T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

EĞİTSEL ROBOTİK UYGULAMALARIYLA 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN DOĞRUSAL DENKLEMLERDE CEBİRSEL AKIL YÜRÜTMENİN GELİŞİMİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ

BEHİYE DİNÇER

İZMİR

2019



T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EĞİTSEL ROBOTİK UYGULAMALARIYLA 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN DOĞRUSAL DENKLEMLERDE CEBİRSEL AKIL YÜRÜTMENİN GELİŞİMİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ

BEHİYE DİNÇER

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

EĞİTSEL ROBOTİK UYGULAMALARIYLA 7.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN DOĞRUSAL DENKLEMLERDE CEBİRSEL AKIL YÜRÜTMENİN GELİŞİMİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ

BEHİYE DİNÇER

Danışman
Doç.Dr.Berna CANTÜRK GÜNHAN

İZMİR

2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "Eğitsel Robotik Uygulamalarıyla 7. Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemlerde Cebirsel Akıl Yürütmenin Gelişimi: Bir Öğretim Deneyi" adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

11/06/2019

Behiye DİNÇER

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih:28./06./2019..

Tez Başlığı:

Eğitsel Robotik Uygulamalarıyla 7. Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemlerde Cebirsel Akıl Yürütmenin Gelişimi: Bir Öğretim Deneyi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam ..101... sayfalık kısmına ilişkin, 28../06./2019 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (**Turnitin**-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin **benzerlik oranı** % ..3.. **dir.**

- http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/ adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum ☑

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) ☑	**Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30)** □
☑ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☑ Kaynakça hariç, ☑ Alıntılar dâhil, ☑ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça dâhil, □ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☑ **EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.** ☑	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Behiye DİNÇER
Öğrenci No : 2016950010
Anabilim Dalı : Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi
Programı : İlköğretim Matematik Öğretmenliği Yüksek Lisans
Statüsü : Yüksek Lisans **X** Doktora

ÖĞRENCİ

Behiye DİNÇER

DANIŞMAN

Doç. Dr. Berna CANTÜRK GÜNHAN

Açıklamalar

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (□) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya ali.tas@deu.edu.tr) başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı**, Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Behiye DİNÇER tarafından Doç. Dr. Berna CANTÜRK GÜNHAN yönetiminde hazırlanan "Eğitsel Robotik Uygulamalarıyla 7. Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemlerde Cebirsel Akıl Yürütmenin Gelişimi: Bir Öğretim Deneyi" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından "**Yüksek Lisans Tezi**" olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Berna CANTÜRK GÜNHAN

Danışman

Doç. Dr. Melike YİĞİT KOYUNKAYA

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Tuğba ÖNER

Jüri Üyesi

28.06.2019

Prof. Dr. Süha YILMAZ
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimin ders, araştırma konusu belirleme, tez sürecini tamamlama gibi aşamalarının yanı sıra yaşamımda da varlığı, ilgisi, sabrı ve bilgeliği ile bana yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Berna CANTÜRK GÜNHAN' a çok teşekkür ediyorum.

Ders aşamasında bulundukları katkılar nedeniyle Prof. Dr. Sibel YEŞİLDERE-İMRE ve Prof. Dr. Elif TÜRNÜKLÜ' ye çok teşekkür ediyorum.

Tez konumu belirleme sürecinde çerçevemi belirleme, doğru kaynaklara ulaşma konusunda fikirlerini paylaşmaktan çekinmeyen jürimde bulunarak tezime katkı sunan Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Tuğba ÖNER' e, Tez jürimde bulunarak tezime katkı sunan Doç. Dr. Melike YİĞİT KOYUNKAYA' ya katkıları için çok teşekkür ediyorum.

Tez uygulama sürecinde her durumda yardım ve desteklerini esirgememiş değerli iş arkadaşlarım Fatma AKYIL, Ömer DENİZ, Salih BOZKURT, Ali Osman BOYAV ve Hasret AKKAYA' ya sabırları, katkıları, uygulama sürecinde araştırmayı kolaylaştırma adına ellerinden gelen desteği sunmaları nedeniyle çok teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans sürecinin her aşamasında birbirimize yardımcı olduğumuz, güzel ve eğlenceli anılar biriktirdiğim Gamze BATIBAY' a teşekkür ederim.

