin birbirlerine geçişlerini ne sıklıkta kullandıklarını incelemiştir. Cebir eğitimi veren 28 öğretmenin ders içerisinde bu transferlere ayırdığı süreyi belirlemek amaçlı anket yapılmıştır. Anket sonuçları değerlendirildiğinde öğretmenlerin en çok cebirsel temsilden grafik temsile ağırlık verdiği ortaya çıkmıştır. Problem sonuçlarına bakıldığında da en çok bu transfer türü ile işlem yaptıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenlerin ders içerisinde en az süre ayırdığı transfer çeşidi ise grafik temsilinden sayısal temsillere olmuştur ki bu da öğrenciler için en çok zorluk oluşturan transfer türü olarak ortaya çıkmıştır.

Akkuş ve Çakıroğlu'nun (2006) 7. sınıf öğrencilerinin örüntülerle ilgili cebirsel işlemlerde çoklu temsil kullanımlarını incelemeyi amaçlamıştır. 21 öğrenciye sordukları açık uçlu sorular sorularak problem çözmede temsillerin nasıl kullanıldığını araştırmışlardır. Öğrencilerin farklı soru tiplerine farklı temsiller kullandıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Sert (2007) 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel kavramların çoklu temsil geçişlerini cinsiyet farklılıklarını göz önüne alarak incelemeyi amaçlamıştır. 705 öğrencinin temsiller arası geçiş yapabilme becerilerini ölçebilmek adına Cebirsel Kavramların Farklı Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Yapma testi uygulamıştır. Kız ve erkek öğrencilerin aralarında belirgin bir farklılık bulunmadığını ifade etmektedir. Sözlü açıklamaya yapılan geçişlerde öğrencilerin zorlandığını belirtirken, tabloya yapılan geçişlerin en kolay geçişler olduğu belirtilmiştir.

Özarslan (2010) 7. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada sözel açıklaması verilen bir ifadeye uygun denklemi yazabilme becerilerini incelemiştir. 364 öğrencinin testlere verdiği cevaplar sonucunda denklem kurabilme ve denklem çözebilme başarılarının düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yılmaz (2011) öğrencilerin okuduğunu anlayabilme ve yazılı anlatım becerileri ile cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürebilme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek ve bu ilişkinin sınıf düzeyine göre değişimini belirlemeyi hedeflemiştir. 353 ilköğretim ikinci kademe öğrencisiyle okuduklarını anlayabilme ve yazılı bir şekilde anlatabilme yetenekleri ile cebirsel kavramları sembol temsili ile sözel açıklamaları dönüştürebilme becerileri ve cebirsel işlem becerileri, cebirsel işlem becerileri ile cebirde sözel gösterim kullanma becerileri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Gürbüz ve Şahin (2015) öğrencilerin cebir konusunda çoklu temsillerin birbiri arasında geçiş becerilerini belirlemeyi amaçlamıştır. 8. sınıf öğrencilerinden seçilen 4 öğrencinin

çoğunluğu sözel, denklem ve tablo türlerinden grafik temsil türüne geçerken zorluk yaşarken diğer temsil türlerinden tabloya geçmede zorlanmadıklarını ortaya koymuştur.

Kaya (2015) bilgisayar destekli çoklu temsil kullanımının cebirsel muhakeme becerilerini, cebirsel düşünme düzeylerini ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. 60 öğrenci deney grubu ve kontrol grubu olacak şekilde iki grup oluşturulmuştur. Deney grubu öğrencilerinin işlem sonuçlarında daha başarılı olduğu ve problem çözme becerilerinin daha gelişmiş olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gök ve Cansız-Aktaş (2019) 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsil kullanım becerilerini incelemişlerdir. Araştırma dört yedinci sınıftan ve dört sekizinci sınıftan olacak şekilde 8 öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrencilerden gerçek yaşam durumu şeklinde verilen bir problemi diğer temsil türlerine (tablo, grafik, sözel açıklama ve cebirsel ifade) geçiş yapabilmesi istenmiştir. Araştırma sonucunda 2 seviyede de öğrencilerin çoklu temsilleri birbirleri arası geçiş yapabilme becerilerinin yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin grafiğe geçişte zorlandıkları ifade edilirken, tablo geçişini öğrencilerin daha kolay yaptığı belirtilmiştir.

Mercan (2020) 9. sınıf öğrencilerinin denklem ve eşitsizlik konusunda çoklu temsilleri arasındaki geçiş becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. 637 öğrencinin en başarılı olduğu temsil geçişi grafik temsilden sözel temsile olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrencilerin en çok zorlandığı temsil geçişinin ise grafik temsil ile cebirsel temsil arasındaki geçiş olduğunu belirtmiştir.

Ayyıldız-Altınbaş (2021) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının lineer cebir konusunun çoklu temsil öğretimi ile probleme dayalı öğretiminin başarı üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre çoklu temsil kullanımının geleneksel öğretime göre başarıyı daha çok artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Alanyazın incelendiğinde, matematiğin farklı konularında çoklu temsil kullanımlarının başarı üzerine etkisi, öğretmen adaylarının veya öğrencilerin çoklu temsil kullanma düzeyleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Fakat öğrencilerin cebir konusunda çoklu temsil geçişleri ve bu geçiş sürecinde yaşanan zorluklar üzerine yeterince çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle yapılan bu çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsil geçiş becerileri yanında bu süreçte yaşadıkları güçlükleri ortaya koymak amaçlanmıştır.

# BÖLÜM III

## Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve araştırmanın analizi ile ilgili bilgiler bulunmaktadır.

### 3.1. Araştırma Modeli

Nitel araştırmalarda bireylerin algı, görüş ve deneyimlerini tam olarak ortaya koyabilmek, en doğru verileri elde etmek için durumlara farklı bakış açılarıyla, farklı tekniklerle yaklaşmak gerekmektedir. Bu tip araştırmalarda veri toplama sürecinde birden fazla veri toplama aracından faydalanmak araştırmanın geçerliğini ve güvenirliğini arttırması yönünden önemlidir. Durum çalışmalarında anketler, doküman analizleri, gözlem ve mülakat gibi veri toplama araçlarının kullanılabileceği ifade edilmiştir (Ergene, 2011). Merriam (2009), nitel araştırmayı anlayabilmek için onun temel özelliklerinin bilinmesi gerektiğini dile getirmiş ve dört temel özellikten bahsetmiştir:

- "Nitel araştırma, süreç, anlama ve anlamlandırma üzerine odaklanır,
- Veri toplama ve analizinde temel araç: araştırmacıdır,
- Tümevarımsal bir süreçtir,
- Ortaya çıkan ürün zengin betimlemeler içerir "(akt. Deniz, 2016, s. 51).

Bu araştırmada ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsiller arasındaki geçiş becerileri nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde durum çalışması yoluyla ortaya konacaktır. Durum çalışması, bir konu ya da durumun belli bir zaman dilimi içerisinde derinlemesine incelenmesini sağlayan nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Subaşı & Okumuş, 2017). Çalışma kapsamında, durum çalışması desenlerinden olan bütüncül tek durum deseni kullanılacaktır. Bütüncül tek durum deseni, bir durum üzerinde bütüncül şekilde durulmasına imkân vermektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

### 3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin çoklu temsil geçiş becerilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç göz önünde bulundurularak müfredat incelemesi yapıldığında cebir öğrenme alanı 8. sınıf müfredatında önceki kademelere oranla daha yoğun olarak yer almaktadır. 8. Sınıf alt öğrenme alanı olan doğrusal denklemler kazanımlarından "*Doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumlarına ait denklem, tablo ve grafiği oluşturur ve yorumlar."* kazanımı çoklu temsillerin birbiri ile ilişkilendirilmesine verdiği önemden dolayı çalışma grubu olarak 8. sınıf öğrencileri tercih edilmiştir.

Çalışma grubunu 2020-2021 eğitim-öğretim yılında Kayseri ili Pınarbaşı ilçesinde bulunan üç ortaokulda 8. sınıf düzeyindeki eğitim gören 84 öğrenci oluşturmaktadır. Tablo 1'de verildiği gibi, örneklemin %53,6'sı kız öğrenci, %46,4'ü erkek öğrencidir.

Tablo 1

*Öğrencilere Ait Frekans Değerleri*

| **Cinsiyet** | **f** | **%** |
|---|---|---|
| Kız | 45 | 53,6 |
| Erkek | 39 | 46,4 |
| Toplam | 84 | 100 |

Bu çalışmada amaçlı örnekleme yöntemleri arasında bulunan kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme genellikle araştırmacının başka örneklem kullanma imkanının olmadığı durumlarda tercih edilir. Ayrıca diğer yöntemlere göre daha az maliyetlidir. Tanıdık bir örneklem üzerinde çalışılması araştırmacıya kolaylık sağlamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Uygulanan test sonuçlarına göre gizlilik esası temel alınarak, öğrencilerin testlere verdikleri cevapların analizi sonucunda dokuz öğrenci görüşme yapmak için seçilmiştir. Öğrencilerin çalışmaya katılımlarında gönüllülük esas alınmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin matematik dersi başarıları baz alındığında ise başarı seviyelerinin orta düzey oldukları söylenebilir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

Nitel araştırmalarda, yöntem çeşitlemesi ile birden fazla yöntem ve araç kullanılması araştırmada elde edilecek sonuçların güvenilirliği ve geçerliliğinin daha da artırılması açısından faydalı olacaktır (Türnüklü, 2001). Bu sebeple bu çalışma da toplanacak veriler için Cebirsel

Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi ile yarı yapılandırılmış görüşme formu olmak üzere iki farklı araç kullanılmıştır.

Veri toplama aracı olarak öğrencilerin geçiş becerilerini değerlendirmek için Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi soruları hazırlanmasında alanyazında yer alan çalışmalar ve ortaokul 8. sınıf matematik ders kitapları incelenmiştir. Araç geliştirilirken Sert (2007) tarafından hazırlanan Cebirsel Kavramların Farklı Temsilleri Arasında Geçiş Testinden yararlanılmıştır. Ayrıca okullarda üç farklı yayınevinin hazırladığı kitaplar kullanılmasından dolayı araştırma soruları araştırmaya katılacak öğrencilerin kullandığı 8. sınıf matematik ders kitaplarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Doküman analizinde de yine aynı ders kitabından faydalanılmıştır.

Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testinin oluşturulma sürecinde ilk olarak 8. sınıf Doğrusal Denklemler alt öğrenme alanı kazanımları ve ders kitabında bulunan bu kazanımlara uygun sorular incelenmiştir. "*Doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumlarına ait denklem, tablo ve grafiği oluşturur ve yorumlar."* kazanımından yola çıkılarak hazırlanan test sorularında dört farklı temsilin (Sözel Açıklama-Denklem-Grafik-Tablo) birbirine dönüştürülmesi istenmektedir. Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi sorularında yapılması istenilen geçişler Tablo 2'de gösterildiği üzere 1, 5 ve 9. sorularda verilen sözel açıklamayı denklem, grafik ve tabloya dönüştürülmesi; 2, 3 ve 6. sorularda tablo gösteriminden denklem, grafik ve sözel açıklamaya dönüştürülmesi; 7, 8 ve 11. sorularda grafik gösteriminden denklem, sözel açıklama ve grafiğe dönüştürülmesi; 4, 10 ve 12. sorularda denklem gösteriminden tablo, sözel açıklama ve grafiğe dönüştürülmesi istenmiştir.

Tablo 2

*Test Sorularının Temsiller Arası Geçişleri*

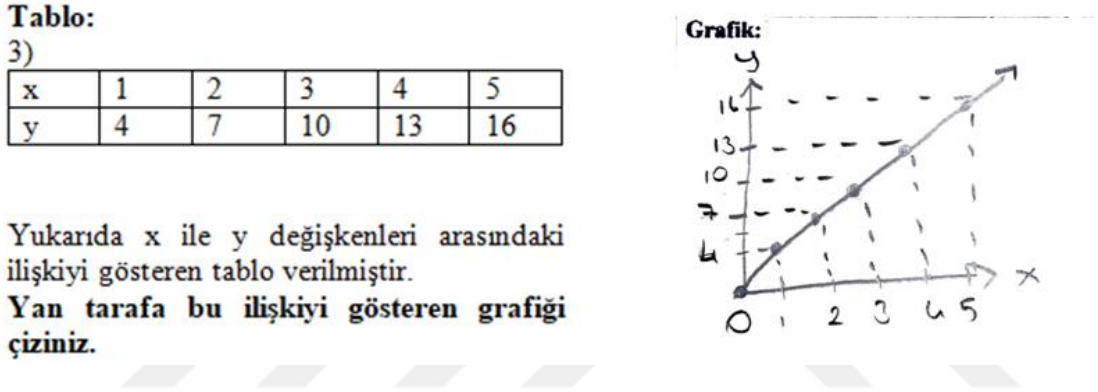
| **Verilen/İstenilen** | **Sözel Açıklama** | **Tablo** | **Grafik** | **Denklem** |
|---|---|---|---|---|
| Sözel Açıklama | | 5 | 9 | 1 |
| Tablo | 6 | | 3 | 2 |
| Grafik | 8 | 11 | | 7 |
| Denklem | 10 | 4 | 12 | |

Testte soruların sağ tarafı boş bırakılarak öğrencilerin çalışmalarını bu kısımda yapmaları gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca sorunun üzerinde verilen temsil yazılmış olup, sağ tarafındaki boşluğun üst kısmında da yapılması istenilen temsil açıkça belirtilmiştir.

Test hazırlandıktan sonra geçerliliği sağlamak için uzman görüşüne başvurulmuş, ortaokulda görev yapan iki matematik öğretmeni ve bir akademisyen tarafından testin hedeflenen kazanımlar, kapsam ve görünüş geçerliğini sağladığı yönünde dönütler alınmıştır.

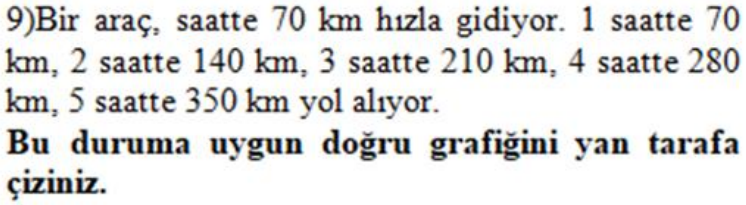
İkinci aşamada ise hazırlanan teste son halini verebilmek için 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Kayseri'nin Pınarbaşı ilçesinde bir ortaokulda pilot uygulama yapılmıştır. Uygulama sonunda öğrencilerin her bir soruya verdikleri cevaplar tek tek incelenmiş ve inceleme sonrası test üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır.

Pilot çalışmada testin 3. sorusunda tablo verilerek öğrencilerden grafik oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük bir kısmının oluşturdukları grafikte aynı hatayı yaptıkları tespit edilmiştir.




*Şekil 6.* Üçüncü soru ve bu soruda en sık yapılan hata

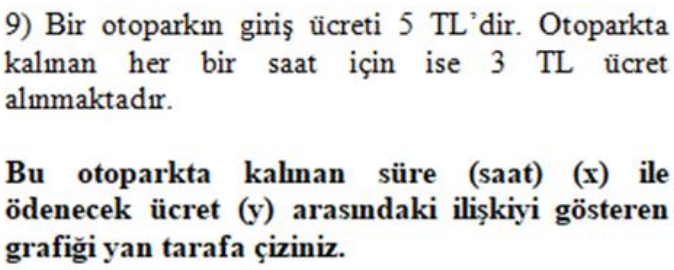
Şekil 6'da görüldüğü gibi verilen tabloda x'in değeri 0 iken y'nin değerinin kaç olacağı verilmediği için öğrencilerin çoğunluğu (0,0) noktasını başlangıç noktası olarak kabul etmişlerdir. Öğrencilerin grafik oluşturmada yaptıkları bu hatanın fark edilmesinden sonra 9. soruda oluşturulması istenilen grafikte aynı tür hatanın yapılmadığı görülmüştür.




*Şekil 7.* Dokuzuncu sorunun pilot uygulamadaki şekli

Şekil 7'deki pilot uygulamada sorulan 9. soruda başlangıç noktası (0,0) olmasından dolayı öğrencilerin çoğunluğunun bu soruya doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir. Fakat 3. soruda olduğu gibi başlangıç noktası farklı olsaydı öğrencilerin soruya yine doğru yanıt verip

vermeyeceğinin belirsiz olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenden dolayı öğrencilerin grafik oluştururken (0,0) noktasından başlaması gerektiği yanılgısının olup olmadığını tespit etmek amacıyla ortaokulda görev yapan iki matematik öğretmeni ve bir akademisyenin de fikirleri alınarak 9. soru değiştirilmiştir (Şekil 8).


9) Bir otoparkın giriş ücreti 5 TL'dir. Otoparkta kalınan her bir saat için ise 3 TL ücret alınmaktadır.

**Bu otoparkta kalınan süre (saat) (x) ile ödenecek ücret (y) arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği yan tarafa çiziniz.**

*Şekil 8.* Dokuzuncu sorunun değiştirilmiş şekli

Pilot uygulama sonrasında yapılan değişiklikler ile teste son hali verilmiştir. Hazırlanan test iki ders saatinde (60 dk) uygulanmıştır.

Öğrencilerin temsil geçişleri üzerine yaptıkları işlemler hakkında daha detaylı veriler elde etmek için yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme formunun iç geçerliliğini sağlamak amacıyla uzman görüşü alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Görüşme için teste verilen cevapların analizi sonucunda 9 öğrenci seçilmiştir. Görüşmeler bu 9 öğrenci ile sürdürülmüştür. Görüşmeye katılan öğrencilerin kimliklerini korumak amacıyla öğrencilere Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9 kodları atanmıştır. Çalışma grubunda yer alan öğrencilere ait bilgiler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

*Öğrencilerin Test Puanları ve Cinsiyetlerine Ait Dağılımı*

| **Öğrenciler** | **Test Puanı** | **Cinsiyet** |
|---|---|---|
| Ö1 | 22 | K |
| Ö2 | 24 | K |
| Ö3 | 20 | E |
| Ö4 | 18 | E |
| Ö5 | 16 | K |
| Ö6 | 11 | E |
| Ö7 | 7 | K |
| Ö8 | 5 | K |
| Ö9 | 4 | E |

Tablo 3'e göre öğrencilerin beşi kız, dördü erkektir.

Seçilen öğrencilerde gönüllülük esas alınmıştır. Ayrıca daha girişken ve kendini iyi ifade edebilen öğrenciler olmasına dikkat edilmiştir. Verilerin toplanması sürecinde Covid-19 pandemi tedbirleri kapsamında her bir öğrenci ile görüşmeler uzaktan çevrimiçi olarak yapılmıştır. Bu görüşmelerde öncelikle katılımcılara görüşmenin amacı ve içeriği hakkında bilgiler verilmiş ve ardından velilerin izni dahilinde öğrenciler haberdar edilerek daha sonra detaylı incelenmek amacıyla kayıt altına alınmıştır. Her görüşme yaklaşık 20 dakika sürmüştür.

### 3.4. Veri Analizi

Veri analizinde öncelikle uygulanan öğrencilerin kağıtları numaralanmıştır. Kavram yanılgılarını ve öğrencilerin farklı cebirsel temsiller arasında geçişte en sık yaptıkları hataları anlamak için her soru ayrıntılı olarak incelenmiştir. Öğrencilerin yanıtları puanlanırken yaygın hatalar kodlanmış ve sıklıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin her soru için verdikleri yanıtlar 0, 1 veya 2 olacak şekilde puanlanmıştır. Sorulara verilen yanıtların puan cetveli Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4

*Çoklu Temsil Kullanıma Yönelik Test Puan Cetveli*

| **Puan** | **Açıklama** |
|---|---|
| 0 Puan | Çözüm yolu yok veya yanlış |
| 1 Puan | Çözüm yolu kısmen doğru |
| 2 Puan | Çözüm yolu doğru |

Bu tabloya göre öğrenciler en fazla 24 puan alabilirken en az 0 puan almışlardır. Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi ile elde edilen verilerin ortalaması bulunarak analiz edilmiştir.

Testte yer alan verilerin tamamı analiz edildikten sonra toplam puan dağılımında 0-8, 9-18, 19-24 puan aralıklarından üçer öğrenci seçilerek bu öğrencilerle verdikleri yanıtlar üzerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Seçilen öğrencilerle yapılan görüşmelerde kayıt altına alınan veriler öncelikle gerektiğinde tekrar tekrar üzerinde çalışabilmek amacıyla transkript edilmiştir. Görüşme sonrası elde edilen kayıtlar daha sonra betimsel analiz ile detaylı olarak incelenmiştir. Betimsel analizde temel amaç çoğunlukla doğrudan alıntılar kullanılarak görüşme yapılan kişinin fikirlerini okuyucuya yansıtmaktır (Yıldırım & Şimşek, 2018).

# BÖLÜM IV

## Bulgular

Bu çalışmanın amacı, 8. sınıf öğrencilerinin cebirde çoklu temsiller arasındaki geçiş becerilerini incelemektir. Bu bölümde araştırma grubunda yer alan öğrencilerden araştırma problemi ve alt problemlerine cevap verecek şekilde toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur. Araştırmada cevap aranan alt problemler şu şekildedir:

Alt Problem 1: Öğrencilerin çoklu temsilleri kullanma ve bu temsiller arasında geçiş yapabilme becerileri nasıldır?

Alt Problem 2: Çoklu temsil kullanan öğrencilerin temsiller arasındaki geçişlerde yaşadıkları güçlükler nelerdir?

Bu bölümde alt problemlerden elde edilen bulgular birlikte verilmiştir. İlk olarak, öğrencilerin farklı temsiller arasındaki geçiş becerilerini belirlemek için, 12 soruluk testten aldıkları toplam puanlar belirlenmiş devamında toplam puan dağılımları göz önüne alınarak üç farklı puan aralığı oluşturulmuştur. İkinci olarak, öğrenciler tarafından en çok zorlanılan ve en kolay yanıt verilen soruları belirleyebilmek amacıyla, testte yer alan her bir soruya yönelik dağılımlar verilmiştir. Son olarak da bir temsile diğer temsillerden geçiş becerilerini detaylı inceleyebilmek adına sorular üçlü gruplara ayrılarak 4 ayrı başlık oluşturulmuştur. Bu üçlü soru gruplarında diğer temsil türlerinden bir temsil türüne geçişteki başarı düzeyleri her başlık altında ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca oluşturulan üçlü soru gruplarındaki her bir soruda öğrencilerin testte verdikleri cevaplar tek tek incelenerek öğrencilerin en sık yaptıkları hatalar belirlenmiş ve bu hatalardan örnek cevaplar sunulmuştur. Onun dışında öğrencilerin soruları verdikleri cevaplardan araştırma için önemli görülen örnek cevaplara da yer verilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelere de bu kısımda yer verilerek bu hataların nelerden kaynaklandığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Son olarak üçlü soru gruplarında ortak yapılan hatalar genel olarak belirlenerek, öğrencilerin seçilen temsile geçişte yaygın olarak ne tür güçlükler yaşadıkları ifade edilmiştir.

## 4.1. Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi Puanlarından Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Öğrencilerin Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testinden aldıkları toplam puanların ortalaması, en düşük ve en yüksek puan değerleri verilmiştir.

Tablo 5
*Öğrencilerin Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi Puan Değerleri*

| N | $\bar{x}$ | Min | Max |
|---|---|---|---|
| 84 | 10,12 | 0 | 24 |

Öğrencilerin testte her soru için verdikleri yanıtlar 0, 1 ve 2 puan olacak şekilde puanlandırılmıştır. Testten alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 24'tür. 0 puan alan öğrenci sayısı 2 iken 24 puan alan kısaca tüm soruları doğru yanıtlayan öğrenci sayısı da 2'dir. Öğrencilerin aldıkları toplam puanlarının ortalaması $\bar{x}$ = 10,12'dir. Toplam puan dağılımında 0-8 puan aralığında 41 öğrenci, 9-18 puan aralığında 27 öğrenci, 19-24 puan aralığında ise 16 öğrenci bulunmaktadır.

## 4.2. Test Maddelerinin Açıklayıcı İstatistiklerine Yönelik Bulgular

Bu bölümde öğrencilerin testte yer alan maddelere yönelik vermiş oldukları yanıtların dağılımları sunulmuştur. Bu dağılıma ait yüzde ve frekans değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6
*Öğrencilerin Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testine Ait Dağılımı*

| | Doğru | | Kısmen Doğru | | Yanlış veya Çözüm Yok | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | % | f | % | F | % |
| S1 (S-D) | 36 | 42,9 | 13 | 15,5 | 35 | 41,7 |
| S2 (T-D) | 31 | 36,9 | 12 | 14,3 | 41 | 48,8 |
| S3 (T-G) | 25 | 29,8 | 0 | 0 | 59 | 70,2 |
| S4 (D-T) | 34 | 40,5 | 4 | 4,8 | 46 | 54,8 |
| S5 (S-T) | 42 | 50,0 | 11 | 13,1 | 31 | 36,9 |
| S6 (T-S) | 31 | 36,9 | 26 | 31,0 | 27 | 32,1 |
| S7 (G-D) | 23 | 27,4 | 12 | 14,3 | 49 | 58,3 |
| S8 (G-S) | 36 | 42,9 | 17 | 20,2 | 31 | 36,9 |
| S9 (S-G) | 26 | 31,0 | 7 | 8,3 | 51 | 60,7 |
| S10 (D-S) | 27 | 32,1 | 0 | 0 | 57 | 67,9 |
| S11 (G-T) | 45 | 53,6 | 4 | 4,8 | 35 | 41,7 |
| S12 (D-G) | 6 | 7,1 | 20 | 23,8 | 58 | 69,1 |

Not: Tablodaki S: Sözel Açıklama, D: Denklem, T: Tablo, G: Grafik kısaltmalarını ifade etmektedir.

Tablo 6'da görüldüğü gibi öğrencilerin en çok zorlandıkları sorulardan biri 12. soru olmuştur. Denklemden grafiğe geçiş yapılması istenilen soruya 84 öğrenciden 6 öğrenci doğru yanıt vermiştir. Öğrenciler tarafından en kolay yapılan soru 11. soru olmuştur. Grafikten tabloya geçiş yapılması istenilen bu soruyu 45 öğrenci doğru yanıtlamıştır. Tablo genel olarak incelendiğinde grafik oluşturma (3, 9 ve 12. soru) ve denklem oluşturma (1, 2 ve 7. soru) sorularında öğrencilerin daha fazla zorlandıkları görülmektedir. Buna karşın tabloya geçiş sorularında (5 ve 11. soru) diğer geçiş durumlarına göre daha başarılı oldukları söylenebilir.

### 4.3. Öğrencilerin Temsiller Arası Geçiş Becerilerine Yönelik Bulgular

Bu kısımda öğrencilerin Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testine verdikleri yazılı cevaplar yanında öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara da yer verilmiştir. Her temsili kendi içerisinde daha detaylı inceleyebilmek için dört temsil türünden üçlü gruplar oluşturulmuş ve üçlü grup dışında kalan diğer temsile geçiş becerilerine yönelik bulgular alt başlıklar halinde sunulmuştur.

#### 4.3.1. Sözel açıklama-tablo-grafikten denkleme geçiş becerisine ait bulgular

Bu kısımda 1, 2 ve 7. soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar detaylı olarak sunulmuştur. Sözel açıklamadan denkleme (1. soru), tablodan denkleme (2. soru) ve grafikten denkleme (7. soru) yapılması istenilen geçişlere öğrencilerin verdikleri yanıtların frekansları ve yüzdeleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

*Denkleme Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım*

| | **Doğru** | | **Kısmen Doğru** | | **Yanlış veya Çözüm Yok** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **F** | **%** | **f** | **%** | **F** | **%** |
| S1 (S-D) | 36 | 42,9 | 13 | 15,5 | 35 | 41,7 |
| S2 (T-D) | 31 | 36,9 | 12 | 14,3 | 41 | 48,8 |
| S7 (G-D) | 23 | 27,4 | 12 | 14,3 | 49 | 58,3 |

Tablo 7'de görüldüğü gibi diğer temsil türlerinden denkleme geçiş becerilerinin dikkate alındığı bu grupta en az doğru yanıt grafikten denkleme olan geçiş sorusunda olmuştur. Bu soruya 23 öğrenci doğru yanıt vermiştir. En çok doğru yanıt verilen temsil geçişi ise sözel

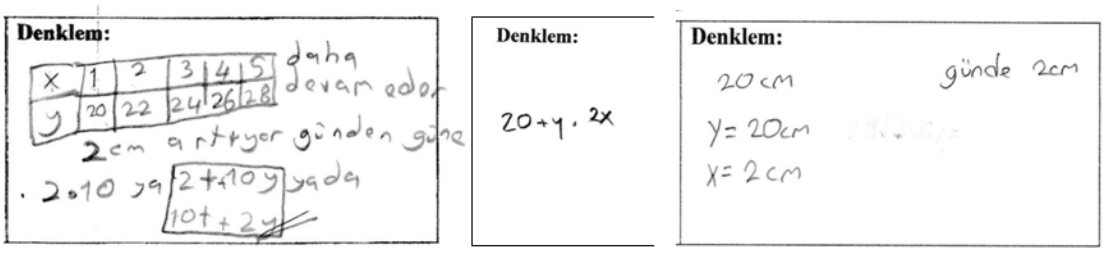
açıklamadan denkleme geçiş sorusu olmuştur. Bu soruya ise 36 öğrenci doğru yanıt vermiştir. 13 öğrenci ise denkleme geçiş ile ilgili üç soruya da doğru cevap vermiştir.

Diğer temsil türlerinden denkleme geçiş yapılması istenilen 1, 2 ve 7. sorulara ait detaylı incelemeler ve örnek öğrenci yanıtları aşağıda sunulmuştur.

| **Sözel Açıklama:** | **Denklem:** |
|---|---|
| 1) 20 cm boyundaki bir bitki günde 2 cm büyümektedir.<br>**Bitkinin boyu (y), geçen süre (x) olmak üzere y ile x arasındaki ilişkiyi gösteren denklemi yan tarafa yazınız.** | |

*Şekil 9.* Sözel Açıklamadan Denkleme Geçiş Sorusu

Şekil 9'daki 1. soruda sözel açıklaması verilen bir ifadenin denkleme dönüştürülmesi istenmiştir. Oluşturması istenilen denklemde kullanması gereken değişkenler soru içerisinde verilmiş olmasına rağmen, öğrencilerin %41,7'si soruya doğru yanıt verememişlerdir. Bu soruya verdikleri yanıtları yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 35 öğrencinin 7'si hiçbir işlem yapmamış ve soruyu boş bırakmıştır. Aşağıda yanlış olarak kabul edilen cevaplardan örnekler sunulmuştur.




*Şekil 10.* 1. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Yöneltilen soruda bitkinin başlangıç uzunluğu ve artış miktarı yanında, boy (y) ve geçen sürede (x) değişkenleri belirtilmiş olmasına rağmen öğrenciler bu değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren denklemi kurmada başarılı olamamışlardır. Bu süreçte bazı öğrenciler soruyu sözel olarak açıklamaya çalışmış, bazı öğrenciler ise artış miktarının 2 olduğunu belirterek x'in katsayısı olarak yazmaya çalışmışlardır. 3 öğrenci ise denklem oluşturmak yerine soruda verilen sayıları x ve y değeri olarak yazmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin bağımlı değişken ve

bağımsız değişken kavramlarını ilişkilendiremedikleri görülmektedir. Yukarıdaki yanlış olarak değerlendirilen örneklerden birincisinde, öğrenciler soruda verilen başlangıç değerini artış miktarına bölmek suretiyle bir değer bulmuşlar ve oluşturdukları cebirsel ifadeye eklemişlerdir. Bu öğrencilerden Ö9'un duruma ilişkin açıklamaları şu şekildedir:

…

A: *Yazdığın ifadedeki 10 değerini nerden buldun?*

Ö9: *Boyu 20 cm ise ve günde 2 cm artıyorsa 10 günde artmıştır diye düşündüm. Bu sayılar x ve y'nin başındaki sayı oluyor.*

Bazı öğrenciler ise x'in katsayısını ve sabit terimi doğru yazmalarına rağmen y değişkenini yerleştirmede zorluk yaşamışlardır. Bu hatayı yapan öğrencilerden Ö7'nin açıklaması:

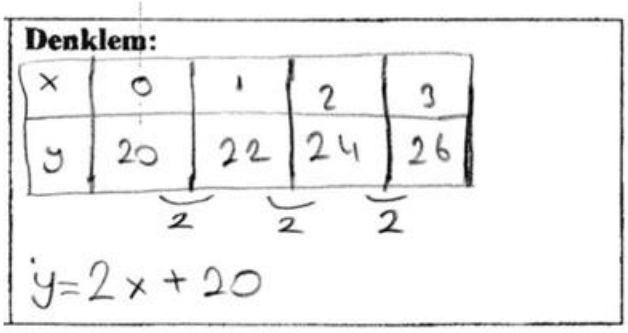
…

A*: 2x ile neden y'yi çarptın?*

Ö7: *Hocam 2'şer arttığı için x'in başına 2 yazdım, y de buna göre artacağı için ikisini çarptım.*

şeklindedir. Öğrencinin artmayı (büyümeyi) çarpma işlemi ile ilişkilendirmeye çalıştığı görülmektedir. Bu düşüncesinin temelinde çarpma işlemini sonucu büyüteceği kavram yanılgısının olduğu düşünülebilir.

Öğrencilerin %42,9'u istenilen yanıtı doğru olarak vermişlerdir. Doğru yanıt veren öğrencilerden 19'u öğrenci sözel açıklaması verilen ifadeyi başka bir temsil kullanmaya gerek duymadan direkt denkleme dönüştürebilmişlerdir. 11 öğrenci ise denklem kurmadan önce tablo oluşturmuş ve tablodan yararlanarak denklemi kurmuşlardır. Aşağıda bu duruma ilişkin örnek bir cevap sunulmuştur.



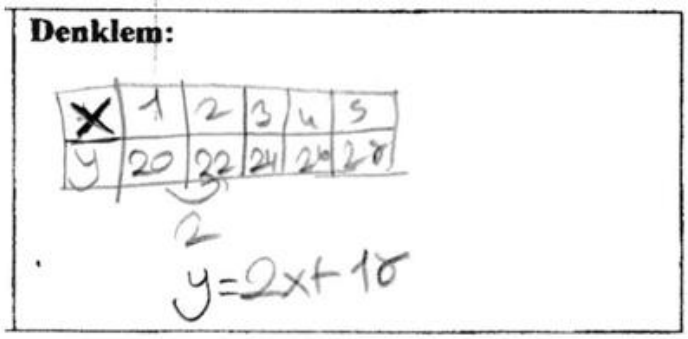

*Şekil 10.* 1.soruda tablo kullanımına verilen örnek bir cevap

…

A: *Neden tablo oluşturma ihtiyacı duydun?*

Ö5: *Yazıdan denklemi oluşturamadığım için önce tablo oluşturdum. Geçen sene tablo yaparak genel terimi bulmayı çok iyi öğrenmiştim.*

Tablo oluşturarak denklem kurmaya çalışan 2 öğrenci ise tabloda x değerini 1'den başlattıkları için oluşturdukları denklemde hata olmuştur. Bu yanıt kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu durum ile ilgili Ö4 tarafından verilen cevap sunulmuştur.




*Şekil 11.* 1.soruda kısmen doğru kabul edilen bir cevap

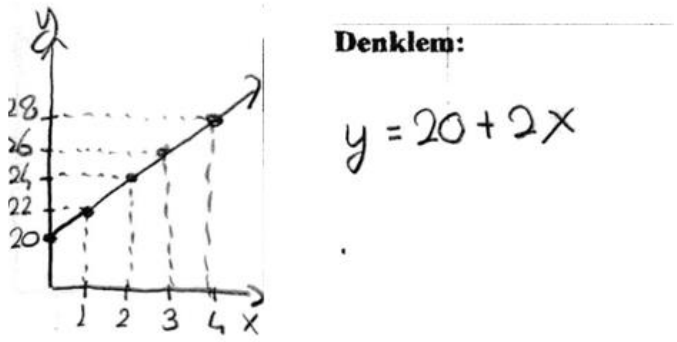
…

A: *Neden x değerini 1'den başlattın?*

Ö4: *Hocam ben başlangıç sorularında zorlanıyorum, başlangıcı sürekli 1 olarak alıyorum. Bu şekilde tablo oluşturduğum için de denklemi yanlış kurdum.*

Ö4 diğer sorularda da tablo oluştururken x değerini 0 yerine 1'den başlatmıştır.

5 öğrenci sözel açıklaması verilen ifadeden denklem oluşturabilmek için grafik temsilinden yararlanmıştır. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap sunulmuştur.




*Şekil 12.* 1. soruda grafik kullanımına verilen örnek bir cevap (Ö2'nin cevabı)

...

A: *Neden grafik oluşturma ihtiyacı duydun?*

Ö1: *Sözel olan ifadeler bana çok karmaşık geliyor, grafiği konu olarak daha iyi anladım. Bu yüzden sorularda grafik çizerek artış miktarını daha net görebiliyorum.*

Ö1 diğer sorularda da farklı temsil geçişleri istenilmesine rağmen hep grafik temsilinden faydalanmıştır.

Soruda denklem oluşturulması istenirken 11 öğrenci eşitlik ve y değişkenini kullanmayarak değişkeni x olan cebirsel bir ifade oluşturmuşlardır. Her ne kadar denklem kavramına uymasa da artış miktarı ve sabitin doğru temsilinden dolayı 2x+20 şeklinde yanıt veren öğrencilerin bu cevapları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir.

…

A: *y değişkenini neden kullanmadın?*

Ö3: *Hocam y zaten 2x+20'ye eşit olduğu için yazmaya gerek duymadım.*

**Tablo:**

2)

| x | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|
| y | 11 | 14 | 17 | 20 |

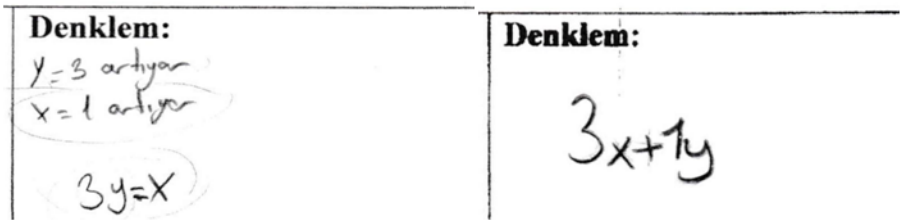
Yukarıda x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren tablo verilmiştir.
**Yan tarafa bu ilişkiyi gösteren denklemi yazınız.**

**Denklem:**

*Şekil 13.* Tablodan Denkleme Geçiş Sorusu

Şekil 14'te verilen 2. soruda öğrencilerden tabloda verilen bilgilerin denkleme çevrilmesi istenmiştir. Öğrencilerin %48,8'i bu soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtları yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 42 öğrenciden 8'i de soruyu boş bırakmıştır.

Yanlış olarak kabul edilen cevaplarda öğrencilerin en sık yaptıkları hatalar, bağımlı değişken ve bağımsız değişkendeki değişim oranlarını denklemde ilişkilendirememiş olmalarıdır. Bu hatayı yapan öğrenciler x ve y değişkenlerindeki artış miktarlarını sayısal olarak tespit etmişler ama denklemi oluştururken bu sayıları ilgili değişkene katsayı olarak yazamamışlar, dolayısıyla denklemi oluşturamamışlardır. Bu hatayı yapan öğrencilere ait örnek yanıtlar aşağıda sunulmuştur.



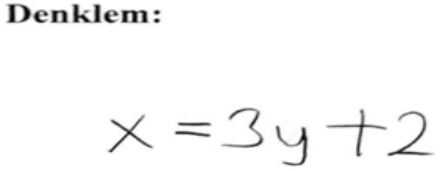

*Şekil 14.* 2. soruda öğrencilerin en sık yaptıkları hatalara örnek cevaplar

Bu kategoride değerlendirilen hatayı yapan öğrencilerden Ö7'nin bu duruma yönelik düşüncesi şu şeklidedir:

Ö7: *Hangi harf kaçar artıyorsa o harfin katsayısı oluyor diye düşündüm. y 3 artıyor o yüzden 3y olur, x 1 artıyor sadece x olarak yazabiliriz.*

Yanlış cevap veren 7 öğrenci yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi y değerinin 3'er artmasını y'nin katsayısı, x'in değerinin 1'er artmasını ise x'in katsayı olarak düşünmüştür. 3 öğrenci ise artış miktarlarını harflerin tersi alarak cevabı 3x=1y şeklinde yazmıştır.

Yapılan hata türlerinden birisi de bağımlı ve bağımsız değişkeni ayırt edememek şeklindedir. 4 öğrenci ilişkiyi doğru kurmaya çalışmış fakat x ve y değişkenlerinin yerlerini yanlış yazmıştır. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap sunulmaktadır.




*Şekil 15.* 2. soruda değişkenlerin yanlış kullanımına örnek bir cevap

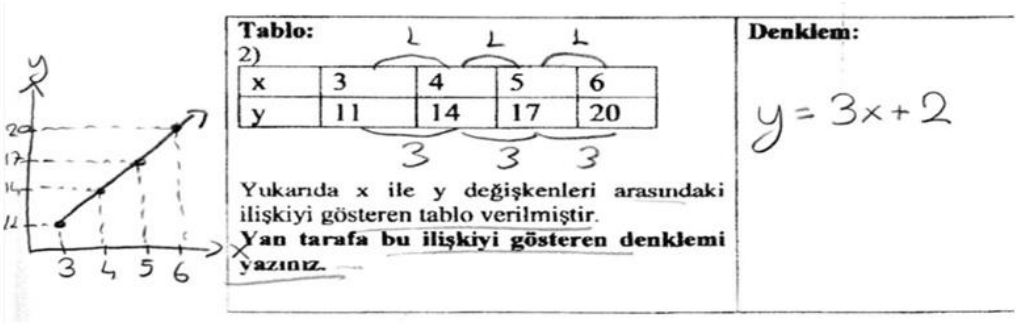
...

A: *Burada x ve y neyi temsil ediyor?*

Ö5*: x'in değeri y'yi etkiliyor aslında ama ben bağımlı ve bağımsız değişkenleri sürekli karıştırıyorum.*

5 öğrenci ise x'in katsayısını doğru olarak bulsa da tablodaki ilk y değerini sabit terim olarak almıştır. Yani istenilen denklemi y=3x+11 şeklinde yazmıştır. Bu tür yanıtlar yine değerlendirmede yanlış olarak kabul edilmiştir.

Öğrencilerin %36,9'u soruya doğru yanıt vermiştir. Soruya doğru yanıt veren öğrencilerin tamamı tablodan denklem oluştururken farklı bir temsilden yararlanmayıp doğrudan denklemi yazmıştır. Yalnızca bir öğrenci (Ö1) denklem kurmadan önce grafik oluşturup grafikten denklem kurmuştur. Aşağıda Ö1'in çözümü sunulmaktadır.

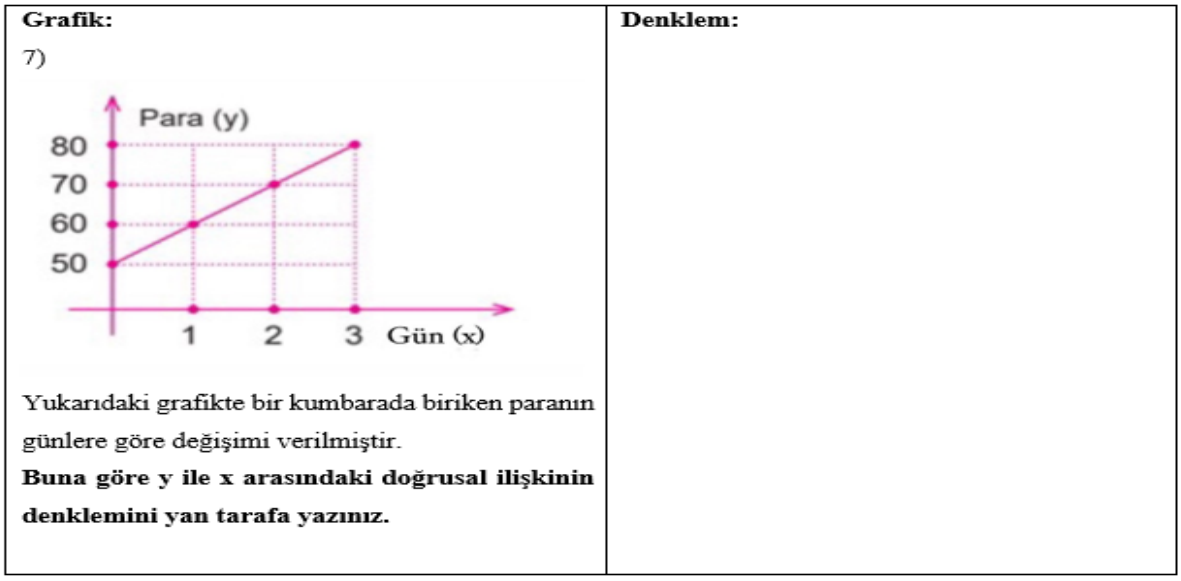



*Şekil 16.* Ö1'in 2. soruya verdiği cevap

Öğrencilerden Ö2'nin bu duruma yönelik düşüncesi şu şeklidedir:

Ö1: *Tablodan denklem kurmada çok zorlanmıyorum fakat grafikten denklem kurmaya alıştığım için kontrol etmek için yine de grafik oluşturuyorum.*

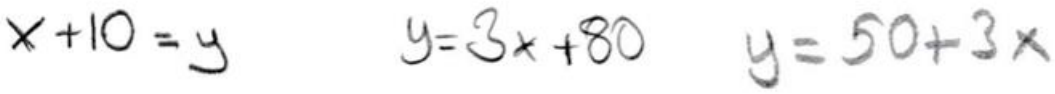
12 öğrenci y değişkenini ve eşitlik kullanmadan yalnızca 3x+2 yazarak cebirsel bir ifade oluşturmuşlardır. Bu durum yine 1. soruda olduğu gibi puanlamada kısmen doğru olarak kabul edilmiştir.




*Şekil 17.* Grafikten Denkleme Geçiş Sorusu

Şekil 18'de verilen 7. soruda grafikten denkleme geçiş amaçlanmıştır. Denkleme geçiş soruları içerisinde öğrencilerin en çok zorluk yaşadığı temsil geçişi bu soruda olmuştur. Öğrencilerin %58,3'ü bu soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 49 öğrencinin 19'u hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır. Sorular içerisinde en çok boş bırakılan soru 7. soru olmuştur.

Öğrencilerin soruya verdikleri cevaplardan yanlış olarak kabul edilen örnekler aşağıda sunulmaktadır.




*Şekil 18.* 7.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Yukarıdaki yanlış olarak değerlendirilen örneklerden birincisinde, öğrenciler y değerinin artış miktarını denklemin sabit terimi olarak yazmışlardır. Bunun nedeni 10'ar artıyor olmasından dolayı x değişkenine 10 eklenmesini düşünmelerinden dolayı olabilir. Bu öğrencilerden Ö8'in duruma ilişkin açıklamaları şu şekildedir:

...

A: *Neden x ile 10'u toplayarak y'ye eşitledin?*

Ö8: *Hocam baktım soruda parası 10'ar artıyor ben de x ile 10'u topladım.*

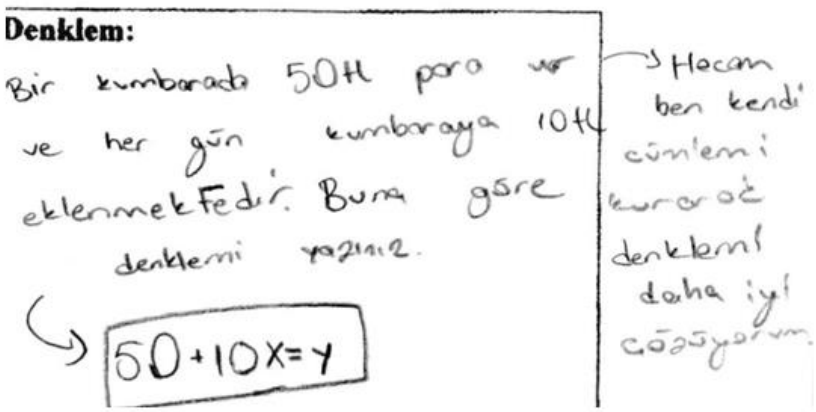
Yukarıdaki yanlış olarak değerlendirilen örneklerden ikincisinde ise öğrenciler x'in ve y'nin en büyük değerlerini kullanarak denklem oluşturmuşlardır.

...

A: *3x ve 80 değerlerini neye göre yazdın?*

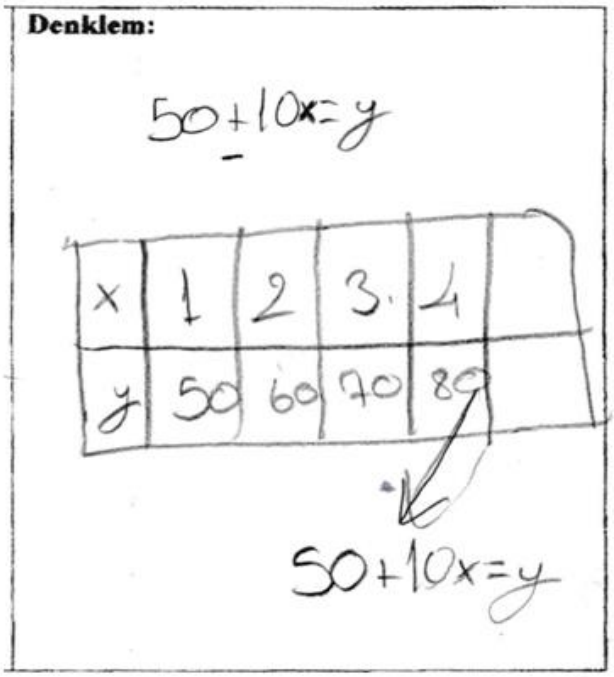
Ö7: *Grafikte x en son 3'te bittiğinden x'in başına 3 yazdım. Hatırladığım kadarıyla y değeri de sabit terim oluyordu.*

Öğrencilerin %27,4'ü soruya doğru yanıt vermiştir. Soruya doğru yanıt veren öğrencilerden 13'ü farklı bir temsile ihtiyaç duymadan denkleme geçiş yapmışlardır. 2 öğrenci grafikten denkleme geçiş yapabilmek için öncelikle grafiği sözel olarak yorumlayıp daha sonra denklem oluşturmuştur. Aşağıda bu duruma uygun bir örnek sunulmuştur.



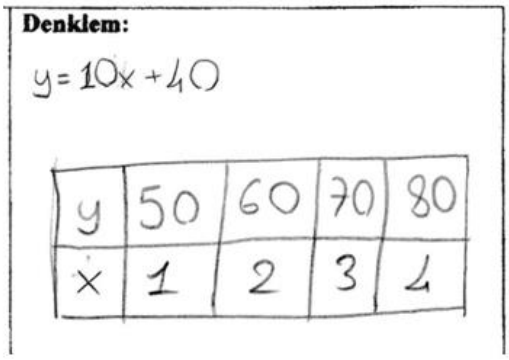

*Şekil 19.* 7.soruda sözel açıklama kullanımına uygun bir örnek cevap

8 öğrenci grafikten denkleme geçiş yapabilmek için tablodan faydalanma ihtiyacı duymuştur. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap sunulmuştur.




*Şekil 20.* 7. soruda tablo kullanımına uygun bir örnek cevap

Grafikten denkleme geçişte tablo kullanan 2 öğrenci x'in başlangıç değerini 1 kabul ettiği için denklemi y=10x+40 olarak oluşturmuştur. Bu 2 öğrenci 1. soruda da aynı hatayı yapmışlardır. Ayrıca tablo temsilinden faydalanmadan direkt grafiğe bakarak y=10x+40 cevabını bulan 2 öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin yaptıkları bu hata kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu hatanın bulunduğu örnek bir cevap verilmiştir.




*Şekil 21.* 7.soruda kısmen doğru kabul edilen cevap

8 öğrenci istenilen değerleri uygun bir şekilde oluşturmuş fakat y değişkenini ve eşitlik sembolünü kullanmayarak denklem yerine 10x+50 şeklinde bir cebirsel ifade oluşturmuştur. Bu durum 1. ve 2. soruda olduğu gibi kısmen doğru olarak kabul edilmiştir.

Denkleme geçiş içeren bu 3 soru genel olarak incelendiğinde, sorularda en sık yapılan hatalardan biri sorularda denklem oluşturulması istenirken, öğrencilerin y bağımlı değişkenini yazmadan sadece x bağımsız değişkenini içeren bir cebirsel ifade yazmaları olmuştur. Bu geçiş türü için öğrenci yanıtlarında görülen bir diğer hata ise başlangıçtaki y değerinin hangi x değerine denk geldiğini belirleyememek olmuştur. Grafiğin başlangıcının 50 olmasına karşın, bu değere karşılık gelen x değerinin 0 olması gerekirken bazı öğrenciler tarafından x=1 olarak düşünülmüştür. Bu durum ise oluşturulması istenen denklemi yansıtmaktadır. Bunun yanında yine bazı öğrencilerin de x ile y değişkenlerini birbirinin yerine kullandıkları görülmüştür. Diğer geçiş türlerinde olduğu gibi bağımlı ve bağımsız değişken kavramlarını ayırt edememişlerdir.

### 4.3.2. Sözel açıklama-grafik-denklemden tabloya geçiş becerisine ait bulgular

Bu kısımda 4.,5. ve 11. soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar detaylı olarak sunulmuştur. Denklemden tabloya (4. soru), sözel açıklamadan tabloya (5. soru) ve grafikten tabloya (11. soru) geçişlerde öğrencilerin verdikleri yanıtların frekansları ve yüzdeleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

*Tabloya Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım*

| | **Doğru** | | **Kısmen Doğru** | | **Yanlış veya Çözüm Yok** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **f** | **%** | **f** | **%** | **f** | **%** |
| S4 (D-T) | 34 | 40,5 | 4 | 4,8 | 46 | 54,8 |
| S5 (S-T) | 42 | 50,0 | 11 | 13,1 | 31 | 36,9 |
| S11 (G-T) | 45 | 53,6 | 4 | 4,8 | 35 | 41,7 |

Tablo 8'de görüldüğü gibi bu geçiş türünde en az doğru yanıt, denklemden tabloya olan geçiş sorusunda (4.soru) verilmiştir. Bu soruya 34 öğrenci doğru yanıt vermiştir. En çok doğru yanıt verilen temsil geçişi ise grafikten tabloya geçiş sorusu (11. soru) olmuştur. Bu soruya ise 45 öğrenci doğru yanıt vermiştir. Öğrenciler sözel açıklamadan ve grafikten tabloya geçişte denklemden yapılan geçişe göre daha başarılı olmuşlardır. 24 öğrenci ise tabloya geçiş ile ilgili üç soruya da doğru cevap vermiştir.