Araştırma yolculuğumda zorlu zamanlarımda ilgi, destek ve motivasyonumu hep en yüksek seviyede tutmamı sağlayan Onur AKSOY, Özlem SÜL, Deniz ÇALIŞKANLAR, Özlem ŞAHİN GÜNGÖR ve Dilek BULUT' a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Destekleri olmasa bitiremeyebilirdim.

Son olarak beni yetiştiren, koşulsuz desteklerini hep hissettiğim otuz yaşımda yeniden ilkokul günlerimdeymişçesine yetişemeyeceğim çoğu derse beni yetiştiren her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan babam Sabri DİNÇER' e, şefkatini, destek ve anlayışını üstümden hiç esirgemeyen annem Fatma DİNÇER' e varlıklarından güç aldığım kız kardeşlerim Berna DİNÇER HASATEŞ ve Atike DİNÇER' e her şey için teşekkürler. İyi ki varsınız.

Behiye DİNÇER

İÇİNDEKİLER

ÖZET v

BÖLÜM I 1

GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu 1

1.2. Amaç ve Önem 2

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri 3

1.4. Sınırlılıklar 3

1.5. Varsayımlar 3

1.6. Tanımlar 4

BÖLÜM II 5

KURAMSAL ÇERÇEVE / KAVRAMSAL ÇERÇEVE / İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 5

2.1. Cebirsel Akıl Yürütme ile İlgili Teorik Çerçeve 5

2.1.1.Cebirsel Akıl Yürütme 6

2.1.2. Cebirsel Akıl Yürütme ile İlgili Araştırmalar 11

2.2. Robotik Teorik Çerçeve 12

2.2.1. Robotik İle İlgili Araştırmalar 15

BÖLÜM III 18

YÖNTEM 18

3.1. Araştırmanın Modeli 18

3.2. Katılımcılar 20

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları 21

3.4. Uygulama Süreci 24

3.4.1. Pilot Araştırma Süreci 25

3.4.2. Asıl Araştırma Süreci 25
3.5. Verilerin Analizi 29
3.6.Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği 29
3.7.Araştırmacının Rolü 30
3.8.İdea Programının Tanıtılması 30
BÖLÜM IV 34
BULGULAR 34
4.1. Ön Testlerin Cebirsel Akıl Yürütme Kriterleri Doğrultusunda Analizi 34
4.1.1. Genellemeleri Formüle Etme 34
4.1.2. Matematiksel Argüman Oluşturma 35
4.1.3. Problem Durumunu Analiz Etme 37
4.1.4. Matematiksel İlişki Kurma 38
4.1.5. Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama 39
4.2. Öğretim Deneyi I. Oturum 40
4.2.1.Grupların Algoritmalarının İncelenmesi 41
4.2.2. Cebirsel Akıl Yürütme Becerisini Ölçmede Kullanılan Sorular ve Analizleri 46
4.3.Öğretim Deneyi II. Oturum 60
4.3.1.Grupların Algoritmalarının İncelenmesi 60
4.3.2.Cebirsel Akıl Yürütme Becerisini Ölçmede Kullanılan Sorular Ve Analizleri 64
4.4.Öğretim Deneyi 3. Oturum 80
4.4.2.Cebirsel Akıl Yürütme Becerisini Ölçmede Kullanılan Sorular ve Analizleri 84
4.5. Son Testlerin Cebirsel Akıl Yürütme Kriterleri Doğrultusunda Analizi 84
4.5.1. Genellemeleri Formüle Etme 85

4.5.2. Matematiksel Argüman Oluşturma 86
4.5.3. Problem Durumunu Analiz Etme 87
4.5.4. Matematiksel İlişki Kurma 88
4.5.5. Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama 88
BÖLÜM V 92
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 92
KAYNAKÇA 98
EKLER 106
EK 1.ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ 106
EK 2. Etik Kurul İzni 107
Ek 3: Uygulamanın Ön Testi 108
Ek 4: Uygulamanın Son Testi 110
Ek 5: Öğretim Deneyi I. Oturum 112
Ek 6: Öğretim Deneyi II. Oturum 113
Ek 7: Öğretim Deneyi III. Oturum 114

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. *Cebirsel Akıl Yürütme (Muhakeme) Kriterleri* 10