Diğer temsil türlerinden tabloya geçiş yapılması istenilen 4, 5 ve 11. sorulara ait detaylı incelemeler ve örnek öğrenci yanıtları aşağıda sunulmuştur.

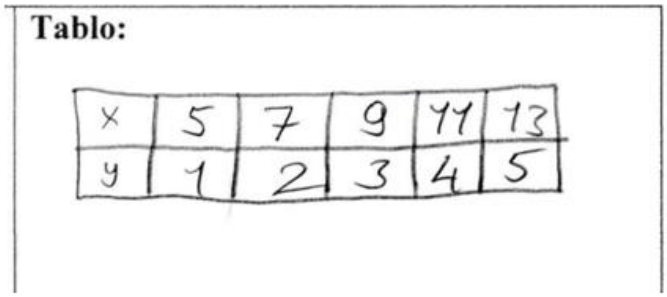
| **Denklem:** | **Tablo:** |
|---|---|
| 4) x ile y arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi y=2x+3 tür.<br>**Yan tarafa bu denkleme uygun tabloyu oluşturunuz.** | |

*Şekil 22.* Denklemden Tabloya Geçiş Sorusu

Şekil 23'te verilen 4. soruda verilen denklemden tabloya geçiş yapılması istenilmiştir. Öğrencilerin %54,8'i soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 46 öğrencinin 8'i hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

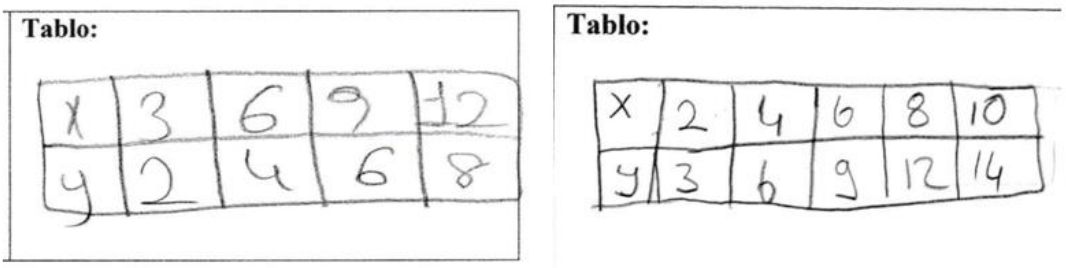
Yöneltilen soruda x'in bağımsız değişken y'nin ise bağımlı değişken olduğu bir denklem verilmiştir. Verdikleri cevaplar yanlış olarak kabul edilen öğrencilerin (5 öğrenci) en sık yaptıkları hatalardan biri bağımlı ve bağımsız değişkeni birbiri ile karıştırmak olmuştur. Öğrencileriler değerleri doğru bulmuşlar fakat 2. soruda da görüldüğü gibi bağımlı değişkeni x

alıp bağımsız değişkeni y olarak yazmışlardır. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap sunulmuştur.




*Şekil 23.* 4. soruda değişkenlerin yanlış yazılmasına uygun örnek bir cevap

Yanlış yanıt veren öğrencilerin (6 öğrenci) sıklıkla yaptıkları bir diğer hata ise verilen denklemdeki 2x+3 ifadesinde bulunan sayılardan (2 ve 3) birini x'in, diğerini de y'nin değeri olarak seçmek olmuştur. Aşağıda bu duruma uygun örnekler verilmiştir.




*Şekil 24.* 4.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

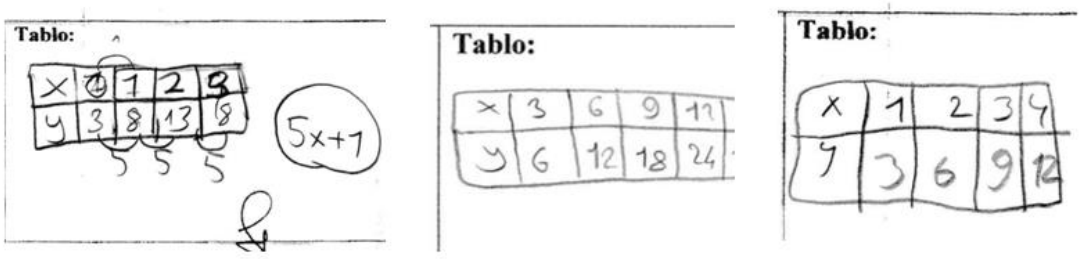
Yukarıdaki yanlış olarak değerlendirilen örneklerde verilen denklemin sabit terimi olan 3 sayısını x'in değeri olarak alan öğrenciler olmuştur. Bu şekilde 3'er artırarak x değerlerini bulurken x'in katsayısı olan 2 sayısını da y'nin değeri olarak almışlardır. Bu öğrencilerden Ö7'nin duruma ilişkin açıklamaları şu şekildedir:

...

A: *x ve y yerine yazdığın sayıları neye göre verdin?*

Ö7: *Hocam x'in başındaki sayı y oluyordu o yüzden ikişer ikişer gittim, diğer sayı da x'e eşitti onu da üçer üçer yazdım.*

Bu hatalar dışında yine çok sık olmasa da öğrenciler denklemde verilen ifadeleri farklı yorumlayarak yanlış cevaplar vermişlerdir. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 25.* 4.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Yukarıdaki yanlış olarak değerlendirilen örneklerin birincisinde; Ö9 verilen denklemdeki 2x ile 3'ü toplayarak 5x bularak kendine 5x+1 şeklinde yeni bir cebirsel ifade oluşturmuş ve buna bağlı olarak y'nin değerinin 5'er arttığını ifade etmiştir.

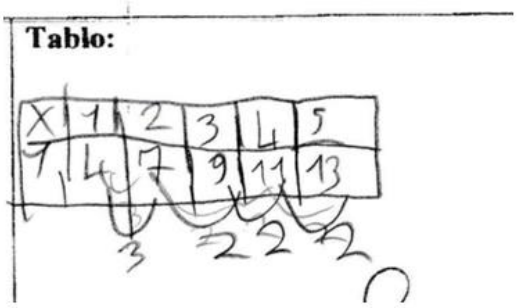
...

A: *5x+1 cebirsel ifadesini nereden buldun?*

Ö9: *Hocam 2x ile 3'ü topladım 5x oldu sonra x'i de tabloda birer artırdığım için +1 yazdım. x'in katsayısı y'nin artışını veriyordu.*

Yanlış kabul edilen diğer cevaplarda ise öğrenciler verilen denklemde 2x teriminin olması nedeniyle x'in 2 katını y değeri olarak düşünerek y=2x denklemine uygun bir tablo oluşturmuş ya da aynı şekilde denklemde verilen sabit terimi x'in katı olarak düşünüp y=3x denkleminin tablosunu oluşturmuşlardır.

4 öğrenci tablo oluştururken işlem hatası yaparak y değerini farklı bulmuşlardır. Bir değer için işlem hatası yapan ama diğer değerleri doğru bulan öğrencilerin yanıtları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu duruma uygun örnek verilmiştir.



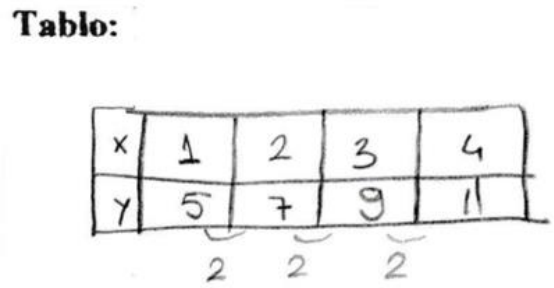

*Şekil 26.* 4. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap

Verdikleri yanıtlar kısmen doğru kabul edilen öğrencilerden Ö5'in duruma ilişkin açıklamaları şu şekildedir:

...

Ö5: *İlkinde işlem hatası yaptım sanırım, zaten 2'şer artması gerekirken başta 3 artması tuhaf gelmişti ama yeniden yapmak aklıma gelmedi o an.*

4. soruya doğru yanıt veren öğrenciler farklı temsil kullanmaya ihtiyaç duymadan x'e değer vererek y değerini bulmuştur. Öğrencilerden bazıları ise ilk x ve y değerinin bulduktan sonra x'in katsayısını artış miktarı alarak y değerini 2'şer artırmıştır. Aşağıda bu duruma uygun bir örnek verilmiştir.




*Şekil 27.* 4. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap

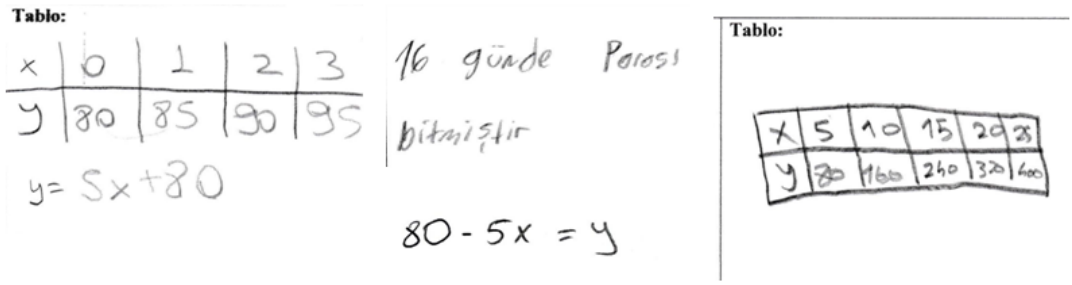
Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde x'e değer verirken sıfır ve negatif değerler vermekten kaçındıkları görülmüştür. Öğrenciler çoğunlukla x'e değer verirken 1'den başlayarak hep pozitif değerler vermişlerdir. Bunun temelinde ders içerisinde ya da kitaplarda ağırlıklı olarak pozitif değerler kullanılması ya da öğrencilerin pozitif sayıları daha iyi bildiklerinden dolayı ona meyilli olmaları olabilir.

| **Sözel Açıklama** | **Tablo:** |
|---|---|
| 5) 80 lira harçlığı olan öğrenci günde 5 lira harcamaktadır.<br>**Geçen zaman (x), kalan para (y) olmak üzere x ile y arasındaki ilişkiyi gösteren tabloyu yan tarafa oluşturunuz.** | |

*Şekil 28.* Sözel Açıklamadan Tabloya Geçiş Sorusu

Şekil 29'da verilen 5. soruda verilen sözel açıklamadan tablo oluşturulması istenilmiştir. Öğrencilerin %36,9'u soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 31 öğrencinin 6'sı hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

Yanlış olarak kabul edilen cevaplarda öğrencilerin (9 öğrenci) en sık yaptıkları hata, harcanan para yerine biriktirilen para olarak düşünerek tablo değerini 5'er artırarak ilerletmeleri olmuştur. Öğrencilerden 3 tanesi sadece grafik oluştururken 2 öğrenci sadece denklem kurmuştur. 5 öğrenci ise 80 liranın günde 5 lira harcanması ile kaç güne yeteceğini hesaplamıştır. Aşağıda yanlış kabul edilen cevaplara örnekler verilmiştir.




*Şekil 29.* 5. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Yukarıdaki yanlış olarak değerlendirilen örneklerden birincisinde, öğrencilerin derste sürekli karşılaştıkları soru tipi paranın artması şeklinde olduğu için öğrenciler dikkat etmeden artıyormuş gibi düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu hatayı yapan öğrencilerden Ö5'in duruma ilişkin açıklamaları şu şekildedir:

...

Ö5: *Bu tarz sorularda hep para biriktirme olarak çözdüğüm için yine o sorulardan zannedip dikkatli okumadım. O yüzden artırarak gittim. Grafik ya da denklem olsa yanlış yapmazdım ama bunlarda biraz zorlanıyorum.*

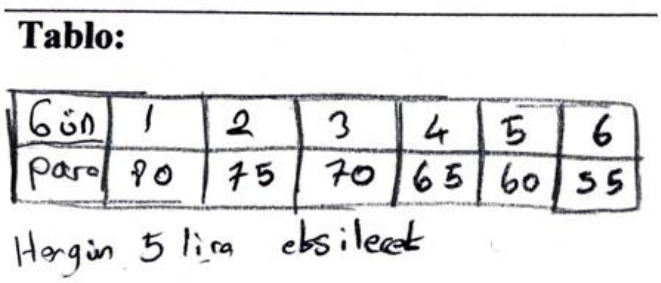
Yalnızca denklem yazıp tablo oluşturmayan Ö6'nın durum ile yorumu aşağıda verilmiştir.

...

A: *Soruda tablo oluşturmanı istemiştim sen neden yalnızca denklem yazdın?*

Ö6: *Denklemi oluşturdum ama x yerine ne yazacağımı bilemediğim için tablo yapamadım, sanırım azalıyor olması biraz kafamı karıştırdı.*

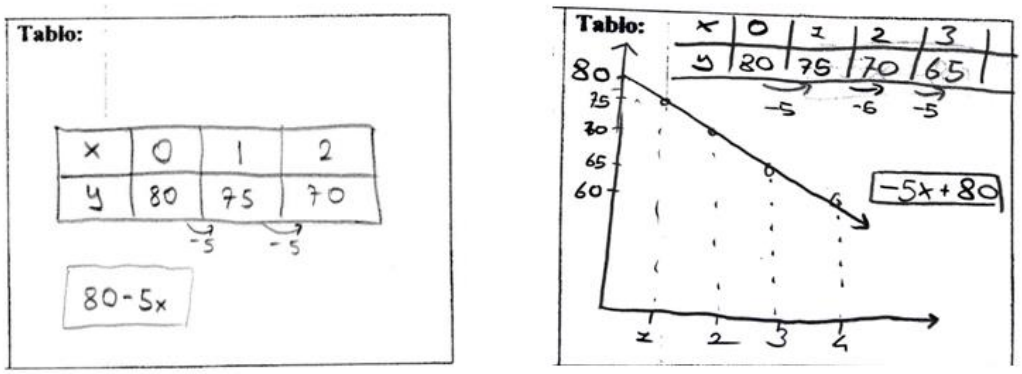
Öğrencilerin en çok yanıldıkları diğer bir durum da tablo oluştururken 80 liranın 1. gün olarak alınması olmuştur. Başlangıçta 80 lirası olması durumunu sıfırdan başlamak yerine 1'den başlatmışlardır. Bu cevap kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevap verilmiştir.




*Şekil 30.* 5. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek cevap

Aynı hatayı farklı sorularda da yapan öğrenciler bulunmaktadır. Ö4'ün 1. soru için yaptığı açıklamayı dikkate alırsak öğrenciler tablo oluşturmada bağımsız değişkenin hangi sayı (0 mı,1 mi) ile başlaması gerektiğiyle ilgili tereddüt yaşamaktadırlar.

Doğru cevap veren öğrencilerin çoğunluğu farklı bir temsile ihtiyaç duymadan tablo oluşturmuştur. 5 öğrenci önce denklem kurup daha sonra tablo oluştururken, 3 öğrenci tablo oluşturmak için hem grafik hem de denklemden yararlanmıştır. Aşağıda bu duruma uygun örnekler verilmiştir.



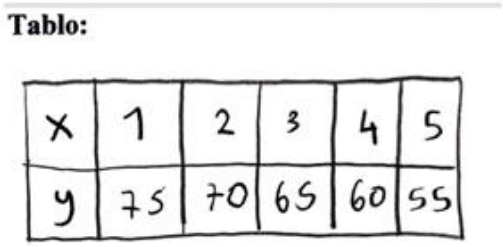

*Şekil 31.* 5. soruda doğru kabul edilen örnek cevap

Soruda grafik ve denklem kullanan Ö1'in durumla ilgili açıklaması şu şekildedir:

...

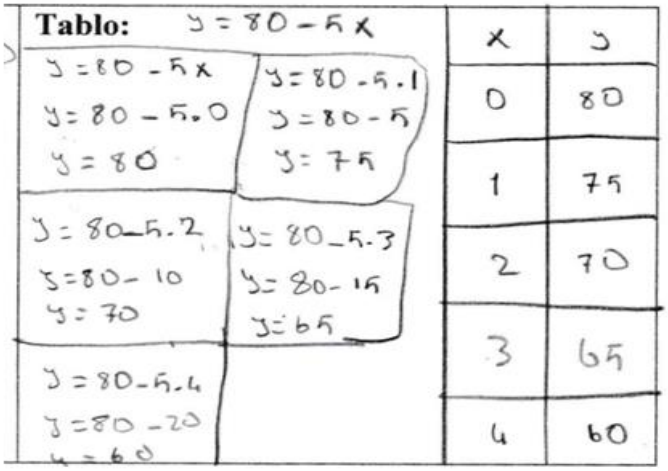
Ö1: *Sözel açıklama sorularında kendimden çok emin olmadığım için grafik ve denklemle kontrol ediyorum.*

Soruya doğru yanıt veren öğrencilerin cevapları incelendiğinde genel olarak 1. günden itibaren kalan paranın değeriyle tablo başladıkları görülmüştür. Diğer sorularda da olduğu gibi öğrenciler x'e sıfır vermekten genel olarak kaçınmışlardır. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap sunulmuştur.




*Şekil 32.* 5. soruda sıklıkla verilen cevaplardan bir örnek

Soruya doğru yanıt veren bir öğrenci (Ö3) ise verilen sözel açıklamadan önce bir denklem oluşturmuş daha sonra denklemde x'e değerler vererek y değerini bularak tablo oluşturmuştur. Aşağıda Ö3'ün soruya verdiği yanıt sunulmuştur.




*Şekil 33.* Ö3'ün 5. soruya cevabı

Ö3'ün yaptığı işlemler ile ilgili yorumu şu şekildedir.

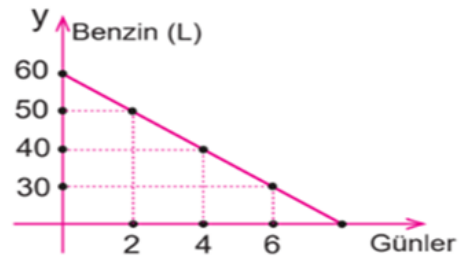
...

Ö3: *Okuyunca biraz karmaşık geldi bana, x ve y yerine ne yazacağımı bilemedim bu yüzden önce denklem oluşturdum. O şekilde x'e değer verip y değerini bulmak bana daha kolay geliyor.*

Öğrenciler bu soruda 4. soruda olduğu gibi x ve y karışıklığı yaşamamışlardır. Verilen cevapların hiçbirinde bu hataya rastlanmamıştır.

**Grafik:**

11)



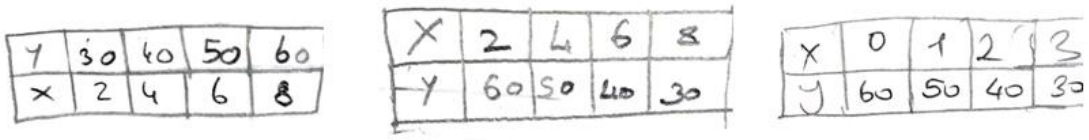

Yukarıdaki grafikte bir arabanın deposunda bulunan benzinin günlere göre değişimi verilmiştir.
**Yan tarafa benzin (y) ve gün (x) arasındaki ilişkiyi gösteren tabloyu oluşturunuz.**

**Tablo:**

*Şekil 34.* Grafikten Tabloya Geçiş Sorusu

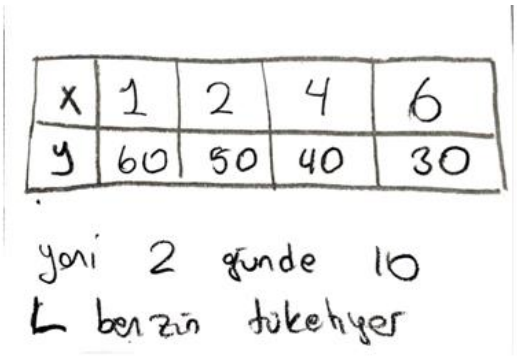
Şekil 35'te verilen 11. soruda verilen grafikten tablo oluşturması istenilmiştir. Öğrencilerin %41,7'si soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 35 öğrencinin 8'i hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

Yanlış olarak kabul edilen cevaplarda öğrencilerin en sık yaptıkları hata, sayıların yerlerinin yanlış yazılması olmuştur. 9 öğrenci 30L benzinin 2. güne geldiğini belirtmiştir. 3 öğrenci ise oluşturduğu tabloda başlangıçtaki 60L benzinin 2. güne denk gelecek şekilde oluşturmuştur. Bazı öğrenciler ise verilen grafikte x değerinin ikişer yazılmış olduğuna dikkat etmemişlerdir. Bu durum öğrencilerin karşılaştıkları sorularda genellikle birer arttığı örneklerin olmasından kaynaklanmış olabilir. Aşağıda bu durumlarla ilgili örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 35.* 11. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Soruda verilen grafikte 1. günün değeri yazmadığı için 4 öğrenci 60 L benzinin 1. güne denk gelecek şekilde düşünmüş ve tabloyu ona göre oluşturmuştur. Bu durum kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu duruma uygun örnek sunulmuştur.

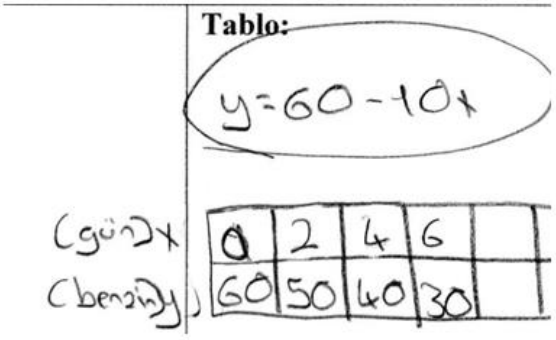


| x | 1 | 2 | 4 | 6 |
|---|---|---|---|---|
| y | 60 | 50 | 40 | 30 |

yani 2 günde 10
L benzin tüketiyor

*Şekil 36.* 11. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek cevap

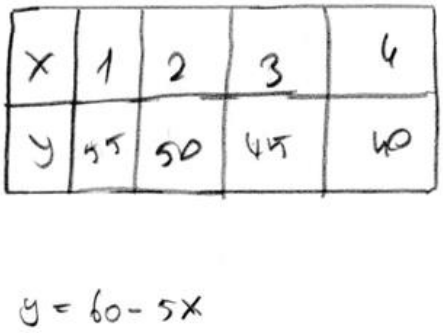
Öğrencilerin yarısından fazlası bu soruya doğru yanıt vermiştir. Öğrenciler tarafından diğer sorulara göre daha kolay yapılan bu soruda öğrenciler farklı temsillere ihtiyaç duymadan doğrudan grafikten tabloya geçiş yapabilmişlerdir. Fakat tablo oluşturduktan sonra denklem yazmaya çalışan 3 öğrenci tabloyu doğru oluşturmalarına rağmen günlerin ikişer arttığını hesaba katmayarak denklemi yanlış kurmuşlardır. Aşağıda Ö4'ün bu soruya verdiği cevap sunulmuştur.




*Şekil 37.* Ö4'ün 11. soruya cevabı

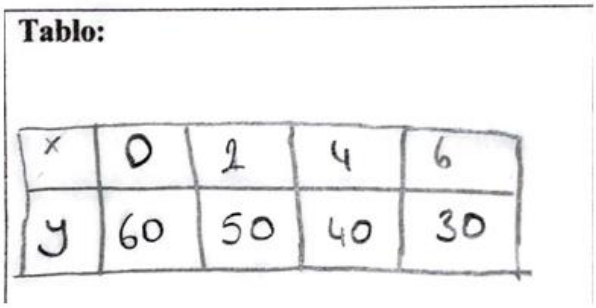
Ö4: *O zaman 10'ar azaldığı için -10x olarak almıştım ama şimdi x değerini denklemde yerine koyunca doğru olmadığını anladım. İkiye bölmem gerekirdi.*

Doğru olarak kabul edilen cevaplardan 4 öğrenci denklem kurarak 1. günün değerini bulmuştur ve bunu tabloda göstermiştir. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevap sunulmuştur.




*Şekil 38.* 11. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap

Doğru olarak kabul edilen cevap veren 41 öğrenci ise yalnızca grafikte verilen değerleri kullanarak uygun tabloyu oluşturabilmişlerdir. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevap sunulmuştur.




*Şekil 39.* 11. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap

Tabloya geçiş içeren bu 3 soruda yaşanan zorluklardan birisi x'in başlangıç değerinin öğrenciler tarafından anlaşılmaması olmuştur. Öğrenciler genel olarak verilen ifadelerle bir tablo oluşturmaya çalışmışlar fakat değerleri uygun yerleştirememişlerdir. 4. soruda öğrenciler bağımlı ve bağımsız değişkende karışıklık yaşarken 5. ve 11. soruda böyle bir sorun yaşanmamıştır. Genele baktığımızda öğrencilerin tablo oluşturma konusunda çok başarısız oldukları söylenemez.

### 4.3.3. Sözel açıklama-denklem-tablodan grafiğe geçiş becerisine ait bulgular

Bu kısımda 3, 9 ve 12. soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar detaylı olarak sunulmuştur. Tablodan grafiğe (3. soru), sözel açıklamadan grafiğe (9. soru) ve denklemden grafiğe (12. soru) yapılması istenilen geçişlere öğrencilerin verdikleri yanıtların frekansları ve yüzdeleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

*Grafiğe Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım*

| | Doğru | | Kısmen Doğru | | Yanlış veya Çözüm Yok | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | % | f | % | f | % |
| S3 (T-G) | 25 | 29,8 | 0 | 0 | 59 | 70,2 |
| S9 (S-G) | 26 | 31,0 | 7 | 8,3 | 51 | 60,7 |
| S12 (D-G) | 6 | 7,1 | 20 | 23,8 | 58 | 69,1 |

Tablo 9'da görüldüğü gibi bu grupta üç temsil geçişi incelendiğinde öğrencilerin en çok zorluk yaşadığı temsil geçişi denklemden grafiğe olan geçiş olmuştur. Öğrencilerin yalnızca 6 tanesi bu soruya 'tamamen doğru' yanıt verebilmiştir. Tabloya bakıldığında öğrencilerin genel olarak diğer temsillerden grafik temsiline geçişlerinde de zorlandıkları görülmektedir.

Diğer temsil türlerinden grafiğe geçiş yapılması istenilen 3, 9 ve 12. sorulara ait detaylı incelemeler ve örnek öğrenci yanıtları aşağıda sunulmuştur.

**Tablo:**

3)

| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| y | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 |

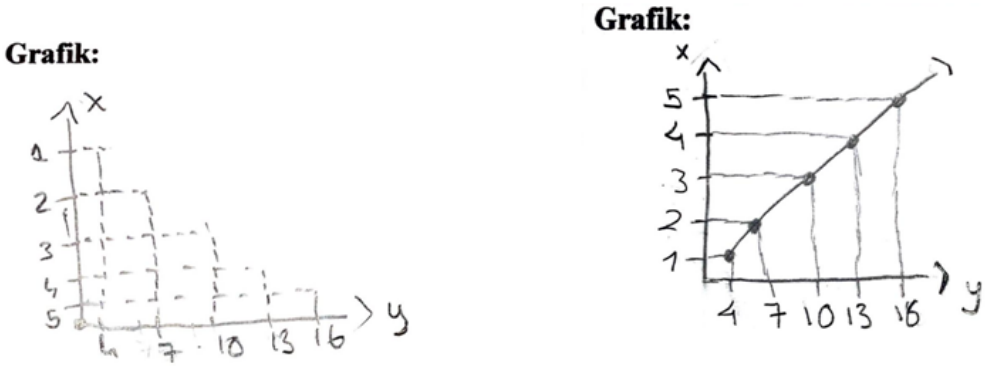
Yukarıda x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren tablo verilmiştir.

**Yan tarafa bu ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz.**

**Grafik:**

*Şekil 40.* Tablodan Grafiğe Geçiş Sorusu

Şekil 41'de verilen 3. soruda öğrencilerden verilen tabloya karşılık gelen grafiğin oluşturulması istenmiştir. Öğrencilerin %70,2'si soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 59 öğrencinin 7'si hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır. 5 öğrenci yalnızca denklemi oluşturup grafik çizmemiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara bakıldığında bazı öğrencilerin koordinat sistemini doğru çizemedikleri görülmüştür. Aşağıda koordinat sisteminin yanlış çizilmesiyle ilgili verilen yanlış cevaplardan örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 41.* 3.soruda koordinat sistemi yanlış çizilen cevaplardan örnekler

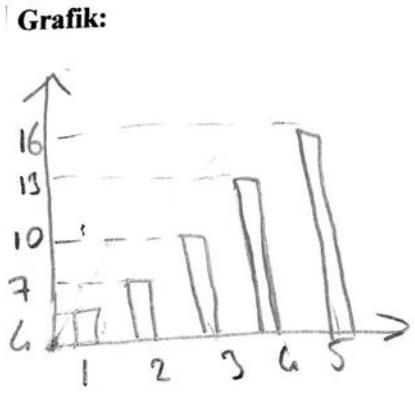
Soruya yanlış cevap veren öğrencilerden 6'sı yukarıdaki cevapların ilkinde görüldüğü gibi hem x ve y eksenini birbirinin yerine yazıp hem de dikey eksenin sayılarını yanlış yazmıştır. İkinci örnekte ise öğrenciler sayı değerlerini istenilen şekilde oluşturmuş fakat dikey ekseni x, yatay ekseni y olarak yazmışlardır. Bu cevaplardan öğrencilerin genelde koordinat sistemini özelde ise grafik çizmeyi yeterli şekilde kavrayamadıkları görülmektedir. Öğrencilerden Ö7'nin koordinat sistemini yanlış kullanımına yaptığı açıklama aşağıda sunulmuştur.

...

A*: x ve y eksenlerini neye göre çizdin?*

Ö7: *Hocam tabloda ilk x olduğu için önce dik çizgi yapıp x sayılarını yazdım, sonra aynısını y'ye yazdım.*

Öğrencilerin 7'sinin yanlış grafik türünü seçtiği görülmektedir. Tablonun grafiğini sütun grafiği olarak çizen öğrencilerin verdikleri cevaplardan bir örnek aşağıda sunulmuştur.




*Şekil 42.* 3.soruda sütun grafiği çizilen örnek bir cevap

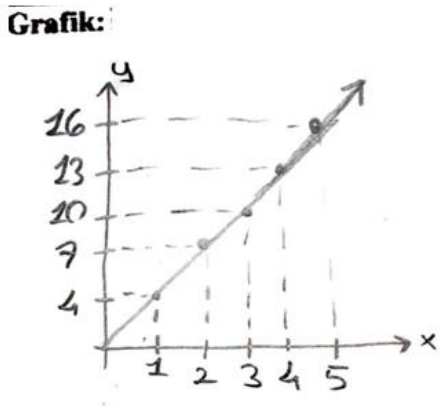
Bu soruda sütun grafiği çizen Ö9'un verdiği cevap ile ilgili yorumu aşağıda verilmiştir.

...

A: *Neden sütun grafiği çizdin?*

Ö9: *Soruda hangi grafiği çizeceğimiz yazmadığı için ben sütun grafiğini çizdim. Sütun grafiğini daha kolay yapıyorum.*

Öğrencilerin en sık yaptıkları hata çizilen grafiği orijinden geçirmek olmuştur. x=0 değeri verilmediği için 28 öğrenci orijinden geçeceğini düşünerek o şekilde çizmiştir. Bu cevap yanlış olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu duruma örnek cevap bulunmaktadır.




*Şekil 43.* 3.soruda yanlış kabul edilen örnek cevap

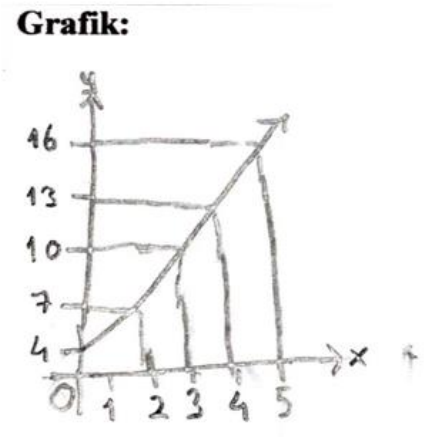
Soruda yukarıdaki örnek şeklinde cevap veren öğrencilerden Ö5'in verdiği cevap ile ilgili yorumu aşağıda verilmiştir.

...

A: *Grafiği neden orijinden başlattın?*

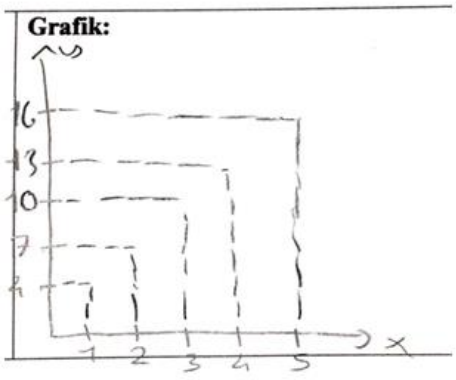
Ö5: *Hocam tabloda x'in 1 olduğu yerden başlamış yani nerden başladığı yazmıyordu benim de aklıma orijinden başlatmak geldi çünkü grafik çizerken hep orijinden başlarız.*

Ö5'in açıklamasına baktığımızda öğrencilerin grafik çizerken orijinden geçmesi gerektiği şeklinde bir inançları olduğunu görülmüştür. Bunun dışında 6 öğrenci de yine aynı şekilde başlangıç noktası konusunda emin olmadığı için yanlış çizimler yapmıştır. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap verilmiştir.



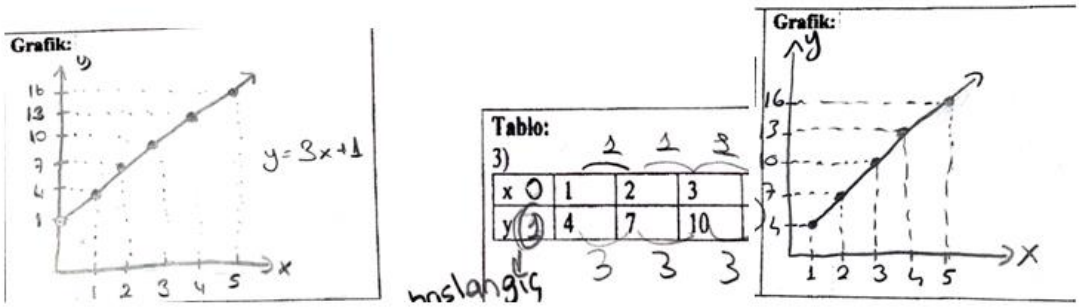

*Şekil 44.* 3.soruda yanlış kabul edilen örnek cevap

Yanlış yanıt veren bazı öğrenciler ise verilen değerleri koordinat sisteminde uygun bir şekilde yerleştirmiş fakat noktaları belirleyerek birbirine bağlamamıştır. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap verilmiştir.




*Şekil 45.* 3.soruda yanlış kabul edilen örnek cevap

Doğru cevap veren öğrencilerin 9'u grafik çizmeden önce denklem oluşturarak x=0 değerinin y=1 olduğunu bulmuşlardır. 3 öğrenci y değerinin 3'er azaldığını belirtip y=1 noktasında kestiğini belirtmişlerdir. Diğer öğrenciler ise sadece verilen değerleri kullanarak grafik oluşturmuşlardır. Aşağıda bu durumlara uygun örnek cevaplar verilmiştir.




*Şekil 46.* 3.soruda doğru kabul edilen cevaplardan örnekler

Yukarıda doğru kabul edilen cevapların ilkinde denklem kurarak grafik çizen öğrencilerden Ö1'in verdiği cevapla ilgili yorumu şu şekildedir:

...

Ö1: *Tabloda verilen değerleri yazınca baş kısmının nereden geçtiğini yapamadım sonra tablodan bir denklem oluşturup x'e sıfır verdim y'yi buldum.*

Yukarıda verilen cevapların ikincisinde tablodan başlangıç değerini bulan Ö5'in yorumu şu şekildedir:

...

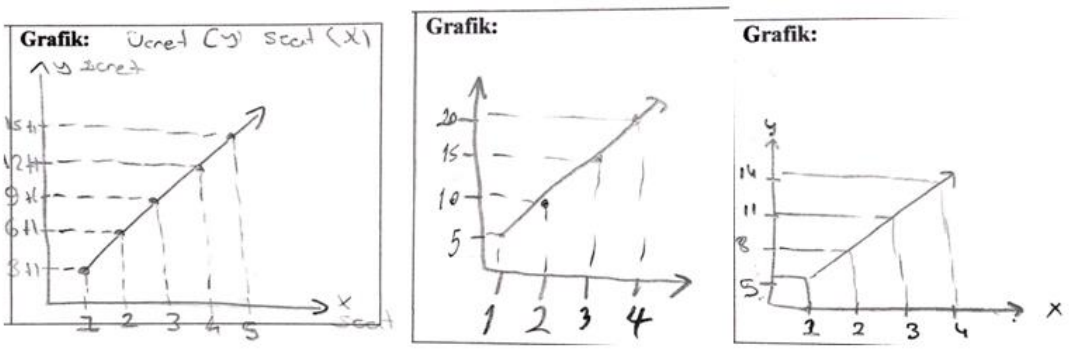
Ö5: *Soruda x'in 0 iken y nin kaç olduğu yazmıyordu*. Diğer sayılara bakınca *x 1'er azalırken y'nin 3'er azaldığını farkettim, böylece tablodan ilk başta başlangıç değerini 0'a 1 olacak şekilde buldum. Bu noktaları kullanarak grafik oluşturdum.*

| **Sözel Açıklama:** | **Grafik:** |
|---|---|
| 9) Bir otoparkın giriş ücreti 5 TL'dir. Otoparkta kalınan her bir saat için ise 3 TL ücret alınmaktadır.<br><br>**Bu otoparkta kalınan süre (saat) (x) ile ödenecek ücret (y) arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği yan tarafa çiziniz.** | |

*Şekil 47.* Sözel Açıklamadan Grafiğe Geçiş Sorusu

Şekil 48'de verilen 9. soruda verilen sözel açıklamadan grafik oluşturması istenilmiştir. Öğrencilerin %60,7'si soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 51 öğrencinin 8'i hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

Yanlış cevap veren öğrencilerden 11'i giriş ücreti olan 5 TL'yi hesaba katmayarak saat sayısının 3 katını almıştır. 2 öğrenci ise 5'in katı olarak kabul etmiştir. 6 öğrenci giriş ücretini 1. saat olarak kabul ederek 3'er artırılmış şekilde grafik oluşturmuştur. Aşağıda bu durumlarla ilgili örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 48.* 9.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Yukarıda verilen cevapların birincisi için Ö6'nın yorumu şu şekildedir:

...

A: *Neden x'in 3 katını aldın?*

Ö6: *Her saat için 3 lira ödemesi gerekiyor bu nedenle 2. saat 6 lira, 3. saat 9 lira olacak gibi hep 3'ün katını alarak ilerledim.*

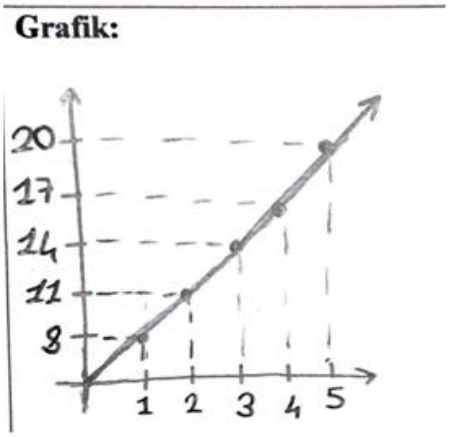
İkinci cevapta da aynı şekilde 5 sayısını gören öğrenciler x'in 5 katını alarak bir grafik oluşturmuşlardır.

Bazı öğrenciler ise otoparkın giriş ücretini ilk saat ücreti olarak düşünmüşlerdir. Ö8'in verdiği bu cevapla ilgili yorumu şu şekildedir:

...

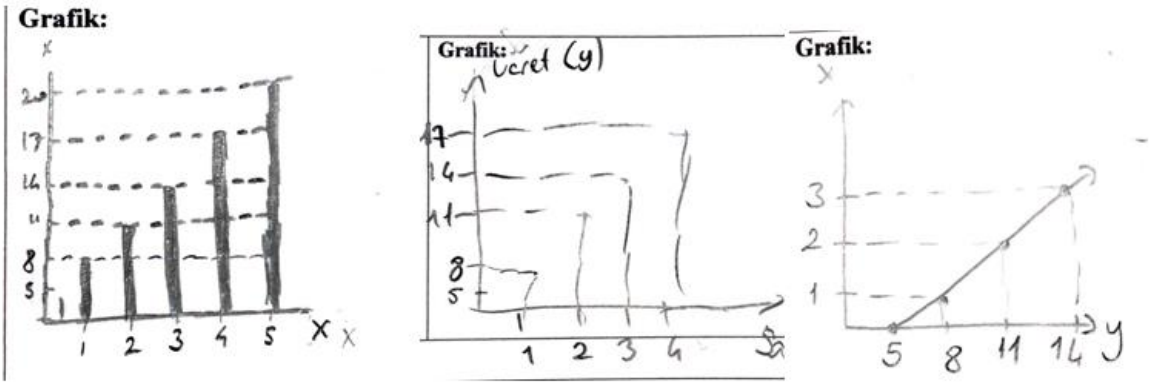
Ö8: *Otoparka girince 5 lira ödüyorsa o zaman 1. saat için 5 lira verir sonra da hep 3 artar. 2. Saat 8 lira, 3. saat 11 lira olacak gibi gidiyor.*

3. soruda en sık rastlanan hata olan öğrencilerin grafiğin orijinden geçmesi gerektiği düşüncesi bu soru için de çok sık yapılan hatalardan biri olmuştur. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap verilmiştir.



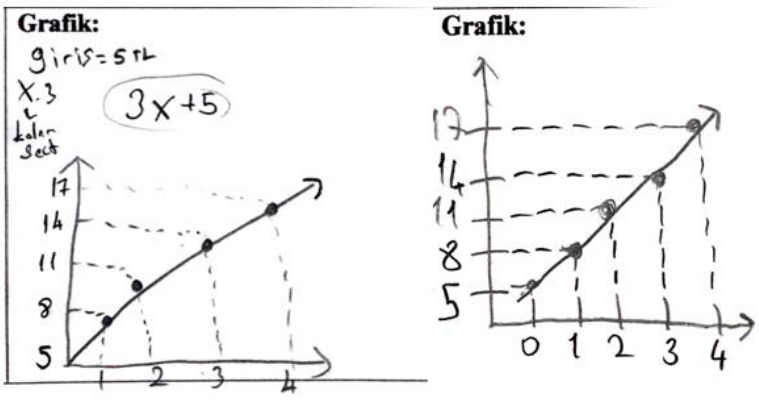

*Şekil 49.* 9. soruda en sık yapılan hataya örnek bir cevap

Ayrıca yine 3. soruda yapılan hataların benzerleri bu soruda da yapılmıştır. Bazı öğrenciler sütun grafiği oluştururken, bazıları değerleri yazmalarına rağmen noktaları birleştirmeden o şekilde bırakmıştır. Bazı öğrenciler ise x ve y değerlerinin yerlerini yanlış yazmışlardır. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevaplar verilmiştir.




*Şekil 50.* 9.soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Bazı öğrenciler verilen değerleri uygun şekilde oluşturabilmiş fakat başlangıçta yazılacak olan (0,5) noktasını koordinat sistemi üzerinde nasıl göstereceği konusunda sorunlar yaşamamıştır. Bu cevaplar kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu durumlara uygun örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 51.* 9.soruda kısmen doğru kabul edilen cevaplardan örnekler

Yukarıda verilen örneklerin ilkindeki cevabı veren öğrenciler bütün değerleri doğru yazmasına orijini (0,5) noktası olarak kabul etmiştir. Ö5'in bu cevapla ilgili yorumu şu şekildedir:

...

A: *Grafiğin başladığı yeri nasıl oluşturduğunu anlatabilir misin?*

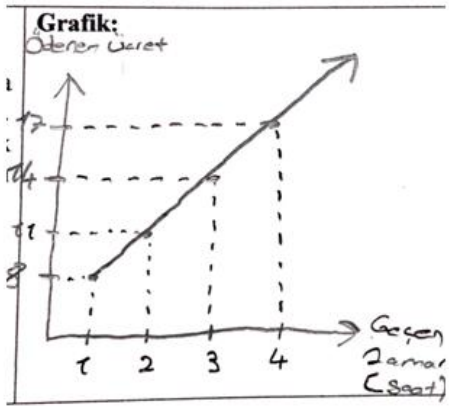
Ö3: *Hocam önce bir denklem oluşturdum sonra saat 0 olduğunda paranın 5 olduğunu buldum. Ama çizerken orayı orijinden geçiyormuş gibi yaptım galiba biraz daha yukarda yazmam gerekirdi. Ben bu diğerinin sıfır olduğu noktaları hep karıştırıyorum.*

Yukarıdaki Ö3'ün yanıtı dikkate alındığında aslında soruda istenilen her şeyi yapabilmiş fakat (0,5) noktasında bir kararsızlık yaşamıştır. Bu kararsızlığı görüşmede ifade ederken aslında doğru cevaba daha yakın olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu cevap değerlendirmede kısmen doğru kabul edilmesinin daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Diğer cevabı veren 2 öğrencinin ise noktaları doğru bir şekilde almış olması göz önünde bulundurularak değerlendirmede kısmen doğru olarak kabul edilmiştir.

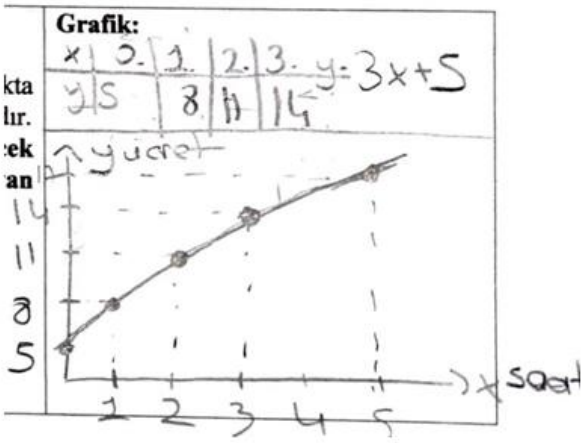
Öğrencilerin verdikleri bu cevaplar dikkate alındığında öğrencilerin eksenlerin üzerinde bulunan noktaları koordinat sistemi üzerinde göstermede zorluklar yaşadıkları görülmektedir.

Öğrencilerden ikisi ise grafikte otoparkın giriş ücretini göstermeden diğer saatlerde ödenmesi gereken ücretleri göstermişlerdir. Verdikleri cevaplar doğru olmasına karşılık Soru içesinde ifade edilen ve koordinat sistemi üzerinde olması gereken (0,5) noktasını yazmamayı tercih eden öğrencilerin cevabı kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap bulunmaktadır.




*Şekil 52.* 9.soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap

Doğru cevap veren öğrencilerden 8'i grafikten önce denklem kurmuş, 5'i ise önce tablo oluşturmuştur. Bir öğrenci ise (Ö5) hem tablo hem de denklem kurduktan sonra grafik oluşturmuştur. Diğer öğrenciler başka temsile ihtiyaç duymadan doğrudan grafik oluşturmuştur. Aşağıda doğru kabul edilen cevaba uygun örnek sunulmuştur.




*Şekil 53.* Ö5'in 9. soruya cevabı

Ö5'in soruda tablo temsilinden faydalanması ile ilgili yorumu şu şekildedir:

...

Ö5: *Sözel soruları gözümde canlandıramıyorum. Tablo çizdiğimde soru gözümde daha iyi canlanıyor. Bu yüzden sözel soruları anlamak için önce tablo çiziyorum.*

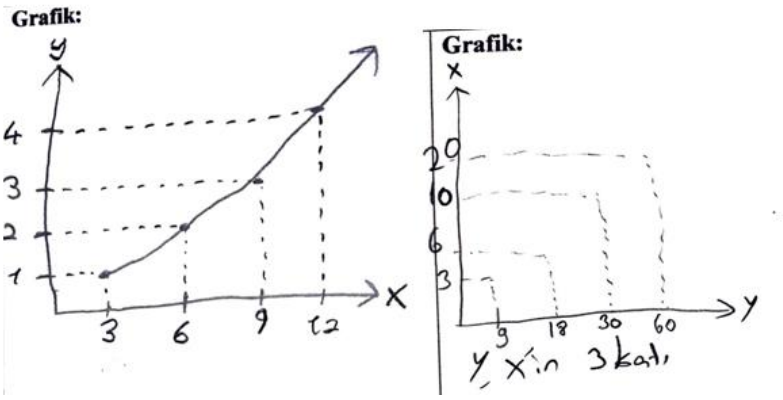
Ö1 ve Ö4 de daha önceki sorularda belirttikleri gibi bu soruyu da tablodan yaralanarak çözmüştür.

| Denklem: | Grafik: |
|---|---|
| 12) y=3x<br><br>**Yukarıda verilen denklemde x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği yan tarafa çiziniz.** | |

*Şekil 54.* Denklemden Grafiğe Geçiş Sorusu

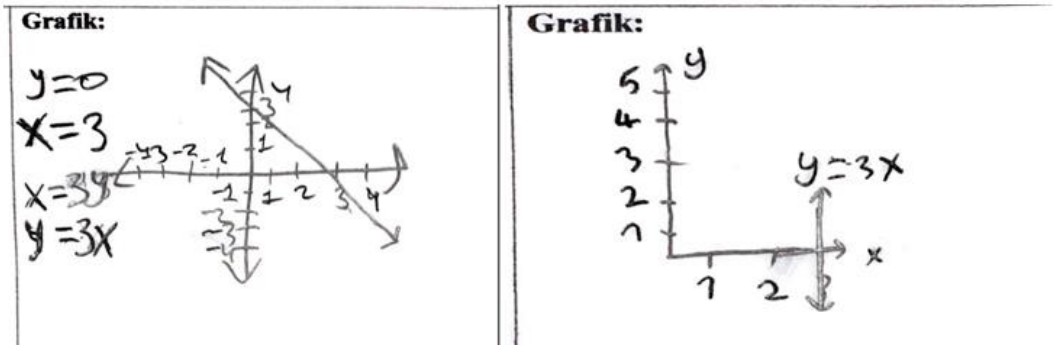
Şekil 55'teki 12. soruda verilen denklemden grafik oluşturulması istenilmiştir. Öğrencilerin %69,1'i soruya doğru yanıt verememiştir. Öğrenciler tarafından en çok zorlanılan temsil geçişi denklemden grafiğe olmuştur. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 58 öğrencinin 18'i hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

Soruya yanlış cevap veren öğrencilerden x ile y ekseninin yerlerini karıştırdıkları görülmüştür. Bazı öğrenciler ise y değerinin x'in 3 katı olarak alınması gerekirken tersini yaparak x değerini y'nin 3 katı olarak almışlardır. Bu cevaplara bakıldığında öğrencilerin bağımlı-bağımsız değişken kavramlarında eksik öğrenmelerinin bulunduğunu söyleyebiliriz. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 55.* 12. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Verilen doğrusal denklemin orijinden geçen bir doğru olmasına karşılık eksenleri kesen doğru ya da eksenleri paralel doğrular ile karıştıran öğrenciler olmuştur. Verilen denklemde x ve y değerini x'in katsayısı olan 3'ü kesim noktası alarak (0,3) ve (3,0) noktasından geçen bir doğru grafiği oluşturan öğrencilerin bu cevapları yanlış kabul edilmiştir. Ayrıca 3 öğrenci de x'in katsayısını baz alarak (3,0) noktasından geçen y eksenine paralel bir doğru grafiği oluşturmuştur. Aşağıda bu durumu uygun örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 56.* 12. soruda yanlış kabul edilen cevaplardan örnekler

Doğru grafiğini eksenleri kesen doğrunun grafiği şeklinde oluşturan Ö9'un cevabı ile ilgili yorumu aşağıda verilmiştir.

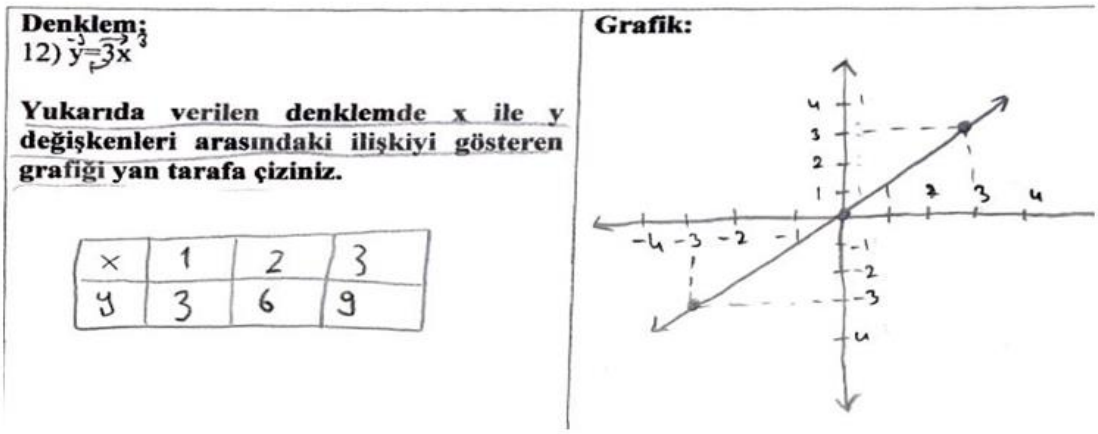
...

Ö9*: x'in önündeki sayı hem x'in hem de y'nin değeri oluyor. Çünkü y, 3x'e eşitse; x de 3y'ye eşittir.*

Öğrencilerin bu hatayı yapmasının nedeni doğrunun grafiğinin çiziminde *eksenleri kesen doğrunun grafiği, eksenlere paralel doğruların grafiği ve orijinden geçen doğruların grafiği* şeklinde başlıklar altında anlatılmasından kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler en çok akıllarında kalan grafiği kullanarak çizim yapmaya meyillidirler.

3. ve 9. soruda yapılan sütun grafiği çizme ve yalnızca doğru değerleri yazıp noktaları birleştirmeme hataları bu soruda da yapılmıştır.

Öğrencilerden biri (Ö3) verilen denkleme uygun tablo oluşturmasına rağmen grafiği yanlış çizmiştir.




*Şekil 57.* Ö3'ün 12. soruya verdiği cevap

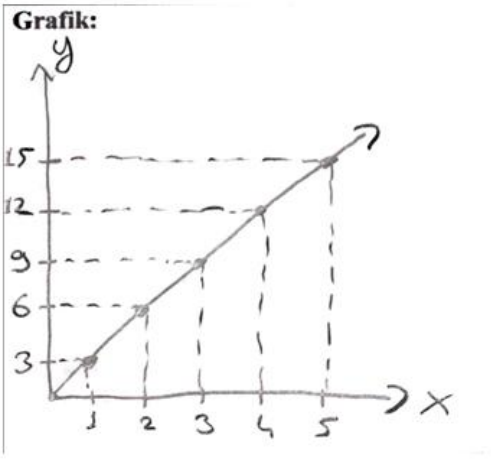
Ö3'ün verdiği cevapla ilgili açıklaması şu şekildedir:

...

Ö3: *Ben bu soruda negatif değeri de ele aldım. İki taraftan da sonsuza kadar gider diye düşündüm ve y=3x olduğu için 3'e 3 olmalı diye düşündüm. Tabloyu yanlış yaptım galiba.*

Ö3 tabloyu doğru çizmesine rağmen yapılan görüşmede grafiğinin doğru olduğunu tabloyu yanlış yaptığını düşünmüştür. Ö3'ün çizdiği grafik farklı öğrenciler tarafından da yapılmıştır.

12. soruda öğrencilerin en sık yaptığı hata negatif değerleri düşünmemek olmuştur. x yerine sadece pozitif değer ve sıfır veren öğrenciler grafiği belirli bir noktadan başlıyormuş gibi düşünmüşlerdir. Böylece doğru çizmek yerine ışın çizerek grafiği oluşturmuşlardır. Bu durum kısmen doğru olarak kabul edilmiş olup soruya bu şekilde yanıt veren öğrencilerin cevaplarından örnek bir cevap aşağıda sunulmuştur.




*Şekil 58.* 12. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap

Yukarıda verilen hatayı yapan öğrencilerden Ö2, Ö5 ve Ö7'nin soru ile ilgili yorumları şu şekildedir:

...

A: *Neden negatif değerleri hiç yazmadın?*

Ö2: *Negatif değerlere çözdüğüm sorularda pek denk gelmedim ben bu yüzden negatif değer vermek çok aklıma gelmedi.*

Ö5: *Hocam negatif değerleri almadım çünkü ortada bir artış var azalma yok.*

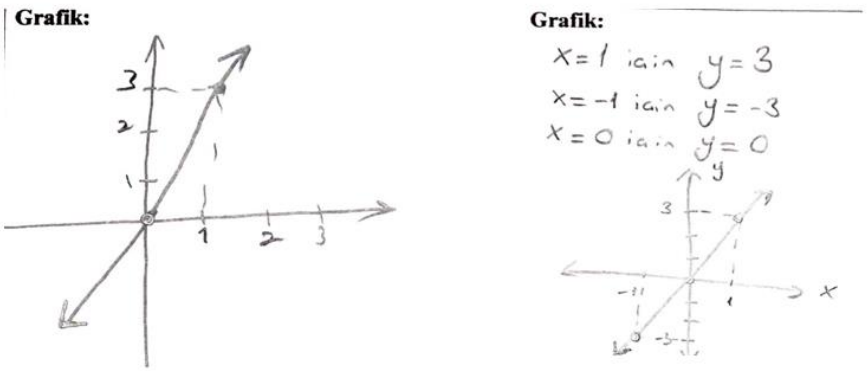
Ö6: *Negatif sayılarla işlem yapmak kafamı biraz karıştırıyor yanlış yapmaktan korktuğum için hep pozitif sayıları yazdım.*

Ö2'nin açıklamasında ifade ettiğine bakılırsa öğrenciler bir durumla ders içerisinde ya da çözdüğü sorularda ne kadar çok karşılaşırsa o kadar zihninde kalıcı oluyor. Önceki yıllardan da pozitif sayıları daha çok gördükleri için negatif sayılara çok fazla ihtiyaç duymamışlardır.

Ö5'in açıklamasında ifade ettiği aslında x'in katsayısının pozitif olmasının bir artış belirttiği ve bu yüzden negatif değerler alamayacağını düşünmesidir. Bu durumun 7. sınıfta sayı örüntülerinin kuralını bulurken ardışık iki sayı arasındaki farkın katsayı olması bilgisi verilirken bu farkın artış miktarı olarak ifade edilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Ö6'nın açıklamasında bakıldığında ise öğrencilerin genel olarak negatif sayılarla işlem yapmakta hata yapabileceklerini düşündükleri için tercih etmedikleri görülmektedir.

Yalnızca 6 öğrenci 12. soruda istenilen cevabı doğru olarak verebilmiştir. x'e negatif değer vererek ya da değer vermeden iki tarafı da sonsuza gidebilecek şekilde doğru grafiği oluşturan öğrencilerin örnek cevapları aşağıda sunulmuştur.




*Şekil 59.* 12. soruda doğru kabul edilen cevaplar

Soruya doğru yanıt veren öğrencilerden Ö1'in soru ile ilgili yorumu şu şekildedir:

...

Ö1: *Denklemde sabit terim olmadığı için orijinden geçtiğini zaten biliyordum bunun dışında bir nokta daha bulmam gerekiyordu x'e 1 değerini verdim ben de. Sonra bu iki noktayı birleştirdim çünkü iki noktadan bir doğru geçer.*

Doğru yanıt veren öğrencilerden biri de x'e 3 farklı değer vererek grafiği oluşturmuştur.

Grafik temsiline geçişte öğrencilerin en çok zorlandıkları durum grafiğin orijinden geçip geçmediği konusunda olmuştur. Cevaplar incelendiğinde öğrencilerin her grafiği orijinden geçirmeye meyilli oldukları görülmektedir. Öğrenciler grafik oluştururken x ve y eksenlerini birbirine karıştırmışlardır. Bu durum da koordinat sisteminde eksikliklerinin olduğunu göstermektedir. Öğrenciler grafik oluştururken yanlış grafik türü hatası yaparak sütun grafiği

çizmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin negatif değerler kullanımına çok yatkın olmadıkları görülmüştür.

### 4.3.4. Denklem-grafik-tablodan sözel açıklamaya geçiş becerilerine ait bulgular

Bu kısımda 6, 8 ve 10. soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar detaylı olarak sunulmuştur. Tablodan sözel açıklamaya (6. soru), grafikten sözel açıklamaya (8. soru) ve denklemden sözel açıklamaya (10. soru) yapılması istenilen geçişlere öğrencilerin verdikleri yanıtların frekansları ve yüzdeleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

*Sözel Açıklamaya Geçişleri İçeren Üç Maddenin Tanımlayıcı İstatistiklerine Ait Dağılım*

| | **Doğru** | | **Kısmen Doğru** | | **Yanlış veya Çözüm Yok** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **f** | **%** | **f** | **%** | **f** | **%** |
| S6 (T-S) | 31 | 36,9 | 26 | 31,0 | 27 | 32,1 |
| S8 (G-S) | 36 | 42,9 | 17 | 20,2 | 31 | 36,9 |
| S10 (D-S) | 27 | 32,1 | 0 | 0 | 57 | 67,9 |

Tablo 10'da görüldüğü gibi bu grupta öğrencilerin en çok zorlandığı temsil geçişi denklemden sözel açıklamaya olmuştur. Öğrencilerin yarısından fazlası bu soruya yanlış yanıt vermişlerdir. Tablo ve grafikten geçişte öğrenciler denkleme göre daha başarılı olmuşlardır.

Diğer temsil türlerinden sözel açıklamaya geçiş yapılması istenilen 6, 8, ve 10. sorulara ait detaylı incelemeler ve örnek öğrenci yanıtları aşağıda sunulmuştur.

**Tablo:**

6)

| Gün | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Soru sayısı | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |

Yukarıda bir öğrencinin çözdüğü soru sayısı ile gün arasındaki ilişkiyi gösteren tablo verilmiştir.

**Yan tarafta bu ilişkiyi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.**

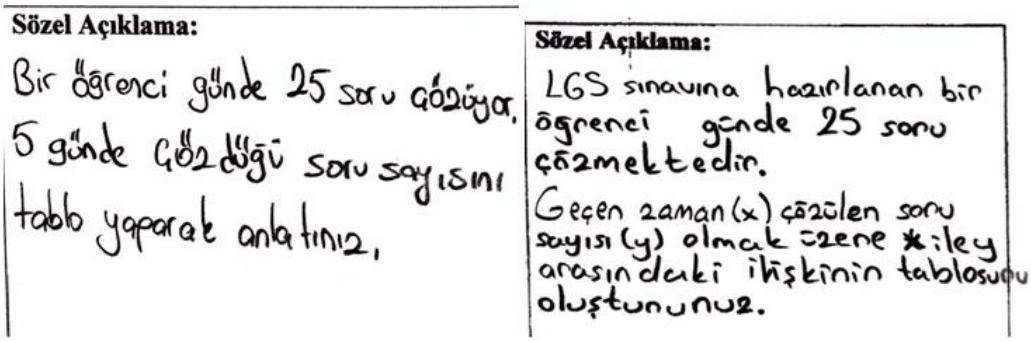
**Sözel Açıklama:**

*Şekil 60.* Tablodan Sözel Açıklamaya Geçiş Sorusu

Şekil 61'deki 6. soruda tablo verilerek bu tabloya uygun sözel açıklamanın yapılması istenilmiştir. Öğrencilerin %32,1'i soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri

yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 27 öğrencinin 6'sı hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

Yanlış cevap veren öğrencilerin en sık yaptıkları hatalar ile ilgili örnek bir cevap aşağıda sunulmuştur.



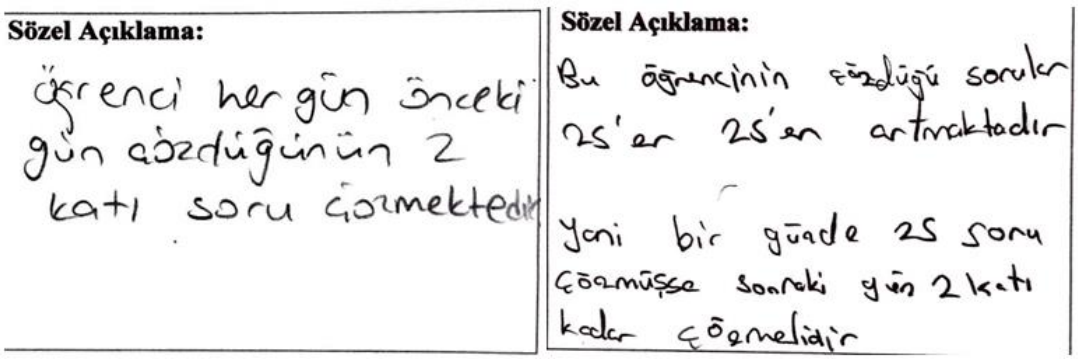

*Şekil 61.* 6. soruda yanlış kabul edilen örnek bir cevap

11 öğrenci şekildeki örnekte görüldüğü gibi günde 25 soru çözüldüğünü ifade etmişlerdir. Bu durumda her günün altında 25 sorunun yazması gerekmektedir. Yapılan görüşmelerde ise öğrencilerin aslında tabloda verilen soru sayısını toplam soru sayısı olarak ifade ettiklerini düşünerek yazdıkları ortaya çıkmıştır. Fakat yazdıkları açıklamada toplam soru sayısı şeklinde bir ifade kullanmamışlardır. Ö8'in bu soru hakkındaki yorumu şu şekildedir:

...

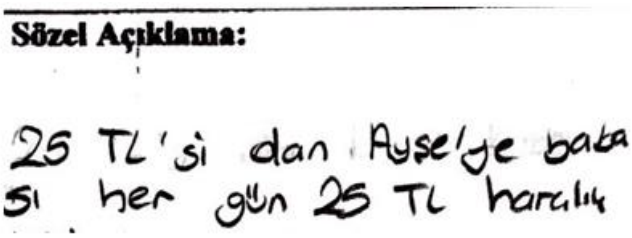
Ö8: *Hocam günlük 25 soru çözüyor dedim çünkü her gün soru sayısı 25 25 artmış yani 5 gün boyunca her gün toplam çözdüğü soru sayısını yazmış tabloda.*

Yanlış yanıt veren öğrencilerin bir kısmı ise verilen tabloda soru sayısının ikinci günde 50, birinci günde 25 olması nedeniyle ikinci gün birinci günün 2 katı kadar soru çözdüğünü düşünmüşlerdir. Diğer değerleri bu durumda dikkate almadıkları görülmektedir.




*Şekil 62.* 6. soruda yanlış kabul edilen örnek bir cevap

Yanlış kabul edilen cevaplarda bir diğer hata ise tabloda gün ve soru sayısı şeklinde bir tablo verilmesine rağmen öğrenciler açıklamalarda ‘gün ve para’ ya da ‘gün ve kitap sayfa sayısı’ ifadelerini kullanmışlardır. Öğrencilerden Ö4 de bu soruda para ifadesini kullanmayı tercih etmiştir. Aşağıda bu soruya Ö4’ün verdiği cevap sunulmaktadır.




*Şekil 63.* 6. soruya Ö4’ün cevabı

Ö4’ün soruyla ilgili yorumu şu şekildedir:

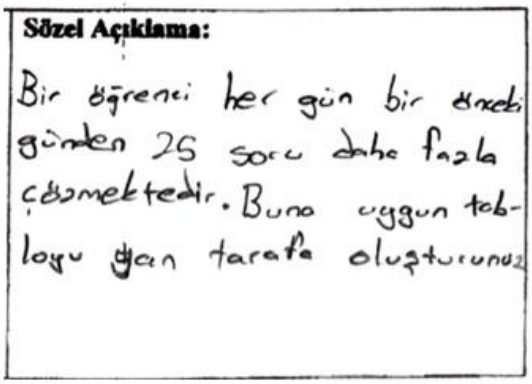
...

A: *Tabloda öğrencinin çözdüğü soru sayısı verilmişti sen neden para olarak düşündün?*

Ö4: *Soruda kendi cümlelerinizle açıklayınız yazdığı için farklı bir problem oluşturmam gerektiğini düşündüm. O yüzden tabloda verilen sayıları para olarak yazdım.*

Ö4’ün soruyla ilgili yorumuna baktığımızda soruda geçen ‘kendi cümlelerinizle’ ifadesinin öğrenciler için farklı durumlarda da kullanılabilir olacağının düşünüldüğünü göstermektedir.

Öğrenciler tabloyu anlayarak uygun bir şekilde ifade etmeye çalışmışlardır. Fakat başlangıçta çözülen soru sayısını açıklamalarında ifade etmeyen öğrencilerin verdikleri cevaplarda bir belirsizlik ortaya çıkmıştır. Bu durum kısmen doğru olarak kabul edilmiş olup aşağıda bu duruma uygun örnek bir cevap sunulmuştur.




*Şekil 64.* 6. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap

Yukarıda verilen örnek cevaba bakıldığında soruların her gün 25 artıyor olması doğru bir ifade olmuştur fakat açıklama içerisinde ilk gün kaç soru çözdüğü hakkında net bir bilgi bulunmamaktadır. Bu soru hakkında Ö3'ün yorumu şu şekildedir:

...

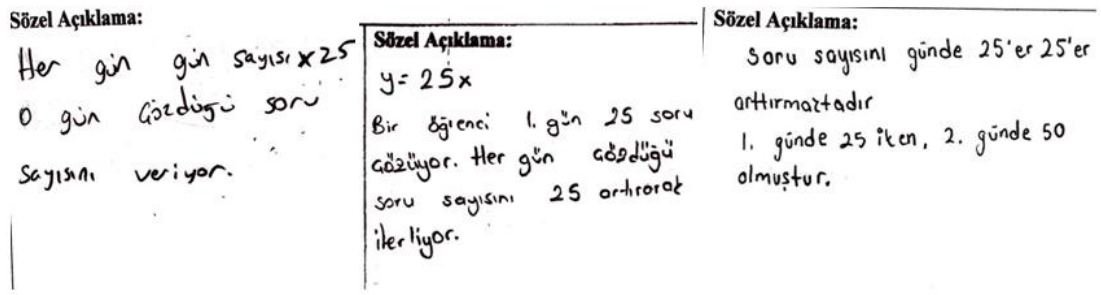
Ö3: *Mesela bir öğrenci 25 soruyla soru çözmeye başlamış ve her gün soru sayısını 25 arttırmış. İkinci gün 50, üçüncü gün 75 şeklinde gitmiş. O yüzden bir önceki günden 25 daha fazla çözdüğünü yazdım.*

A: *Peki neden ilk gün 25 soru çözdüğünü yazmadın?*

Ö3*: Hocam zaten 25'er arttığı için onu belirtmeme gerek olmadığını düşündüm.*

Ö3'ün açıklamasına baktığımızda aslında ilk gün 25 soru çözdüğünü görüşme anında açıklamış fakat o bilginin kendi yazdığı ifade de zaten bulunduğunu düşündüğü görülmüştür. Bu hatayı yapan öğrencilerin bir kısmı da önce tablodan denklem kurup daha sonra denklemi sözel olarak açıklamaya çalışmışlardır. Bu nedenle de başlangıçta çözülen soru sayısının özellikle ifade edilmesi gerektiğini düşünememişlerdir.

Doğru yanıt veren öğrenciler çoğu çözülen soru sayısının 25'er arttığını ifade eden cümleler kurmuşlardır. Yalnızca 4 öğrenci ise çözülen soru sayısının gün sayısının 25 katı olacak şekilde bir bağlantı kurarak soruyu ifade etmiştir. Aşağıda bu soruya verilen cevaplardan doğru kabul edilen örnek cevaplar sunulmuştur.



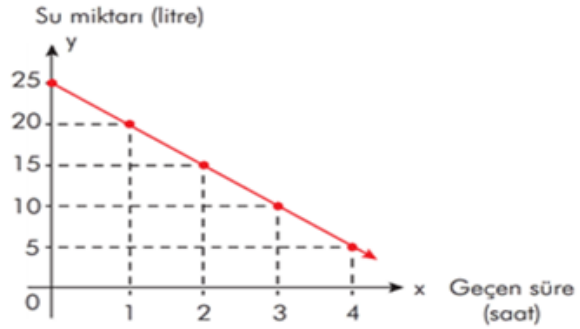

*Şekil 65.* 6. soruda doğru kabul edilen örnek bir cevap

Doğru kabul edilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin tabloyu doğru bir şekilde yorumladıkları fakat çoğunun beklenen düzeyde günlük yaşam problemi şeklinde kuramadıkları görülmüştür.

Yapılan görüşmelerde ise öğrencilerin sözlü olarak kendilerini daha net ve açık bir şekilde ifade edebildikleri görülmüştür.

**Grafik:**

8)




Yukarıda su miktarının geçen süreye göre ilişkisini gösteren grafik verilmiştir.

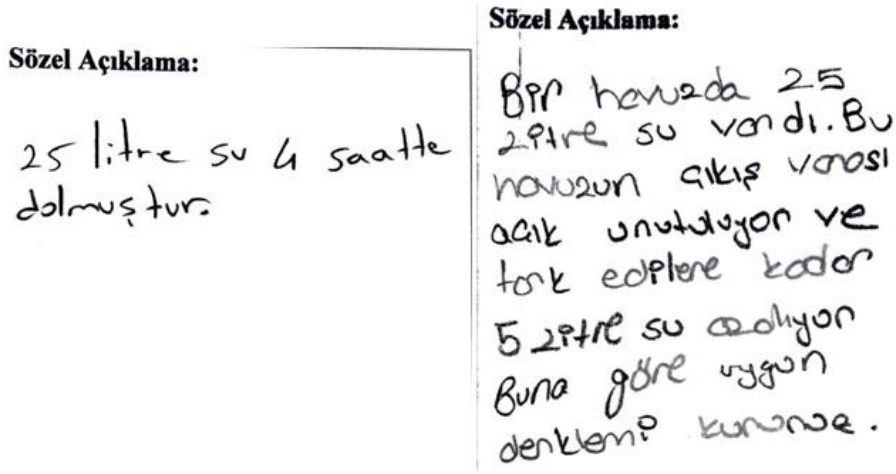
**Yan tarafta bu grafiği kendi cümlelerinizle açıklayınız.**

**Sözel Açıklama:**

*Şekil 66.* Grafikten Sözel Açıklamaya Geçiş Sorusu

Şekil 67'de verilen 8. soruda öğrencilerden verilen grafikten sözel açıklama oluşturması istenilmiştir. Öğrencilerin %36'sı soruya doğru yanıt verememiştir. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 32 öğrencinin 20'si hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

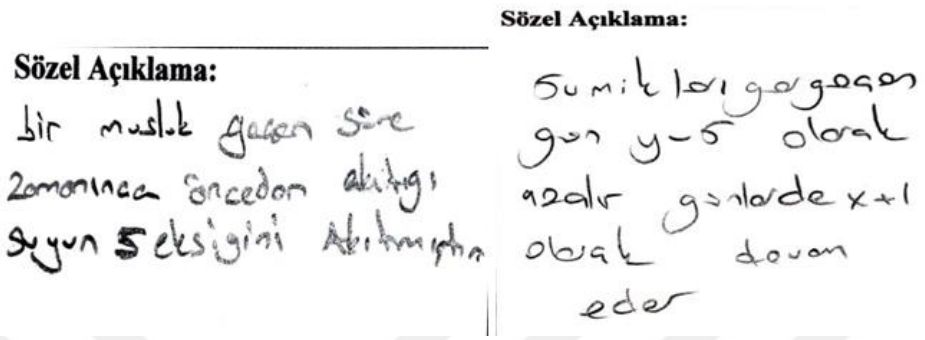
Yanlış cevap veren öğrenciler soruda verilen sayıları kullanmış fakat anlamlı bir cümle oluşturamamışlardır. Aşağıda yanlış olarak kabul edilen cevaplarla ilgili örnekler verilmiştir.




*Şekil 67.* 8. soruda yanlış kabul edilen cevaplar

Yukarda verilen yanıtların birincisinde öğrenciler grafik üzerindeki sayıları kullanarak grafiği ifade etmeye çalışmışlardır. Diğer yanıtta ise aslında öğrenci ifade etmeye çalışmış fakat saatte azalan su miktarını toplam azalan su miktarı şeklinde ifade etmiştir.

Aşağıda öğrencilerin 8. soruda yanlış verdikleri yanıtlardan örnekler sunulmuştur.




*Şekil 68.* 8. soruda yanlış kabul edilen cevaplar

Yukarıda verilen cevaplardan birincisinde öğrenci suyun azalma miktarını doğru bir şekilde ifade edememiştir. Öğrenciler genel olarak bu artış ya da azalma durumlarını ifade ederken hep bir önceki duruma göre kıyas yapmaya meyilli oldukları görülmüştür. Ö9'un bu durumla ilgili yorumu şu şekildedir:

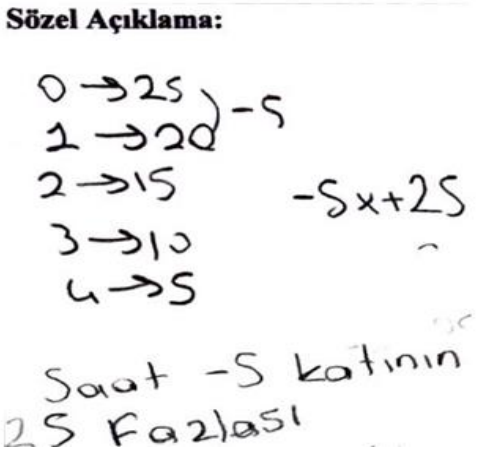
...

Ö9: *Grafikte su hep 5'er 5'er azalmış, yani ilk gün 5 litre gittiyse ikinci gün toplam 10 litre gitmiş olur.*

Ö9'un açıklamasında görüldüğü gibi öğrenciler genellikle toplam miktarı dikkate almaktadırlar. Benzer şekilde aynı hatayı 10. soruda Ö1 yapmıştır. Öğrenciler bu tür durumlarda toplamı baz alarak düşündükleri gözlenmiştir. Bu hatanın nedeninin sayı örüntülerinde genel terimi bulma konusunda yaptıkları işlemden kaynaklı olduğu düşünülebilir.

Yukarıda verilen yanıtların ikincisinde görüldüğü gibi bazı öğrencilerin sözel açıklamayı cebirsel ifade kullanarak açıklamaya çalıştıkları görülmektedir.

Ö5, 8. soruda sözel açıklamadan önce denklem kurmuş ve daha sonra denklemin sözel açıklamasını yapmıştır. Aşağıda Ö5'in cevabı verilmiştir.



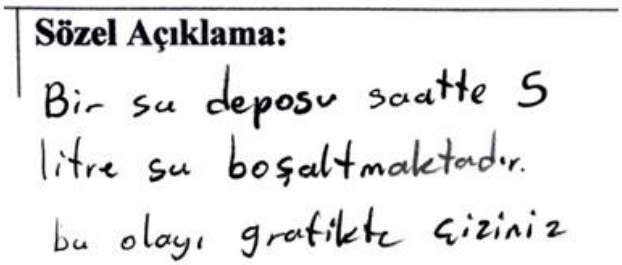

*Şekil 69.* Ö5'in 8.soruya cevabı

Ö5 ile yapılan görüşmede soruda yaptığı hatayı fark ettiğini şu şekilde ifade etmiştir:

...

Ö5: *Grafikten kafam karıştığı için denklem kurdum ve denklemde yapılan işlemi açıkladım. Şimdi bakınca sorunun daha farklı olduğunu fark ettim, aslında çok da zor değilmiş.*

Öğrencilerin bir kısmı su miktarının saatte 5 lt azalmasını ifade etmiş fakat başlangıçtaki su miktarını dikkate almamıştır. Bu durum kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevap verilmiştir.




*Şekil 70.* 8. soruda kısmen doğru kabul edilen örnek bir cevap

...

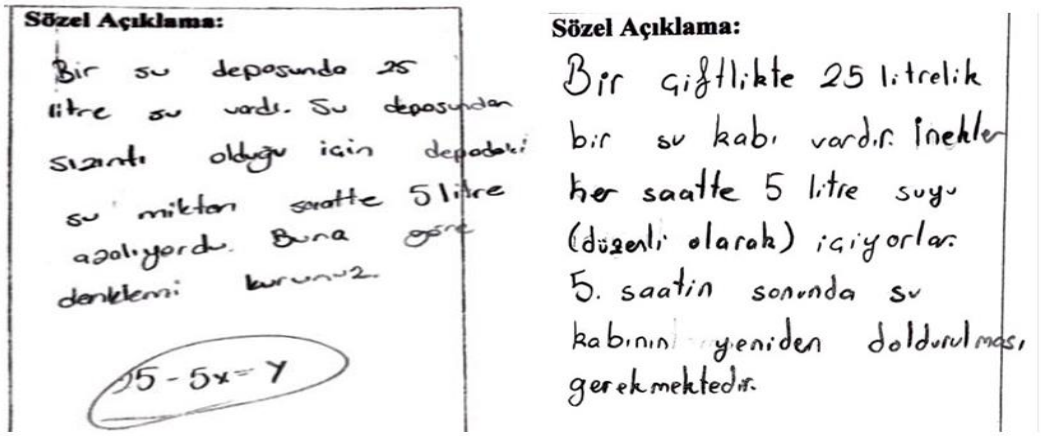
A: *Başlangıçtaki su miktarını neden yazmadın?*

Ö6: *Onun önemli olduğunu düşünmedim çünkü bu grafikte önemli olan saatte 5 litre azalmasıydı.*

Ö6'nın cevabına baktığımızda aslında öğrenciler verilen grafiklerde başlangıç değerinin yeterince önemli olduğunu düşünmemektedirler. Önceki grafik oluşturma sorularına

baktığımızda da buna dikkat etmedikleri görülmektedir. Ayrıca öğrenciler için artan grafikler daha tanıdıktır, bu nedenle de azalan bir grafiği ifade etmekte zorlanmışlardır.

Öğrencilerin doğru kabul edilen cevapları incelendiğinde 6. soruyla (tablodan sözel açıklamaya geçiş sorusu) kıyaslandığında öğrencilerin bu soruda kendilerini daha açık ifade edebildikleri görülmüştür. Günlük yaşam problemleri şeklinde istenilen cevaba uygun örnekler öğrenciler tarafından açık ve net bir şekilde ifade edilmiştir. Aşağıda doğru kabul edilen cevaplarla ilgili uygun örnek cevaplar verilmiştir.




*Şekil 71.* 8. soruda doğru kabul edilen örnek cevaplar

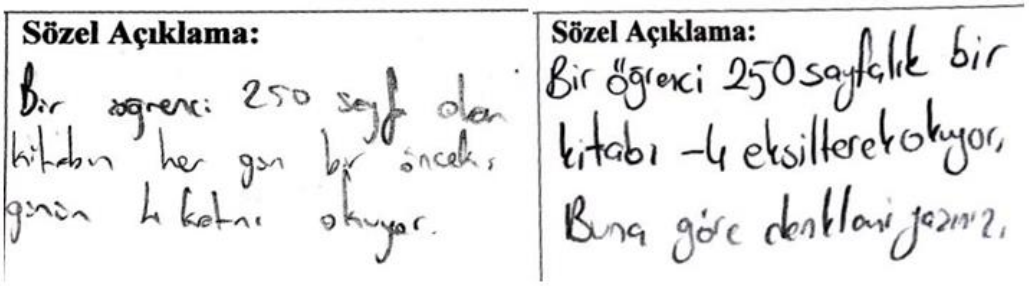
Yukarıda verilen örnek cevaplarda da görüldüğü gibi öğrenciler bu soruyu daha günlük yaşam problemi şeklinde açıklayabilmişlerdir. Bunun nedeni grafiğin daha anlaşılır olması olabilir. Öğrenciler daha iyi anladıkları bu soruyu açıklarken daha uygun cümleler kullanabilmişlerdir.

| **Denklem:** | **Sözel Açıklama:** |
|---|---|
| 10) y= 250-4x<br><br>Yukarıdaki denklem bir öğrencinin okuduğu kitabın sayfa sayısını göstermektedir. x değişkeni geçen zamanı y değişkeni ise kalan sayfa sayısını göstermektedir.<br><br>**Yan tarafta bu denklemi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.** | |

*Şekil 72.* Denklemden Sözel Açıklamaya Geçiş Sorusu

Şekil 73'teki 10. soruda verilen denklemin sözel açıklaması istenilmiştir. Öğrencilerin %67,9'u soruya doğru yanıt verememiştir. Sözel açıklamaya geçişte öğrenciler tarafından en çok zorlanılan temsil geçişi denklemden sözel açıklamaya olmuştur. Bu soruya verdikleri yanıtlar yanlış veya çözüm yok olarak değerlendirilen 57 öğrencinin 18'i hiçbir şekilde çözüm yapmayıp soruyu boş bırakmıştır.

Yanlış kabul edilen cevaplar ile ilgili örnekler aşağıda sunulmuştur.




*Şekil 73.* 10.soruda yanlış kabul edilen cevaplar

Yukarıda verilen cevaplarda görüldüğü gibi öğrencilerin en sık yaptıkları hata x'in katsayısı olan 4'ü doğru ifade edememek olmuştur. Öğrencilerin bir kısmı katsayı olan 4'ü bir önceki günün katı gibi düşünmüştür. Ö7'nin bu yanıtla ilgili yorumu şu şekildedir:

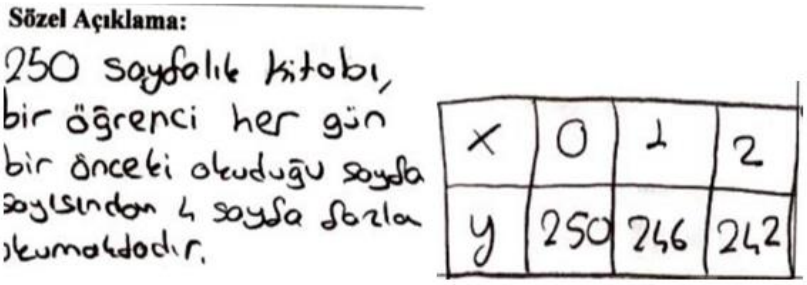
...

*Ö7: x'in katsayısı 4 olduğu için her günün 4 katı sayfa kitap okuyor demek istedim.*

Ö7 görüşmede yazılı verdiği cevaptan farklı bir şekilde açıklamış fakat yine yanlış bir yanıt vermiştir. Katsayı konusunda belirsizlik yaşadığı görülmektedir.

Ayrıca -4x ifadesinde sayfa sayısının 4 eksildiğini gösterirken bunu -4 eksiliyor şeklinde yazan öğrenciler olmuştur.

Öğrencilerden Ö1 soru için uygun tablo oluşturmuş fakat tablo üzerinden yorumlarken hata yapmıştır. Aşağıda Ö1'in soruya verdiği cevabı sunulmuştur.



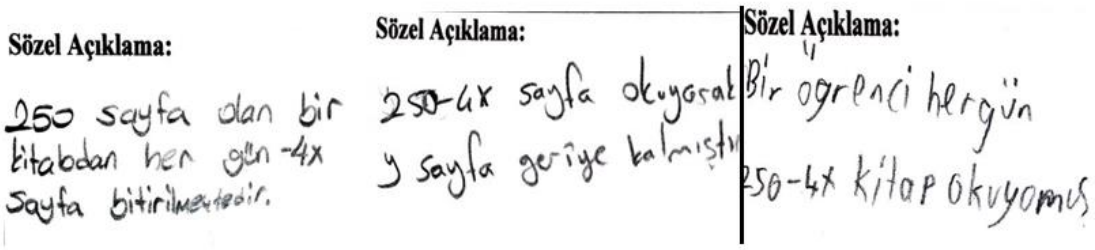

*Şekil 74.* Ö1'in 10. Soruya cevabı

Ö1 görüşme anında soruyu yanlış ifade ettiğini fark edip düzeltmiştir. Ö1'in soru ile ilgili yorumu şu şekildedir:

...

Ö1: *Bu soruda tablo oluşturunca kafam biraz karışmıştı. Günlük toplam okumayı düşünerek öyle yazdım sanırım. Ama yanlış ifade ettim gibi. Azalma sorularını grafik oluşturarak daha doğru yapabiliyorum keşke grafikle yapsaydım*

Bazı öğrenciler verilen denklemin sözel açıklamasını yaparken içindeki cebirsel ifadeleri kullanarak ifade etmeye çalışmışlardır. Aşağıda bu duruma uygun örnek cevaplar sunulmuştur.

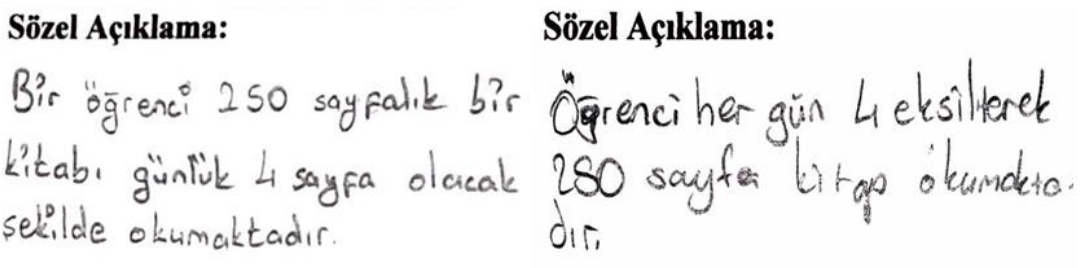



*Şekil 75.* 10.soruda yanlış kabul edilen cevaplar

Şekilde görüldüğü gibi en sık yapılan bir diğer hata da sözel açıklamayı cebirsel ifade kullanarak açıklamaya çalışılması olmuştur. Öğrenciler aynı hatayı 8. soruda da yapmışlardır.

Bu soruda verilen denklemlerin değerleri önemli olduğu için sayıların eksik ifade edilmesini kısmen doğru kabul edilmeyip yanlış olarak alınmıştır. Örneğin; '250' sayısını dikkate almayıp sadece *günlük 4 sayfa kitap okuyor* şeklinde yazan öğrencilerin cevapları yanlış kabul edilmiştir.

Cevapları doğru kabul edilen öğrencilerin verilen denklemin açıklamasını uygun bir şekilde ifade edebilmişlerdir. Aşağıda *doğru* kabul edilen örnek cevaplar sunulmuştur.




*Şekil 76.* 10.soruda doğru kabul edilen cevaplar

Tablo ve grafik temsili sorularında (6. ve 8. soru) öğrenciler verilen ifadeleri anlamış fakat yeterince ifade edememişlerdi. Denklem temsiline verilen cevaplar incelendiğinde ise öğrencilerin verilen denklemi de yeterince anlamadıkları için açıklayamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin denklemi sözel olarak açıklama becerileri diğer temsillere göre daha düşük düzeydedir.

Sözel açıklama temsiline geçişte öğrencilerin en sık yaptıkları hata verileri doğru ifade etmelerine rağmen yeterli düzeyde açık ve net ifade edememeleri olmuştur. Çoğunlukla verileri yorumlarken günlük yaşam problemleri şeklinde ifade etmemişlerdir. Öğrenciler sözel açıklayamaya geçişte farklı temsil kullandıklarında çoğunlukla diğer temsillere göre çok başarılı olamamışlardır.

# BÖLÜM V

# Tartışma, Sonuç ve Öneriler

## 5.1. Tartışma ve Sonuç

Ülkemizde 2004 yılında pilot çalışma olarak yürütülen 2005 yılından itibaren ise tüm ülke genelinde uygulamaya konulan yapılandırmacı eğitim yaklaşımına dayalı öğretim programları ile matematik eğitiminde çoklu temsillerin kullanımı ve bu temsiller arasındaki geçişin önemi vurgulanmaya başlamıştır. Öğrencilerin temsil kullanımları ve temsiller arası geçiş becerileri cebir öğrenme alanındaki performanslarının göstergesi olarak kabul edilmiştir (MEB, 2018). Yapılan bu çalışmada, sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel kavramların farklı temsilleri (grafik, tablo, denklem ve sözel açıklama) arasında geçiş yapabilme becerileri araştırılmıştır. Temsiller arası geçiş performansları ve bu süreçte yaşanan ortak sorunların belirlenmesi araştırmanın odak noktasını oluşturmaktadır.

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel kavramlarda dört farklı temsili çevirme becerilerinin genel olarak düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer sonuçlar çoklu temsil ile ilgili önceden yapılmış çalışmalarla tutarlılık göstermektedir (Gök & Cansız-Aktaş, 2019; Gürbüz & Şahin, 2015; Mercan, 2020; Sert, 2007). Öğrencilerin çoklu temsil kullanım düzeylerinin düşük olmasının nedeni cebir öğretiminde temsil kullanımının sınırlı olmasından kaynaklıyor olabilir. Nitekim Sert, (2007) öğrencilerin temsiller arasındaki geçişteki başarısızlıklarının nedeninin öğrencilerin farklı temsilleri birbirleriyle ilişkilendirme deneyimine sahip olmamalarından kaynaklanıyor olabileceğini belirtmektedir. Gerçekten de cebir derslerinin işlenişinde ağırlığın cebirsel işlemler üzerine kurulup farklı temsil kullanımlarına yeterli düzeyde yer verilmemesi ve ders kitaplarında kullanılan temsillerin oranlarının farklı oluşu öğrencilerin temsiller arası geçişlerde sorunlar yaşamasına neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda ulaşılan sonuçlar bu düşünceyi destekler niteliktedir. Eroğlu ve Tanışlı (2015), meslekte uzun yıllar geçiren öğretmenlerin soru çözmede cebirsel

temsil kullanımına ağırlık vermediklerini, yine çoğu öğretmenin probleme uygun temsilleri doğru bir şekilde kullanamadıklarını belirtmektedirler. Öğretmenlerin temsil kullanımında alan bilgisi eksikliklerinin olması da öğrencilerin temsil geçişlerinde sorunlar yaşamasının nedenlerinden olabilmektedir. Benzer sorunların öğretmen adaylarında da yaşandığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının temsiller arası geçişlerde yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir (Çelik & Sağlam-Arslan, 2012; Delice & Sevimli, 2010; İpek & Okumuş, 2012). Dolayısıyla öğretmen adayları göreve başladıklarında da bu sorunları öğretim sürecinde öğrencilerine yansıtabilecekleri ve öğrencilerin de bu durumdan olumsuz bir şekilde etkilenecekleri söylenebilir. Öğretim sürecinin bir parçası olan ders kitaplarının da yaşanan bu sorunun bir parçası olduğu düşünülebilir. Öyle ki İncikabı da (2017) ortaokul matematik ders kitaplarında cebirsel, sözel ve model temsillere daha çok yer verilmiş olup tablo, grafik ve günlük yaşam problemlerinin daha az olduğunu belirtmektedir. Haliyle bu durum öğrencilerin temsil yeterlikleri ve temsiller arası geçişteki becerilerini etkileyebilecek bir neden olarak görülebilir.

Öğrencilerin cebir dersinde temsil kullanma ve temsiller arasında geçişlerindeki düşük başarı düzeyi sergilemelerinin bir nedeninin de Liselere Giriş Sınavı'ndaki soruların formatı ile ilişkili olduğu söylenebilir. Gürbüz ve Şahin'in (2015) 8. sınıf öğrencilerinin ikinci dönem sonunda girecekleri merkezi sınav sorularının çoktan seçmeli olmasının çoklu temsil kullanımına olumsuz bir etkisinin olduğunu ifade etmeleri bu düşünceyi destekler niteliktedir. Öğrencilerin sınav odaklı düşünmeleri, soruyu anlamaya yönelmek yerine daha çok cevabı bulmaya yönelik işlemler yapmaya daha meyilli olmaları nedeniyle, temsiller arası geçiş kullanımı yalnızca öğrenciyi cevaba götürdüğü zaman önemli görülmektedir. Öğrencinin sınavda işine yaramayacağı düşüncesi, konuya olan ilgilerinin azalmasını da beraberinde getirmektedir.

Elde edilen bulgulardan öğrencilerin diğer temsil türlerinden (sözel açıklama-tablo-grafik) denkleme geçişte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır (De Bock vd., 2015; Gök & Cansız-Aktaş, 2019; Mercan, 2020; Sert, 2007). Karataş ve Güven (2003) sekizinci sınıf öğrencilerinin denklem kurmada zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Çelik ve Güneş'te (2013) 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin harfli sembolleri kullanmada ve yorumlamada zorluklar yaşadıklarını belirtmektedirler. Ayrıca Bağdat ve Anapa-Saban'da (2014) öğrencilerin değişken kavramını yorumlamada zorluklar yaşadıklarını ve sembolleri anlayamadıklarını ifade etmişlerdir. Gök ve Cansız-Aktaş (2019), öğrencilerin cebirsel temsil geçişinde zorlanmalarının nedenini, aritmetik işlemlerin daha kolay olmasından dolayı öğrencilerin harflerle uğraşmak

istememelerine ve harfleri sevmemelerine bağlamaktadırlar. Baş vd. (2011) öğrencilerin cebirsel düşünmeden ziyade aritmetiksel düşünme eğilimlerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Denkleme geçiş yapılması istenilen sorular içerisinde öğrencilerin en kolay yaptığı temsil geçişi, sözel açıklamadan denkleme geçiş olmuştur. Bu sonuç Mercan'ın (2020) çalışmasıyla paralellik gösterirken, Sert'in (2007) çalışmasının ve Özarslan (2010) 7. sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmasının bulguları ile çelişmektedir. Sert (2007), çalışmasında en problemli temsil geçişinin sözlü ifadeden denkleme olan geçiş olduğunu ifade etmiştir. Bunun nedeni sorunun zorluk düzeyi ya da öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinden kaynaklanıyor olabilir. Bal (2015) ise yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının da sözel açıklamadan denkleme geçişte başarılı olduklarını belirtmektedir.

Sözel açıklamadan denkleme geçişte öğrenciler artış miktarını katsayı olarak düşünmelerine rağmen bağımlı ve bağımsız değişkenleri ilişkilendirmede zorluklar yaşamışlardır. Bu durum öğrencilerin değişkenleri anlamlandıramadıklarına işaret etmektedir. Ayrıca öğrenciler soruda verilen artışı çarpma işlemi ile ilişkilendirdikleri için bağımlı ve bağımsız değişkenin birbiri ile çarpılması gerektiği şeklinde yorum yapmışlardır. Özarslan (2010), öğrencilerin değişken kavramını yeterince anlayamadıklarını, kat sayı ile değişken arasındaki bağlantıyı kurmada zorlandıklarını belirtmektedir. Dikkat çeken bir diğer nokta ise bazı öğrencilerin sözel açıklaması verilen durumu daha iyi anlayabilmek için grafik ve tablo temsillerinden faydalanarak denkleme geçiş yapmaları olmuştur. Lesh vd.'e (1987) göre temsiller arası geçiş yalnızca iki temsil arasında olmak zorunda değildir. İhtiyaç duyulduğunda temsiller arası geçişte istenilen temsile ulaşmak için farklı temsillerden yararlanılabilir (Lesh vd., 1987). Yapılan görüşmelerde de öğrenciler sözel olarak ifade edilen bir durumu tablo ya da grafikte daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir.

Bulgularda tablodan denkleme geçişteki doğru yanıt oranının sözel açıklamadan denkleme geçişteki doğru yanıt oranına yakın olduğu görülmektedir. İlgili çalışmalar incelendiğinde ise öğrencilerin ve öğretmen adaylarının tablodan diğer temsillere geçişte daha başarılı oldukları görülmektedir (Bal, 2015; Mercan, 2020). Tablodan denkleme geçişte öğrencilerin en sık yaptıkları hatalardan birisi, tabloda değişkenlerin karşısına denk gelen sayılardaki artış miktarlarını o değişkenin katsayısı olarak almaları olmuştur. Bu süreçte karşılaşılan bir diğer hata ise tabloda verilen ilk y değerini denklemin sabit terimi kabul etmeleridir. Bu durum öğrencilerin belirli bir kuralı ezberlemelerinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü öğrencilerin sıklıkla karşılaştıkları soru tarzlarında ilk değer $x=0$ olduğundan y değeri sabit terim olmaktadır. Dolayısıyla bu bilgiyi aşırı genelleyen, değişkenler arasındaki ilişkiyi kavrayamayan bu öğrenciler verilen ilk y değerini sabit terim olarak kabul etmiş olabilirler.

Diğer temsil türlerinden denkleme geçişte en çok zorlanılan temsil geçişi ise grafikten denkleme geçiş olmuştur (De Bock vd., 2015; Gök & Cansız-Aktaş, 2019, Mercan, 2020). Delice ve Sevimli'nin (2010) öğretmen adaylarının da en çok zorlandıkları temsil geçişi grafikten denkleme geçiş olmuştur. Benzer şekilde Galbraith ve Haines (2000), mühendislik ve matematik öğrencilerinin de grafik ile denklem arasındaki bağlantıyı kurmada zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Denkleme geçiş sürecinde en sık yapılan hata, öğrencilerin denklem yerine cebirsel ifade oluşturmaları olmuştur. Denklemin 7. sınıf ders kitabındaki tanımına baktığımızda "*İçerisinde bilinmeyen bulunan eşitliklere denklem denir."* eşitlik bulunması şartı olduğunu görmekteyiz (Keskin-Oğan & Öztürk, 2021, s.126). 6. sınıf matematik ders kitabında cebirsel ifadenin tanımına baktığımızda ise "*En az bir değişken ve işlem içeren ifadelere cebirsel ifadeler denir*" bir eşitliğin gerekmediğini görürüz (Çağlayan vd., 2021, s.131). Denkleme geçiş sorularında öğrencilerden uygun denklemi oluşturmaları istenmişti, fakat bazı öğrenciler yalnızca bir cebirsel ifade yazarak eşitliği göz ardı etmişlerdir. Bunun nedeninin denklem ve cebirsel ifade kavramlarına arasındaki farkın ayırt edilememesinin olduğu söylenebilir. Yalvaç (2019) öğrencilerin cebirsel ifade ile denklemi karıştırdıklarını belirtmektedir. Özarslan (2010) ise 7. sınıf öğrencilerinin denklemdeki eşitliğin anlamı ve kullanımı hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmektedir. Öğrenciler denklemi oluştururken yalnızca içerisinde bir değişken bulunan ifadenin bulunmasını yeterli olarak görmüş olabilirler. Öğrencilerin cebirsel ifade, denklem ve özdeşlik kavramlarından kaynaklı hatalarının sebebi öğretmenlerin bu kavramların anlamları üzerinde yeterince durmamalarından kaynaklanmış olabilmektedir.

Öğrencilerin denklem oluştururken yaptıkları bir diğer hata ise bağımlı ve bağımsız değişkenleri birbirine yerine yazmaları olmuştur. Özellikle tablodan denkleme geçişte bu hatayı yapan çok sayıda öğrenci bulunmaktadır. Bu durum öğrenciler için bağımlı ve bağımsız değişken kavramlarının yeterince anlaşılmadığını göstermektedir. Aynı şekilde Sert'de (2007) öğrencilerin bilinmeyenleri birbirinin yerine kullandıklarını ve değişkenler arasındaki ilişkileri anlama düzeylerinin düşük olduğunu ifade etmiştir.

8. sınıf öğrencilerinin cebirde temsiller arası geçiş becerilerine yönelik elde edilen bulgulardan ulaşılan bir diğer sonuç ise verilen bir temsil türünden tabloya geçişte daha başarılı olmalarıdır (Akkuş & Çakıroğlu, 2006; Gök & Cansız-Aktaş, 2019; Gürbüz & Şahin 2015; Sert, 2007). Öğrencilerin tabloya geçiş sorularında diğer temsil geçişlerine göre daha başarılı olmalarının nedeni, önceki yıllarda tablo oluşturma ile karşılaşmış olmalarından kaynaklı olabilir. Gürbüz ve Şahin'e (2015) göre öğrencilerin tablo oluşturmada başarılı olmalarının nedeni Fen ve Teknoloji, Sosyal Bilgiler gibi derslerde de tabloya aşina olmalarıdır. İlkokul

matematik derslerinde verilerin tablo şeklinde gösterimi, 7. sınıf matematik kazanımlarından "*Sayı örüntülerinin kuralını harfle ifade eder, kuralı harfle ifade edilen örüntünün istenilen terimini bulur."* kazanımı işlenirken tablo oluşturma ve örüntünün kuralının cebirsel ifade olarak yazılması bu temsil geçişindeki daha başarılı olmanın sebeplerinden biri olarak düşünülebilir. Yapılan görüşmelerde de bazı öğrencilerin "*7. sınıfta örüntü kuralını bulurken tablo oluşturduğum için tabloyu daha iyi anlıyorum"* açıklamaları bu durumu destekler niteliktedir.

Tablonun verileri görsel olarak da daha açık ve net bir şekilde sunması öğrenciler tarafından daha tercih edilebilir bir temsil çeşidi olduğunu göstermektedir. Farklı temsil geçişlerinde de (grafik, sözel açıklama, denklem) öğrencilerin istenilen temsil geçişini yapmadan önce tablo oluşturmaları bu düşünceyi desteklemektedir. Akkan ve Çakıroğlu (2012) 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin problem çözerken tablo kullandıklarını belirtmektedirler. Swafford ve Langrall'da (2000) öğrencilerin tabloları diğer temsillere göre daha anlaşılır oldukları için tercih ettiklerini belirtmektedirler. Özellikle tablolar grafik oluşturmada araç olarak kullanılmaktadır. Bu durum Sert'e (2007) göre, öğrencilerin tabloların grafik çizmeden önce hazırlanması gerektiğine dair bir inançlarının olmasından kaynaklanmaktadır. Gök ve Cansız-Aktaş'a (2019) göre öğrencilerin tabloyu tercih etmeleri diğer temsillere göre ilk olarak tablo temsilini öğrenmelerinden kaynaklanmaktadır ve verileri sıkça tablolaştırmak öğrencilerde tablo oluşturma eğilimi ortaya çıkarmaktadır.

Tabloya geçiş soruları içerisinde öğrencilerin en çok zorlandığı temsil geçişi denklemden tabloya geçiş olmuştur. Verilen denklemden tablo oluşturması istenen öğrencilerin bu süreçte en sık yaptıkları hatalardan birisi değişkenleri birbirinin yerine yazmak olmuştur. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı denklem kavramının ifade ettiği durumu yeterince anlamayarak yalnızca soru içinde verilen sayıların katlarıyla tablo oluşturmuşlardır. Bu durum öğrencilerin denklem kavramına yeterince hâkim olmadıklarını göstermektedir.

Denklemden tabloya geçişte bazı öğrencilerin cevaplarında görülen fakat cebirsel ifadeler konusunda genel olarak sıkça yapılan bir hata da bilinmeyenlerin katsayıları ile sabit terimin toplanılacağının düşünülmesidir. Öğrenciler cebirsel ifadeler konusunda benzer terimlerle işlem yapmayı öğrenirken bu hatayı sık sık yapmaktadırlar. Soru içerisinde verilen 2x+3 cebirsel ifadesinde 2x ile 3'ün toplamının 5x olduğunu düşünmektedirler. Dede vd. (2002) ve Yalvaç (2019) öğrencilerin benzer hatalar yaptıklarını belirtmektedirler. Yalvaç'a (2019) göre bu hata öğrencilerin cebirsel işlemlerdeki eksiklikleri yanında aritmetikte de eksikliklerinin olmasından kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin cebirsel işlemlerde zorlanma nedenleri aritmetikte temel sayı kavramını yeterince kavramamalarındandır (Gürbüz & Akkan,

2008). Öğrencilerin işlem bilgisinin yetersiz olmasının matematiksel olarak ifade etme becerilerinin yani matematiksel dili kullanma becerilerinin de yetersiz olmasına etkisi olacağı düşünülmektedir (Yalvaç, 2019).

Denklemden grafiğe geçişte olduğu gibi, tabloya geçişte de öğrenciler negatif değerleri kullanmaktan kaçınmışlardır. İkinci sınıf düzeyinde "*Aralarındaki fark sabit olan sayı örüntülerini tanır, örüntünün kuralını bulur ve eksik bırakılan ögeyi belirleyerek örüntüyü tamamlar*." kazanımında görüldüğü gibi öğrenciler sayı örüntüleriyle ikinci sınıfta tanışmaktadırlar (MEB, 2018, s.32). 7. sınıfta negatif sayıları kullanmaya başlayan öğrenciler sayı örüntülerini harfle ifade etmeye de bu seviyede başlar. Bu nedenle önceki yıllarda hep pozitif değerler ile tablo oluşturmuş olmaları öğrencilerin negatif değeri tercih etmemelerine neden olabilmektedir. Ayrıca bazı öğrenciler tabloda x değerini 1'den başlatmaya meyilli oldukları görülmüştür. Bu durum da yine örüntü oluştururken 1. adımdan başlıyor olmalarından kaynaklanmış olabilir.

Tabloya geçiş soruları içerisinde öğrencilerin en kolay yaptıkları temsil geçişi sözel açıklamadan tabloya geçişte olmuştur. Bu sonuç Sert'in (2007) çalışması ile paralellik gösterirken Mercan'ın (2020) çalışması ile çelişmektedir. Mercan (2020) öğrencilerin sözel temsilden transferde en çok tablo temsilinde zorlandıkları ifade etmektedir. Sözel açıklaması verilen ifadede öğrencilerden azalan bir tablo oluşturması istenilmesine rağmen öğrencilerin bir kısmı artan bir tablo oluşturmuştur. Bunun nedeni öğrencilerin çözdükleri soruların genellikle artış şeklinde olmasını genelleştirmeleri olabilmektedir. Öğrenciler tabloda değerlerin azalmasına yönelik sorulara çok aşina olmamaları bu durumun nedenlerinden biridir.

Grafikten tabloya geçişte öğrencilerin çok fazla zorlanmadıkları görülmektedir. Bu sonuç Sert'in (2007) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Grafikte verilen değerleri öğrenciler tabloya yerleştirirken azalan grafik olması nedeniyle grafik üzerindeki noktaları dikkate almamışlardır. Bazı öğrenciler x ve y değerlerini doğru üzerinde bulunan noktalar yerine küçükten büyüğe olacak şekilde yerleştirmişlerdir. Bu durum öğrencilerin azalan grafiğe yeterince aşina olmamalarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sorunun x değerini 2'şer artırılmış şeklinde verilmesi yine öğrencilerin gördüğü soru kalıplarına benzemediği için bu duruma dikkat etmedikleri görülmüştür.

8. sınıf öğrencilerinin cebirde temsiller arası geçiş becerilerine yönelik elde edilen bulgulardan ulaşılan sonuçlara göre en çok zorluk yaşadıkları temsil geçişi verilen bir temsil türünden (tablo-denklem-sözel açıklama) grafiğe geçişte olmuştur. Alanyazın incelendiğinde grafik oluşturmada öğrencilerin ve öğretmen adaylarının da zorlandıkları görülmüştür (Çelik & Sağlam-Arslan, 2012; Deniz, 2016; Gök & Cansız-Aktaş, 2019; Gürbüz & Şahin, 2015; Sert,

2007; Sezgin-Memnun, 2013). Sert (2007), öğrencilerin grafik temsilleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını, Mercan'da (2020), temsil geçişleri arasından en çok zorlanılan temsil geçişinin denklemden grafiğe olduğunu belirtmiştir. De Bock vd. (2015) göre öğrencilerin grafik oluşturmada zorluk yaşamalarının grafikler ve formüller arasında bağlantı kurarken somut değerlerinin olmamasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmektedirler.

Tablodan grafiğe geçişte bazı öğrencilerin grafik oluştururken x ve y eksenlerinin yerlerini yanlış yazdıkları, yatay ve dikey eksenleri birbirine karıştırdıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı da koordinat sisteminde dikey eksen sayılarını yazarken en üste küçük sayıyı yazarak, orijine doğru artan bir sırada sayıları konumlandırdıkları görülmüştür. Gök ve Cansız-Aktaş (2019) öğrencilerin grafik oluştururken koordinat sisteminde orijinden pozitif yönde uzaklaşmanın sayının arttığı bilgisini dikkate almadıklarını belirtmişlerdir. Aynı hata ile Gürbüz ve Şahin (2015) da karşılaşılmış olup, araştırmacılar, öğrencilerin koordinat sistemi oluşturmada zorluklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Karşılaşılan bu durum öğrencilerin sadece tablodan grafiğe geçişte değil koordinat sistemi konusunda da eksikliklerinin olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin koordinat sistemine benzer gösterimleri veri işleme öğrenme alanında çizgi grafiği ve sütun grafiği oluştururken kullanmış olmalarına rağmen, koordinat sisteminde hala bu tür hataları tekrarlamaları, diğer temsillerden grafik temsiline geçişte yaşanan bu yüksek hata oranının en önemli nedeni olarak düşünülebilir. Bu düşünceyi destekler nitelikte, öğrencilerin koordinat sistemi üzerinde doğru noktaları belirlemelerine rağmen, noktaları birleştirmeden süreci tamamlamış olmalarıdır. Yalvaç'ta (2019) öğrencilerin benzer hatayı yaptıklarını ifade etmektedir. Bu durumu öğrencilerin grafiği anlam olarak bilmediklerini, bu nedenle yalnızca koordinat düzlemi çizdiklerini ifade etmektedir.

Sözel açıklamadan grafiğe geçişte öğrencilerin zorlandıkları görülmektedir. Bu sonuç Sert (2007) ve Deniz (2016) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Deniz (2016), öğrencilerin sözel açıklamadan grafiğe geçişte tablodan yararlanmamalarından dolayı zorlandıklarını ifade etmektedir. Sözel açıklamada verilen başlangıç değerini bazı öğrenciler dikkate almamışlardır. Bazı öğrenciler ise bu değerin koordinat sistemi üzerinde nasıl kullanılması gerektiği hakkında sorunlar yaşamışlardır. Öğrencilerin bir kısmı da soruda belirtilen giriş ücretini ilk saatin değeri olarak düşünmüşlerdir. Öğrenciler geçmiş dönemdeki sütun grafiği bilgileri ile grafiği oluşturmaya çalışmışlardır. Her ne kadar soruda cebir terminolojisi içerisinde bağımlı ve bağımsız değişken ifadeleri kullanılmış olsa da öğrenciler bu kavramları dikkate almamışlar ve sadece veri olarak sunulan tablo değerlerini grafiğe nokta olarak aktarmışlardır. Bazı öğrenciler grafik oluştururken özellikle tablodan ve sözel

açıklamadan grafiğe geçiş yaparken uygun grafik türünü belirlemekte zorluk yaşayarak sütun grafiği çizmişlerdir. Bazı öğrenciler ise hem sütun grafiği hem de çizgi grafiği çizmişlerdir. Çünkü önceki yıllarda sıkça tabloda bulunan verilerle sütun grafiği oluşturmuşlardır. Bu bağlamda öğrencilerin cebirsel grafik oluşturma becerilerinin eksikliğini gösteren bir diğer kanıt olarak düşünülebilir. Sezgin-Memnun (2013) da öğrencilerin grafik çizme becerilerinin eksikliğinin grafik oluşturmadaki kararsızlıklarıyla ilgili olabileceğini belirtmektedir. Gürbüz ve Şahin (2015) öğrencilerin sütun grafiği kullanma eğiliminde olduklarını belirtmişlerdir. Önceki senelerde grafiği yalnızca tablodaki verileri kullanarak çizgi, daire ve sütun grafiği oluşturan öğrenciler, 8. sınıfta grafikten denkleme ya da denklemden grafiğe geçişle tanışmışlardır. Bu yönüyle öğrenciler veri işleme öğrenme alanındaki çizgi ve sütun grafiği oluşturma becerileri ile cebir öğrenme alanındaki bağımlı değişken ve bağımsız değişken içeren temsillerden oluşan grafik oluşturma becerisi arasındaki ilişkiyi kurmada güçlükler yaşamışlardır.

Diğer temsil türlerinden grafiğe geçiş sürecine ilişkin elde edilen bulgulardan ulaşılan bir diğer sonuç ise çizilmeye çalışılan grafiğin orijinden geçirilmesi olmuştur. Koordinat sisteminin öğretiminde, x ve y eksenlerinin kesişim noktası, başlangıç noktası (Orijin) olarak tanımlanmaktadır. Burada kullanılan başlangıç noktası kelimesinin öğrenciler tarafından denklemin başladığı yer şeklinde yanlış bir öğrenme oluşturduğu düşünebilir. Bu kelime, bazı öğrencilerde çizilecek grafiklerin orijinden başlaması gerektiği gibi bir algı oluşturmuş olabilir. Öğrencilerin büyük bir kısmının grafikteki diğer değerleri doğru yazmasına rağmen, orijini başlangıç noktası kabul ederek grafiği orijinden geçirmiş olmaları, bu düşünceyi fazlasıyla destekler niteliktedir. Yapılan çalışmalar incelediğinde de öğrencilerin grafik oluştururken orijini başlangıç kabul etmeye meyilli oldukları görülmektedir (Çelik & Sağlam-Arslan, 2012; Gök & Cansız-Aktaş, 2019; Gürbüz & Şahin, 2015; Hadjidemetriou & Williams, 2002). Hadjidemetriou ve Williams'a (2002) göre öğrenciler için orijin grafikte vazgeçilmez bir noktadır ve öğrenciler grafiği orijinden başlatmaya meyillidirler. Yalvaç (2019) öğrencilerden oluşturmasını istediği grafiğin orijinden geçen bir grafik olması nedeniyle öğrencilerin değişkenler arasındaki ilişkiyi daha iyi yorumladıklarını ve grafiği daha rahat çizdiklerini belirtmektedir. Deniz (2016) ise öğrencilerin grafik oluştururken bir noktayı belirledikten sonra diğer noktayı orijin kabul etme eğiliminde olduklarını belirtmektedir. Farklı kademelerden öğrencilerin sıkça yaptıkları bu hata, öğretmen adaylarında da görülmüştür. Çelik ve Sağlam-Arslan (2012), öğretmen adaylarının da grafiğe orijinden başladıkları ifade edilmektedir. Çelik ve Sağlam-Arslan'a (2012) göre genel olarak sıkça karşılaşılan bu hata, konu anlatımı sürecinde orijinden geçen grafik örneklerinin yoğun olmasından kaynaklanmaktadır. Grafiğe geçiş

sorularında başlangıç noktasının nereden olacağı konusunda belirsizlik yaşayan öğrencilerin bir kısmı denklem temsilinden faydalanarak bu belirsizliği ortadan kaldırmışlardır. Öğrencilerin bir kısmı da verilen değerlerin yeterli olduğunu düşünerek sadece o değerler üzerinden grafik oluşturmuşlardır.

Denklemden grafiğe geçiş sorusunda (12. soru) öğrencilerden orijinden geçen bir doğru denklemi verilerek grafiğinin çizilmesi istenmiştir. Fakat öğrencilerin bir kısmı eksenleri kesen doğru ya da eksenlere paralel doğru çizmiştir. Öğrencilerin bu hatayı yapmasının nedeni doğrunun grafiğinin çiziminde eksenleri kesen doğrunun grafiği, eksenlere paralel doğruların grafiği ve orijinden geçen doğruların grafiği şeklinde başlıklar altında anlatılmasından kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler en çok akıllarında kalan grafiği kullanarak çizim yapmaya meyillidirler. Bu bağlamda öğrencilerin bağımlı ve bağımsız değişken kavramları arasındaki ilişkiyi fark edemedikleri, dolasıyla da grafiğe geçişte de bu güçlüğü yaşadıkları görülmüştür. $y = 3x$ şeklindeki denklemdeki 3 sayısının rolü öğrenciler tarafından eksenlerdeki 3 noktasından geçme zorunluluğu olarak kabul edilmiş ve bu doğrultuda grafikler çizilmiştir. Öğrencilerin grafikteki değişkenler arasındaki ilişkiyi yorumlamak yerine genel kuralları ezberleyerek grafiği şekillendirme çabası içerisinde oldukları görülmektedir. Ders süresince de denklemin grafiğini çizme sorularında öğrencilerin sıkça bu hatayı yaptıkları görülmektedir.

Öğrencilerin grafik ile ilgili en çok yaptıkları bir diğer hata ise bir doğru denkleminin grafiğini çizerken negatif değerleri dikkate almamak olmuştur. Bu nedenle verilen cevaplar içerisinde en az doğru yapılan soru 12. soru (denklemden grafiğe geçiş sorusu) olmuştur. Öğrenciler bu soruda yalnızca pozitif değerleri göz önünde bulundurarak doğru çizmek yerine ışın çizmişlerdir. Yalnızca 6 öğrenci negatif değerleri de dikkate alarak doğru çizebilmiştir. Bu durum ders içerisinde öğrencilerin genellikle pozitif değerlerin olduğu sorularla karşılaşması ve negatif değerlerle yeterince pekiştirebilecek kadar soru çözülmemiş olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca öğrenciler genel olarak cebirsel ifadeler konusunda negatif değerlerden kaçma eğilimi göstermektedirler. Bunun bir diğer nedeni ise 6. ve 7. sınıfta tanıştıkları negatif sayıları yeterince içselleştirememeleri, pozitif değerlerle soru çözmenin için daha kolay geliyor olabileceğidir. Öğrenciler genel olarak ders içerisindeki diğer etkinliklerde de negatif değerlerin kullanımından kaçınmaktadırlar. Negatif değerlerin kullanılmamasının bir diğer sebebi yapılan görüşmelerden yola çıkılarak öğrencilerin 7. sınıfta '*örüntünün genel kuralını bulma'* konusunda ardışık iki örüntü arasındaki farkın 'artış miktarı' olarak ifade edilmesinden dolayı öğrencinin zihninde x'in katsayısı pozitif ise artan bir grafiktir ve pozitif değerler alır şeklinde bir genelleme olmasından kaynaklı olabilmektedir.

Elde edilen bulgulardan hareketle öğrencilerin diğer temsil türlerinden (denklem-tablo-grafik) sözel açıklamaya geçişte grafik ve denklem temsillerine geçişe göre daha az zorlandıkları görülmektedir. Sözel açıklamaya geçişte öğrencilerin en kolay yaptığı temsil geçişi tablodan sözel açıklamaya geçiş sorusunda olmuştur (Gürbüz ve Şahin, 2015; Sert, 2007). Tablodan sözel açıklamaya geçiş sorularında öğrenciler verilerin örüntü şeklinde ilerlediklerini düşünmelerine rağmen açıklamaları uygun bir şekilde ifade edememişlerdir. Ayrıca bazı öğrenciler tabloyu doğru ifade edebilmişlerdir fakat bu sefer de başlangıçtaki miktarı yazmaya gerek duymayarak eksik açıklamışlardır. Burada öğrencilerin aslında tabloyu yorumlayabildikleri fakat bunu açıklamakta zorluklar çektikleri görülmektedir.

Tabloda soru içerisinde verilen bağımlı ve bağımsız değişkenleri bazı öğrenciler dikkate almayarak değişkenleri kendilerine göre belirlemişlerdir. Bu durum soru içerisinde kendi cümlelerinizle ifade ediniz yönergesinden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin değişkenler yerine kullandıkları ifadelerin soru çözerken sıkça karşılaştıkları örneklerden vermeleri de zihinlerinde hazır olan kalıpları kullanarak sözel açıklamada bulunduklarını göstermektedir. Tablodan sözel açıklamaya geçişte öğrenciler yalnızca günlük çözülen soru sayısını ifade etmişlerdir. Mülakatlarda toplam soru sayısını düşünerek bu şekilde yazdıklarını açıklayan öğrencilerin düşündüklerini ifade etmede eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Bu durum sıkça karşılaştıkları ifadelerden kaynaklanmaktadır. Bazı öğrenciler ise başlangıç miktarını belirtme ihtiyacı duymamışlardır. Tabloda verilen ifadenin başlangıç miktarı ve artış miktarının aynı olması nedeniyle iki kez yazmaya gerek olmadığı düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Öğrenciler bu durumda eksik ifade ettiklerini düşünmemişlerdir.

Grafikten sözel açıklamaya geçiş sürecinde ise tablodan sözel açıklamaya geçişte gösterilen başarı oranına yakın bir performans ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Mercan'da (2020) öğrencilerin en kolay grafikten sözel açıklamaya olan geçişi yaptıklarını ifade etmiştir. Öğrenciler grafikten sözel açıklamaya geçişte başarılı olmalarına rağmen tersi durumda aynı başarıyı gösterememişlerdir (Mercan, 2020). Sözel açıklaması verilen bir ifadeden grafik temsile geçişte farklı temsillere de ihtiyaç duyulması nedeniyle öğrencilerin zorlandıkları söylenebilir.

Grafikten sözel açıklamaya geçişte bazı öğrenciler bir saatteki azalma miktarını toplamdaki azalma miktarı olarak düşünmüşler, bütün suyun azalmasını ifade etmek yerine azalma miktarının azaldığını yazmışlardır. Bu durum öğrencilerin örüntüyü düşünerek ifade etmelerinden kaynaklanmış olabilmektedir. Bazı öğrenciler grafiğin nereden başladığını belirtmemişlerdir. Sözel açıklamaya geçiş sorularında öğrencilerin çoğunluğu başlangıç miktarlarını göz ardı etmişlerdir.

Sözel açıklamaya geçişte öğrencilerin en çok zorlandığı temsil geçişi denklemden sözel açıklama sorusunda olmuştur (Gürbüz & Şahin, 2015; Mercan 2020; Wang, 2015). Stacey ve MacGregor'a (1999) göre, öğrenciler temsilleri kelimelerle açıklamakta zorlanırken, Lochhead (1981) araştırmasından sonra, doğrusal denklemleri sözlü ifadelere çevirmenin öğrenciler için büyük bir problem olduğu sonucuna varmıştır (akt. Sert, 2007). Denklemi verilen bir ifadeyi sözel olarak açıklamakta zorlanan öğrenciler, denklemi anladıklarını fakat nasıl anlatmaları gerektiğini bilemediklerini ifade etmişlerdir.

Ortaokul 6. sınıfta cebirsel bir ifadeyi sözel olarak açıklar kazanımı yer almasından dolayı öğrenciler sözel açıklama ve cebir ile bu seviyede tanışırken, 7. sınıfta denklemin daha çok çözümüne odaklı haliyle karşılaşmaktadır. Bu nedenle denklemin sözel açıklamasında daha çok zorlanmaktadırlar. Yalvaç (2019) cebirsel ifadenin anlamına odaklanılırken, denklemde çözüme odaklanıldığını ifade etmektedir. Bu nedenle öğrenciler denklemi sözel olarak açıklamada zorlanmaktadırlar.

Verilen denklemde x'in katsayısının negatif bir değer olması öğrenciler tarafından kafa karışıklığına neden olmuştur. Öğrenciler negatif katsayının azalma ifade ettiğini fark etmelerine rağmen uygun bir şekilde ifade edememişlerdir. -4 azalıyor şeklinde ifade eden öğrencilerin aslında eksinin anlamını kavramadıkları görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı da değişken olan x'in sözel açıklama içerisinde de kullanılması gerekir şeklinde bir düşünceye sahip oldukları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin bilinmeyen yerine sözel olarak hangi ifadeyi kullanmaları gerektiğini bilmediklerini göstermektedir.

Diğer temsillerden (denklem-tablo-grafik) sözel açıklamaya geçişte bulgulara göre öğrenciler, doğru fakat yetersiz bilgi vermişlerdir. Öğrencilerden sözel açıklaması yapılması istenen sorularda verilen durumu anlayabilmişler, buna karşın sözel açıklamaya geçişte yeterli açıklamalar yapamamışlardır. Sert'e (2007) göre öğrenciler, temsillerden biri verilen değişkenlerin ilişkisini anlasalar bile, bu ilişkiyi kendi sözleriyle açıklayamamaktadırlar. Bunun nedeni ise Sert'e (2007) göre öğrenciler için matematik derslerinde soruların doğru cevabını bulmak, problemleri kendi sözleriyle anlamak ve açıklamaktan daha önemlidir. Kendilerini yeterince ifade edemeyen öğrencilerin yazma becerilerindeki eksiklikleri bunun nedenlerinden biri olabilmektedir (Gök & Cansız-Aktaş, 2019; Gürbüz & Şahin, 2015). Bu durum Stacey ve MacGregor'un (1999) yaptıkları çalışmalar ile de paralellik göstermektedir. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin kendilerini açık bir şekilde ifade ettikleri görülmüştür. Teste verdikleri cevaplarda kendilerini yeterinde açık ifade edemediklerini belirten öğrenciler mülakat sırasında daha iyi bir performans göstermişlerdir. Ayrıca denklem ve grafik

temsillerinden sözel açıklamaya geçişte tablodan yararlanmaya çalışan öğrenciler verilen ifadeyi örüntü sorularında yaptıkları işlemler şeklinde düşünerek hatalı yorumlamışlardır.

Uysal ve İncikabı'nın (2018) yaptıkları matematik dersi genel amaçlar incelenmesinde, 1998 yılında ilişkilendirme ön plana çıkarken, 2005-2013 programlarında problem çözmenin daha ön plana çıktığını belirtmektedirler. 2017 programında ise iletişim becerisi daha da önem kazanmıştır. Matematik dersi genel amaçlarında iletişimin önemini MEB (2017, s.9) şu şekilde ifade etmektedir. Öğrenci; *"Matematiksel düşüncelerini mantıklı bir şekilde açıklamak ve paylaşmak için matematiksel terminolojiyi ve dili doğru kullanabilecektir.". "Matematiğin anlam ve dilini kullanarak insan ile nesneler arasındaki ilişkileri ve nesnelerin birbirleriyle ilişkilerini anlamlandırabilecektir."*

Matematiksel dilin alt boyutları olan günlük hayat durumu oluşturma, yazılı formel dili kullanma, sözel olarak ifade etme ve tablo, grafik ve şekil ile ifade etmede görüldüğü gibi temsiller arası geçişlerde sözel açıklamaya geçiş günümüz eğitim programında önemli bir yere sahiptir.

Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'nda üç öğrenme alanından biri olan Sayılar ve Cebir öğrenme alanının alt öğrenme alanı olan Fonksiyonlar temeli bu düzeyde atılmaktadır. Bu nedenle 8. sınıfta cebir konusunun temellerinin sağlam atılması sonraki kademeler için büyük önem taşımaktadır. Can (2014) fonksiyonların çoklu temsil kullanılarak öğretilmesinin öğrenci başarısı üzerinde olumlu bir etkiye neden olduğunu belirtmektedir. 8. sınıfta cebiri çoklu temsilleri aktif olarak kullanan öğrencilerin fonksiyona geçişteki başarı düzeyleri de artacaktır. Ayrıca 9. sınıf cebir öğrenme alanının alt öğrenme alanı olan Denklem ve Eşitsizlikler üzerinde Mercan'ın (2020) öğrencilerin temsiller arası transferde istenilen düzeyde olmadıklarını belirtilmektedir. Bu durumun öğrencilerin 8. sınıfta cebirde çoklu temsilleri yeterince kullanmadıklarından kaynaklanmış olması muhtemeldir.

Bu çalışma 8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında temsiller arası geçiş becerilerine odaklanmıştır. Yenilenen öğretim programında cebir öğretiminde temsil kullanımı önemli bir bileşen olarak görülmesine rağmen, araştırma sonuçları 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel kavramlarda dört farklı temsili çevirme becerileri genel olarak düşük olduğunu ve matematik derslerinde temsilleri kullanma konusunda genel olarak yeterli bilgi ve deneyime sahip olmadıklarını göstermiştir. Öğrenci yanıtları ve mülakatlar birlikte değerlendirildiğinde, temsil kullanımı ve temsiller arasındaki geçişlerde hatalar yaptıkları görülmüştür. Çıkla-Akkuş (2004) cebirde çoklu temsil kullanımının başarı yönünden pozitif bir etkisi olduğunu ifade etmektedir. Sert'e (2007) göre öğretmenlerin bilgileri, öğretmenlerin temsillere ilişkin inançları ve ders içerisinde kullanımı en az öğretim programı kadar önemlidir. Bu nedenle öğretmenlerin

ders içerisinde öğrencileri temsil kullanmaya ve temsiller arası geçiş yapmaya daha fazla teşvik etmeleri gerekmektedir.

## 5.2. Öneriler

Öğrencilerin çoklu temsile yönelik tutumlarının temelinde özellikle öğretmenlerin çoklu temsille ilgili bakış açıları önemli bir yer tutmaktadır. Ders içerisinde öğretmenin tek bir temsil kullanımı temsiller arasındaki ilişkilendirmenin kurulmasını olumsuz etkileyecektir. Dolayısıyla öğretim sürecinde öğretmenler, çoklu temsillere daha sık yer vermeli ve öğrencilerini de farklı temsil kullanmalarına teşvik etmelidir.

Ayrıca öğrenciler matematiksel kavramların anlamlarına odaklanmak yerine daha çok ezber yöntemine meyillidirler. Özellikle cebir konusunda cebiri zihninde anlamlı kılmaktan ziyade sadece çözülmesi gereken bir işlem şeklinde görmektedirler. Öğretmenlerin bu anlayışı kırmak adına ders içerisinde öğrencilerine sözlü anlatımlarla kendilerini ifade etmeleri için ortamlar hazırlamalıdır.

Öğrenciler verdikleri cevaplarda negatif değerler kullanmaktan kaçınmışlardır. Ders içerisinde verilen örneklerde negatif değerlere de sıkça yer verilerek öğrencilerin negatif sayılara olan aşinalıkları arttırılmalıdır.

Koordinat sistemi üzerinde öğrencilerin özellikle doğruları orijinden geçirmeye meyilli oldukları göz önüne alınarak, ders işlenişlerinde orijinden geçmeyen doğrulara da sıkça yer verilmelidir.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar genellikle ders içerisinde karşılaştıkları örnekler ve soru tiplerine benzemektedir. Öğretim sürecinde ders içerisinde farklı soru tiplerine, özellikle öğrencilerin en çok hata yaptıkları örneklere de yer verilerek, öğrencilerin farklı gerçek yaşam durumları ile ilişkili temsil kullanma becerileri geliştirilebilir. Ders kitaplarında da çoklu temsillere daha geniş yelpazede temsil kullanımlarına yer verilerek örnekler artırılabilir.

Bu çalışma, sekizinci sınıf öğrencilerinin temsiller arası geçiş becerilerini değerlendirmek amacıyla Lesh vd.'in (1987) ortaya koyduğu çoklu temsil modeli uygulanmıştır. Ancak matematik eğitiminde temsiller ilkokulda, hatta anaokulunda bile kullanılabilmektedir. Öğrencilerin çoklu temsilleri kullanma becerileri seviyelerindeki farklılıkları daha iyi anlayabilmek amacıyla değişik sınıf düzeylerinde farklı araştırmalar yapılabilir.

Yürütülen bu araştırmanın sonuçları üzerinde Covid-19 salgının neden olduğu pandemi sürecinin de olumsuz etkilerinin olduğu söylenebilir. Bu bağlamda normale dönüş ile başlanan yüz yüze eğitim sürecinde benzer bir çalışma farklı örneklemler ve farklı ölçme araçlarının kullanımıyla yeniden planlanacak araştırmalarla pandemi sürecinin etkilerine yönelik karşılaştırmalar yapılabilir. Öğrencilerin temsiller arası geçiş becerilerindeki performanslarını arttırmak için farklı öğretim yöntem ve araçlarının etkilerine yönelik araştırmalar dizayn edilebilir. Bunun yanı sıra öğretim sürecinin doğal öznesi konumundaki öğretmenlerin de bu sonuç üzerinde etkili oldukları düşünüldüğünde, öğretmen ve öğretmen adayları ile de temsil kullanımı ve temsiller arasındaki geçişe yönelik farklı değişkenler üzerinden araştırmalar da yürütülebilir.

# KAYNAKÇA


Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2012). Doğrusal ve ikinci dereceden örüntüleri genelleştirme stratejileri: 6-8 sınıf öğrencilerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim, 37*(165), 104-120.

Akkaya, R., & Durmuş, S. (2006). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31*(31), 1-12.

Akkuş, O., & Çakıroğlu, E. (2006). Seventh grade students' use of multiple representations in pattern related algebra tasks. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31*, 13-24.

Akyüz, M. (2019). *Tam sayıların çoklu temsillerle öğretiminin 7. sınıf öğrenci başarısına etkisi ve öğrenci görüşleri.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.

Ayyıldız-Altınbaş, A. (2021). *Lineer cebir dersinde çoklu temsil temelli ve probleme dayalı öğretimin öğretmen adaylarının düşünme yapılarına, anlama boyutlarına, akademik başarılarına ve özyeterlik algılarına etkisi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Bağdat, O., & Anapa-Saban, P. (2014). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerinin solo taksonomisi ile incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, *26*, 473-496. https://doi.org/10.9761/JASSS2364

Baki, A., & Bütüner, S. Ö. (2011). Cebirin tarihsel gelişimi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *2*(3), 198-231

Bal, A. P. (2015). Skills of using and transform multiple representations of the prospective teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *197*, 582-588. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.197

Baş, S., Çetinkaya, B., & Erbaş, A. K. (2011). Öğretmenlerin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme yapılarıyla ilgili görüşleri. *Eğitim ve Bilim, 36*(159), 41-55.

Bayık, F. (2010). *11. sınıf öğrencilerinin geometrik problemlerle ilgili oluşturdukları dış temsillerle iç temsiller arasındaki etkileşimler*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.

Can, C. (2014). *Fonksiyonlar konusunun çoklu temsiller ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Cunningham, R. F. (2005). Algebra teachers' utilization of problems requiring transfer between algebraic, numeric, and graphic representations. *School Science and Mathematics*, *105*(2), 73-81. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18039.x

Çağlayan, N., Dağıstan, A., & Korkmaz, B. (2021). *Ortaokul matematik 6. sınıf ders kitabı.* MEB Yayınları.

Çelik, D. (2007). *Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerinin analitik incelenmesi.* [Yayımlanmamış doktora lisans tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Çelik, D., & Güneş, G. (2013). Farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin harfli sembolleri kullanma ve yorumlama seviyeleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, *13*(2), 1168-1186.

Çelik, D., & Sağlam-Arslan, A. (2012). Öğretmen adaylarının çoklu gösterimleri kullanma becerilerinin analizi. *İlköğretim Online*, *11*(1), 239-250.

Çetin, H. (2016). *Sorgulayıcı öğrenme yaklaşımıyla çoklu temsil destekli tam sayı öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına model tercihlerine ve temsiller arası geçiş becerilerine etkisi.* [Yayımlanmamış doktora lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Çetin, H., & Aydın, S. (2020). The effect of multiple representation based instruction on mathematical achievement: A meta-analysis. *International Journal of Educational Research Review*, *5*(1), 26-36. https://doi.org/10.24331/ijere.647531

Çıkla-Akkuş, O. (2004). *The effects of multiple representations-based instruction on seventh grade students' algebra performance, attitude toward mathematics, and representation preference.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi.

De Bock, D., Van Dooren, W., & Verschaffel, L. (2015). Students' understanding of proportional, inverse proportional, and affine functions: Two studies on the role of external representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(1), 47–69. https://doi.org/10.1007/s10763-013-9475-z

Dede, Y. (2005). I. dereceden denklemlerin yorumlanması: eğitim fakültesi 1. sınıf öğrencileri üzerine bir çalışma. *Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *29*(2), 197-205.

Dede, Y., Yalın, H. İ., & Argün, Z. (2002). İlköğretim 8 sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanılgıları. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara, Cilt II, 962- 968.

Delice, A., & Sevimli, E. (2010). Öğretmen adaylarının çoklu temsil kullanma becerilerinin problem çözme başarıları yönüyle incelenmesi: Belirli integral örneği. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 10*(1), 111–149.

Deniz, S. (2016). *Doğrusal denklemlerin 7. sınıflarda öğretiminde geometri sketchpad kullanımının çoklu temsil ve enstrümantal yaklaşım boyutundan incelenmesi*, [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Anadolu Üniversitesi.

Doğan, A. (2018). *Sınıf öğretmenlerinin kesrin anlamlarına yönelik bilgileri ve kesirlerin öğretiminde kullandıkları modeller.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

Doruk, B. K., & Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *41*, 124-135.

Duval, R. (1987). The role of interpretation in learning mathematics. *Dimension*, *2*, 56-74.

Düşünsel, C. (2019). *Sınıf öğretmenlerinin matematik dersinde çoklu temsilleri kullanma ile ilgili görüşlerinin incelenmesi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.

Ergene, B. (2011). *Matematik öğretmen adaylarının türev kavramına ilişkin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin çoklu temsiller bileşeninde incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Eroğlu, D., & Tanışlı, D. (2015). Elementary mathematics teachers' knowledge of students and teaching strategies regarding the use of representations. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *9*(1), 275-307. https://doi.org/10.17522/nefefmed.53039

Even, R. (1998). Factors involved in linking representations of functions. *Journal of Mathematical Behavior, 17*(1), 105-121. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)80063-7

Gagatsis, A., & Shiakalli, M. (2004). Ability to Translate from One Representation of the Concept of Function to Another and Mathematical Problem Solving. *Educational Psychology, 24*(5), 645-657. https://doi.org/10.1080/0144341042000262953

Galbraith, P., & Haines, C. (2000). Conceptual mis(understandings) of beginning undergraduates, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *31*(5), 651-678. https://doi.org/10.1080/002073900434350

Goldin, G. A. (1998a). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *The Journal of Mathematical Behavior, 17*(2), 137–165. https://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)80056-1

Goldin, G. A. (1998b). The PME working group on representations. *The Journal of Mathematical Behavior, 17*(2), 283-301. https://doi.org/10.1016/s0364-0213(99)80063-9

Goldin, G. A. (2000). Affective pathways and representation in mathematical problem solving. *Mathematical Thinking and Learning, 2*(3), 209-219. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0203_3

Gök, M., & Cansız-Aktaş, M. (2019). *7 ve 8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında çoklu temsilleri kullanma becerilerinin incelenmesi* [Sözlü bildiri]. 4. Uluslararası Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, İzmir.

Gürbüz, R., & Akkan, Y. (2008). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş düzeylerinin karşılaştırılması: denklem örneği. *Eğitim ve Bilim*, *33*(148), 64-76.

Gürbüz, R., & Şahin, S. (2015). 8. Sınıf öğrencilerinin çoklu temsiller arasındaki geçiş becerileri. *K. Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi, 23*(4), 1869-1888.

Hadjidemetriou, C., & Williams, J. (2002). Children's graphical conceptions. *Research in Mathematics Education, 4*(1), 69-87. https://doi.org/10.1080/14794800008520103

Işıksal-Bostan, M. (2010). Negatif sayılara ilişkin zorluklar, kavram yanılgıları ve bu yanılgıların giderilmesine yönelik öneriler. E. Bingölbali & M. F. Özmantar (ed.) *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri içinde* (s.155-186). Pegem Akademi.

İncikabı, S. (2017). Multiple Representations and Teaching Mathematics: An Analysis of the Mathematics Textbooks. *Cumhuriyet International Journal of Education, 6*(1), 66-81. https://doi.org/10.30703/cije.321438

İpek, A. S., & Okumuş, S. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmede kullandıkları temsiller. *Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, *11*(3), 681-700.

İzgiol, D. (2014). *Teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin lineer cebir öğrenimine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Janvier, C. (1987a). Representations and understanding: The notion of function as an example. In C. Janvier (Ed.), *Problems of Representations in the Learning and Teaching of Mathematics,* (pp. 67- 73). Lawrence Erlbaum Associates.

Janvier, C. (1987b). Representation system and mathematics. In C. Janvier (Ed.), *Problems of Representations in the Learning and Teaching of Mathematics*, (pp. 19-27). Lawrence Erlbaum Associates.

Janvier, C. (1998). The notion of chronicle as an epistemological obstacle to the concept of function. *Journal of Mathematical Behavior*, *17*(1), 79–103. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)80062-5

Kaput, J. J. (1987). Representation systems and mathematics. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics,* (pp. 19-26). Lawrence Erlbaum Associates.

Kaput, J. J. (1991). Notations and Representations as Mediators of Constructive Processes. *Radical Constructivism in Mathematics Education*, 53-74. https://doi.org/10.1007/0-306-47201-5_3

Kaput, J. J. (1994). The representational roles of technology in connecting mathematics with authentic experience. *Didactics in Mathematics as a Scientific Discipline,* (pp. 379-397). Kluwer Academic Publishers.

Karataş, İ., & Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler: Klinik mülakatın potansiyeli. *İlköğretim-Online, 2*(2), 2- 9.

Kardeş, D. (2010). *Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelenmesi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Kaya, D. (2015). *Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Kaya, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeylerinin incelenmesi. *International e-Journal of Educational Studies (IEJES), 1*(1), 47-59.

Keskin-Oğan, A., & Öztürk, S. (2021). *Ortaokul matematik 7. sınıf ders kitabı.* MEB Yayınları.

Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning,* (pp. 390-419). Macmillan.

Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades: What is it?. *The Mathematics Educator, 8*(1), 139-151.

Kurt, G. (2006). *Middle grade students' abilities in translating among representations of fractions.* [Unpublished master's thesis]. Middle East Technical University.

Kusumaningsih, W., Darhim, D., Herman, T., & Turmudi, T. (2018). Improvement algebric thinking ability using multiple representation strategy on realistic mathematics education. *Journal on Mathematics Education, 9*(2), 281-290. https://doi.org/10.22342/jme.9.2.5404.281-290

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

Mercan, S. (2020). *9. sınıf öğrencilerinin çoklu temsil transfer becerilerinin incelenmesi: denklem ve eşitsizlikler.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation.* Jossey-Bass.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2006). *İlköğretim matematik dersi 6. sınıf öğretim programı.* Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu.* MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı.* MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2017). *Matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı.* MEB.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics.* National Council of Teacher of Mathematics.

Owens, K. D., & Clements, M. A. K. (1998). Representations in spatial problem solving in the classroom. *The Journal of Mathematical Behavior, 17*(2), 197-218. https://doi.org/10.1016/s0364-0213(99)80059-7

Özarslan, P. (2010). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin cebirsel sözel problemleri denklem kurma yoluyla çözme becerilerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.

Palabıyık, U. (2010). *Örüntü temelli cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Radford, L., & Puig, L. (2007). Syntax and meaning as sensuous, visual, historical forms of algebraic thinking. *Educational Studies in Mathematics, 66*(2), 145-164. https://doi.org/10.1007/s10649-006-9024-6

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.). *Handbook for 270 Research on Mathtematics Teaching and Learning*, (pp. 334-370). MacMillan.

Sert, Ö. (2007). *Eighth grade students' skills in translating among different representations of algebraic concepts.* [Unpublished master's thesis]. Middle East Technical University.

Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Sevimli, E. (2013). *Bilgisayar cebiri sistemi destekli öğretimin farklı düşünme yapısındaki öğrencilerin integral konusundaki temsil dönüşüm süreçlerine etkisi.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.

Sevimli, E., & Delice, A. (2011). Is what you prefer what you do? Represantations in definite integral. *35th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics-Education (PME),* 153- 160. Ankara, Türkiye.

Sezgin-Memnun, D. (2013). Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin çizgi grafik okuma ve çizme becerilerinin incelenmesi. *Journal of Turkish Studies, 8*(12), 1153-1167. https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.6026

Stacey, K., & MacGregor, M. (1999). Learning the algebraic method of solving problems. *Journal of Mathematical Behavior, 18*(2), 149–167. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)00026-7

Subaşı, M., & Okumuş, S. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21*(2), 419-426.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher. 15*(2), 4-14. https://doi.org/10.3102/0013189x015002004

Swafford, J. O., & Langrall, C. W. (2000). Grade 6 students' preinstructional use of equations to describe and represent problem situations. *Journal for Research in Mathematics Education, 31*(1), 89-112. https://doi.org/10.2307/749821

Thompson, D. R., & Senk, S. L. (2001). The effects of curriculum on achievement in second year algebra: The example of the University of Chicago School of mathematics project. *Journal of Research in Mathematics Education, 32*(1), 58-84. https://doi.org/10.2307/749621

Türnüklü, A. (2001). Eğitimbilim alanında aynı araştırma sorusunu yanıtlamak için farklı araştırma tekniklerinin birlikte kullanılması, *Eğitim ve Bilim*, *26*(120), 8-13.

Usiskin, Z. (1988). Conceptions of school algebra and uses of variables. In A. Coxford & A. Shuite (Eds.), *The ideas of algebra, K-12. 1988 Yearbook*. (pp. 8–19). National Council of Teachers of Mathematics.

Uysal, R., & İncikabı, L. (2018). Son dönem matematik dersi öğretim programlarının genel amaçları üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *37*(1), 223-247.

Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2018). *İlkokul ve ortaokul matematiği*. (Soner Durmuş, Çev.). Nobel Yayın Dağıtım.

Wang, X. (2015). The literature review of algebra learning: focusing on the contributions to students' difficulties. *Creative Education, 6,* 144–153. https://doi.org/10.4236/ce.2015.62013

Wilkie, K. J. (2016). Students' use of variables and multiple representations in generalizing functional relationships prior to secondary school. *Educational Studies in Mathematics, 93,* 333–361. https://doi.org/10.1007/s10649-016-9703-x

Yalvaç, B. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dili kullanma becerilerinin incelenmesi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, C. (2000). *Matematiksel düşünme.* (3. Baskı). Remzi Kitapevi.

Yılmaz, E. (2011). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin okuduğunu anlama ve yazılı anlatım ile cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürme becerileri arasındaki ilişki*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

# EKLER

## EK 1. Etik Kurul İzni

**BAŞVURU NO: 69**

**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU**
**PROJE ONAY FORMU**

| | |
|---|---|
| **Projenin Adı** | "Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Konusunda Çoklu Temsiller Arasındaki Geçiş Becerilerinin İncelenmesi" |
| **Projenin Niteliği** | Yüksek Lisans/Uzmanlık/Doktora Tezi |
| **Proje Araştırmacıları** | Sinem BALOĞLU (Sorumlu Araştırmacı)<br>Prof. Dr. Cemalettin IŞIK (Danışman) |
| **Sorumlu Araştırmacının Haberleşme Bilgileri** | Sinem BALOĞLU (Sorumlu Araştırmacı)<br>Prof. Dr. Cemalettin IŞIK (Danışman)<br>Yeniocak mah. Karslı sok. No:37/10 Pınarbaşı/KAYSERİ<br>E-posta adresi: sinem.baloglu@hotmail.com |

**KARAR:**
Etik Kurulumuza başvuran ***Sinem BALOĞLU'nun "Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Konusunda Çoklu Temsiller Arasındaki Geçiş Becerilerinin İncelenmesi"*** adlı Çalışması değerlendirilerek aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.

Proje etik açıdan uygun bulunmuştur. ☑
Projenin etik açıdan geliştirilmesi gerekmektedir. ☐
Proje etik açıdan uygun bulunmamıştır. ☐

23/02/2021

| **ADI SOYADI** | |
|---|---|
| Etik Kurul Başkanı | Prof. Dr. Atabey KILIÇ |
| Etik Kurul Başkan Yrd. (Raportör) | Prof. Dr. Kasım KARAMAN |
| Üye | Prof. Dr. Celal YILDIZ |
| Üye | Prof. Dr. Mustafa KARAGÖZ |
| Üye | Prof. Dr. Hakan AYDIN |
| Üye | Prof. Dr. Mikail AKBULUT |
| Üye | Prof. Dr. Handan ZİNCİR |
| Üye | Prof. Dr. Ahmet HASKÖSE |
| Üye | Doç. Dr. Burak ADIGÜZEL |

## EK 2. Valilik İzni

T.C.
KAYSERİ VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 94025929-605.02-E.8877788 02.07.2020
Konu : Sinem (BALOĞLU) DEMİR'in Araştırma İzni

ERCİYES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : a) 10/03/2020 tarih ve E.5255 sayılı yazınız.
b) Müdürlük Makamının 02/07/2020 tarih ve 8820652 sayılı oluru.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Sinem (BALOĞLU) DEMİR'in "Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Konusundaki Çoklu Temsiller Arasındaki Geçiş Becerilerinin İncelenmesi" konulu çalışmayı Müdürlüğümüze bağlı ilgi (a) yazınız ekinde belirtilen okullarda veli izinleri alınması kaydıyla öğrenim gören öğrencilere yönelik yapmasında bir sakıncanın olmadığı Anket Değerlendirme Komisyonu tarafından tespit edilmiştir.

Her sayfası mühürlü çalışma evrakları ekte olup, COVİD-19 salgını nedeniyle maske, mesafe ve hijyen kurallarına dikkat edilerek 2020-2021 eğitim-öğretim yılı sonuna kadar eğitim faaliyetlerini aksatmadan, okul müdürlüğünün gözetiminde ve uygun göreceği zaman diliminde yapılmasının uygun görüldüğü ile ilgili Müdürlük Makamından alınan 02/07/2020 tarih ve 8820652 sayılı Olur ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve çalışmanın sonucunun bir örneğinin Müdürlüğümüze gönderilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Celalettin EKİNCİ
İl Milli Eğitim Müdürü

EK: Müdürlük Oluru ve Anketler (4 Sayfa)

Gültepe Mahallesi Talas Bulvarı No:1/B Melikgazi / KAYSERİ
Elektronik Ağ: http://kayseri.meb.gov.tr
e-posta: arge38@meb.gov.tr
Ayrıntılı Bilgi :
C. NALBANT (Şef)
Tel: (0352) 330 1125 (1092) Faks: (0352) 320 9503

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 454b-0f00-3f82-b0e7-62f3 kodu ile teyit edilebilir

T.C.
KAYSERİ VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 94025929-605.02-E.8820652 02.07.2020
Konu : Sinem (BALOĞLU) DEMİR'in Araştırma İzni

MÜDÜRLÜK MAKAMINA

İlgi: Bakanlığımız Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 21/01/2020 tarih ve 1563890 sayılı (2020/2 Genelge) emirleri.

Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Sinem (BALOĞLU) DEMİR'in "Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Konusundaki Çoklu Temsiller Arasındaki Geçiş Becerilerinin İncelenmesi" konulu "Anket Çalışması" yapma talebi ile ilgili, Erciyes Üniversitesinin 10.03.2020 tarihli ve E.5255 sayılı yazısı ve ekleri ilişikte sunulmaktadır.

Söz konusu anket çalışmasının yapılmasında sakınca olmadığı yönünde, Anket Değerlendirme Komisyonu tarafından görüş bildirilmiştir. Çalışma evrakları (her sayfası mühürlü olarak) ilişikte sunulmakta olup, COVİD-19 salgını nedeniyle maske, mesafe ve hijyen kurallarına dikkat edilerek 2020-2021 eğitim-öğretim yılı sonuna kadar eğitim faaliyetlerini aksatmadan, okul müdürlüğünün gözetiminde ve uygun göreceği zaman diliminde Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Sinem (BALOĞLU) DEMİR tarafından, Müdürlüğümüze bağlı ekli listede isimleri belirtilen okullarda veli izinleri alınması kaydıyla öğrenim gören öğrencilere yönelik mezkur Anket Çalışmasının yapılması Müdürlüğümüzce uygun mütalaa edilmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Tarık TÜFEKÇİ
İl Milli Eğitim Müdür Yardımcısı

EK: Yazı ve Ekleri (32 Sayfa)

OLUR
02.07.2020

Celalettin EKİNCİ
İl Milli Eğitim Müdürü

Gültepe Mahallesi Talas Bulvarı No:1/B Melikgazi / KAYSERİ
Elektronik Ağ: http://kayseri.meb.gov.tr
e-posta: arge38@meb.gov.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin: C.BOYRAZ (V.H.K.İ.)
C. NALBANT (Şef)
Tel: (0352) 330 1125 (1092) Faks: (0352) 320 9503

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 47db-c6dc-3732-890b-e486 kodu ile teyit edilebilir.

## EK 3. Anket Formu

**Cebirsel Kavramların Çoklu Temsil Biçimleri Arasında Geçiş Testi**

Adı Soyadı: Sınıfı: Cinsiyet:

| **Sözel Açıklama:** | **Denklem:** |
|---|---|
| 1) 20 cm boyundaki bir bitki günde 2 cm büyümektedir.<br>**Bitkinin boyu (y), geçen süre (x) olmak üzere y ile x arasındaki ilişkiyi gösteren denklemi yan tarafa yazınız.** | |

**Tablo:**

2)

| x | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|
| y | 11 | 14 | 17 | 20 |

Yukarıda x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren tablo verilmiştir.

**Yan tarafa bu ilişkiyi gösteren denklemi yazınız.**

**Denklem:**

**Tablo:**

3)

| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| y | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 |

Yukarıda x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren tablo verilmiştir.

**Yan tarafa bu ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz.**

**Grafik:**

| **Denklem:** | **Tablo:** |
|---|---|
| 4) x ile y arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi y=2x+3 tür.<br>**Yan tarafa bu denkleme uygun tabloyu oluşturunuz.** | |

| **Sözel Açıklama** | **Tablo:** |
|---|---|
| 5) 80 lira harçlığı olan öğrenci günde 5 lira harcamaktadır.<br>**Geçen zaman (x), kalan para (y) olmak üzere x ile y arasındaki ilişkiyi gösteren tabloyu yan tarafa oluşturunuz.** | |

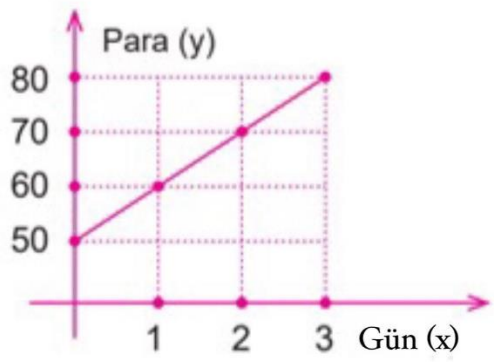
**Tablo:**

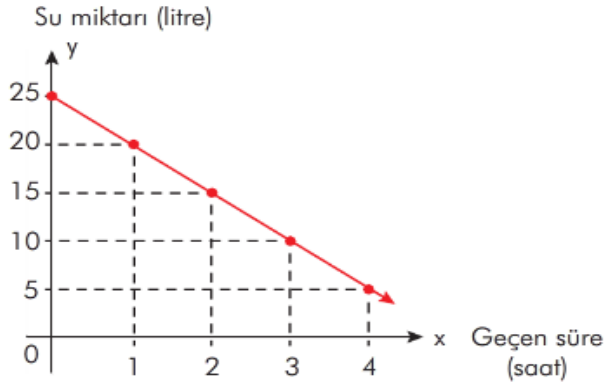
6)

| Gün | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Soru sayısı | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |

Yukarıda bir öğrencinin çözdüğü soru sayısı ile gün arasındaki ilişkiyi gösteren tablo verilmiştir.
**Yan tarafta bu ilişkiyi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.**

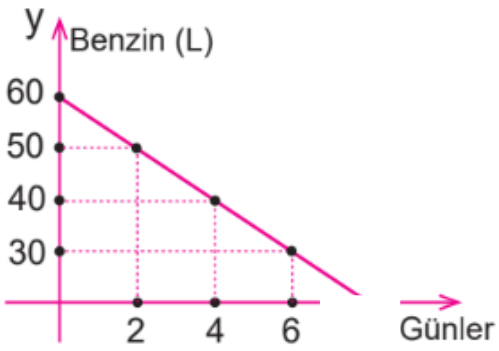
**Sözel Açıklama:**

| **Grafik:** | **Denklem:** |
|---|---|
| 7)<br>  <br><br>Yukarıdaki grafikte bir kumbarada biriken paranın günlere göre değişimi verilmiştir.<br>**Buna göre y ile x arasındaki doğrusal ilişkinin denklemini yan tarafa yazınız.** | |

| **Grafik:** | **Sözel Açıklama:** |
|---|---|
| 8)<br>  <br><br>Yukarıda su miktarının geçen süreye göre ilişkisini gösteren grafik verilmiştir.<br>**Yan tarafta bu grafiği kendi cümlelerinizle açıklayınız.** | |

| **Sözel Açıklama:** | **Grafik:** |
|---|---|
| 9) Bir otoparkın giriş ücreti 5 TL'dir. Otoparkta kalınan her bir saat için ise 3 TL ücret alınmaktadır. **Bu otoparkta kalınan süre (saat) (x) ile ödenecek ücret (y) arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği yan tarafa çiziniz.** | |

| **Denklem:** | **Sözel Açıklama:** |
|---|---|
| 10) y= 250-4x<br>Yukarıdaki denklem bir öğrencinin okuduğu kitabın sayfa sayısını göstermektedir. x değişkeni bir günde okunan sayfa sayısını y değişkeni ise kalan sayfa sayısını göstermektedir.<br>**Yan tarafta bu denklemi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.** | |

| **Grafik:** | **Tablo:** |
|---|---|
| 11)<br>  <br><br>Yukarıdaki grafikte bir arabanın deposunda bulunan benzinin günlere göre değişimi verilmiştir.<br>**Yan tarafa benzin (y) ve gün (x) arasındaki ilişkiyi gösteren tabloyu oluşturunuz.** | |

| **Denklem:** | **Grafik:** |
| --- | --- |
| 12) y=3x<br><br>**Yukarıda verilen denklemde x ile y değişkenleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği yan tarafa çiziniz.** | |

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı:** Sinem BALOĞLU DEMİR

**Uyruğu:** Türkiye (T.C)

## EĞİTİM

| **Derece** | **Kurum** | **Mezuniyet Tarihi** |
|---|---|---|
| Yüksek Lisans | Erciyes Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri ABD, Matematik Eğitimi Bilim Dalı | 2022 |
| Lisans | Erciyes Üniversitesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği | 2012 |
| Lise | Sami Yangın Anadolu Lisesi | 2007 |

## İŞ DENEYİMLERİ

| **Yıl** | **Kurum** | **Görev** |
|---|---|---|
| 2015-Halen | MEV. Hasan Tahsin Önalp Ortaokulu Pınarbaşı/KAYSERİ | 7 yıl |
| 2012-2015 | Babındak Ortaokulu Silopi/ŞIRNAK | 3 yıl |

## YABANCI DİL

İngilizce

## YAYINLAR

### Bildiriler

Baloğlu, S. ve Işık, C. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin 5. Sınıf kesirler konusunun öğretimine ilişkin görüşleri. *VIth International Eurasian Educational Research Congress.* Ankara: Ankara University, 19-22 June, 1443- 1445.

Baloğlu, S. ve Işık, C. (2021). 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsiller arasındaki geçiş becerileri. *9th International Congress On Social Sciences - Humanities And Education Congress.* İstanbul, 22-23 February, 516-523.