Tablo 2. *Oturumların Süreleri* 28

Tablo 3. *Katılımcıların Aynı Duruma Getirdikleri Farklı Yorumlar* 79

Tablo 4. *Katılımcıların Akıl Yürütme Temalarına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması* 90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Akıl Yürütme Becerileri Arasındaki İlişki 7
Şekil 2. Ön Test İçin Geliştirilen Açık Uçlu Soruların İlk Bölümü 21
Şekil 3. Ön Test İçin Geliştirilen Açık Uçlu Soruların İkinci Bölümü 22
Şekil 4. Öğretim Deneyi I. Oturum Açık Uçlu Soruları 22
Şekil 5. Öğretim Deneyi II. Oturum Açık Uçlu Soruları 23
Şekil 6. Öğretim Deneyi III. Oturum Açık Uçlu Soruları 23
Şekil 7. Son Test İçin Geliştirilen Açık Uçlu Sorular 24
Şekil 8. Pilot Uygulama Süreci 25
Şekil 9. Asıl Uygulama Şeması 26
Şekil 10. Farklı Açılardan I. Oturum Görseli 26
Şekil 11. I. Oturum Şeması 26
Şekil 12. Farklı Açılardan II. Oturum Görseli 27
Şekil 13. II. Oturum Şeması 27
Şekil 14. Farklı Açılardan III. Oturum 28
Şekil 15. III. Oturum Şeması 28
Şekil 16. İdea Programı Komut Tanıtımı 31
Şekil 17. İdea Kontrol Kartı 31
Şekil 18. Algılayıcı Komutu Ayrıntıları 32
Şekil 19. Bir Saniye Boyunca Düz Gitmek İçin Yazılan Algoritma 32
Şekil 20. 90 Derece Sağa Dönme Algoritması 33
Şekil 21. Genellemeleri Formüle Etme Tematik Analizi 35
Şekil 22. Matematiksel Argüman Oluşturma Tematik Analizi 36
Şekil 23. Problemi Analiz Etme Tematik Analizi 37
Şekil 24. Emre'nin Grafik Yorumlaması ve Çizimi 38
Şekil 25. Matematiksel İlişki Kurma Tematik Analizi 39
Şekil 26. Asya'nın Sonuçlarını Doğrulama Örneği 39
Şekil 27. Emre'nin Sonuçları Doğrulama Örneği 40
Şekil 28. Ilgaz ve Eren'in İlk Algoritması 41
Şekil 29. Ilgaz ve Eren'in İkinci Algoritması 42
Şekil 30. Ilgaz ve Eren'in I. Oturuma Yönelik Son Algoritması 43
Şekil 31. Su ve Mert'in Oturum İçin İlk Algoritması 43
Şekil 32. Su ve Mert'in Oturum İçin Son Algoritması 44
Şekil 33. Asya ve Emre'nin Algoritması 46

Şekil 34. Ilgaz'ın Oluşturduğu Tablo Şekil ve Sayı Örüntüsü 48
Şekil 35. Ilgaz'ın Sözel Genelleme ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile Verdiği Yanıt 48
Şekil 36. Ilgaz'ın Tablo ve Sayı Örüntüsü 49
Şekil 37. llgaz'ın Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 49
Şekil 38. Eren'in Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü 50
Şekil 39. Eren'in Sözel Genelleme ve Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 50
Şekil 40. Eren'in Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 51
Şekil 41. Su'nun Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü 52
Şekil 42. Su'nun Sözel genelleme, Denklem ve 71 saniyede Robotun Yeriyle İlgili Verdiği Yanıt 52
Şekil 43. Su'nun Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü 53
Şekil 44. Su'nun Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 54
Şekil 45. Mert'in Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü 54
Şekil 46. Mert'in 71.saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 55
Şekil 47. Mert'in Sözel Genelleme ve Denklem Yazma İle İlgili Verdiği Yanıt 55
Şekil 48. Mert'in Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü 55
Şekil 49. Mert'in Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 56
Şekil 50. Asya'nın Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü 56
Şekil 51. Asya'nın Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 57
Şekil 52. Asya'nın Vardığı Genellemeye Dair Kurduğu Denklem 57
Şekil 53. Emre'nin Oluşturduğu Tablo, Sayı Örüntüsü, Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 58
Şekil 54. Emre'nin Oluşturduğu Tablo, Sayı Örüntüsü, Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt 59
Şekil 55. Ilgaz ve Eren'in İlk Algoritması 60
Şekil 56. Ilgaz ve Eren'in II. Oturum Algoritması 61
Şekil 57. Su ve Mert'in Algoritması 62
Şekil 58. Su ve Mert'in II. Oturum Algoritması 62

Şekil 59. Asya ve Emre'nin III. Oturum Algoritması 63
Şekil 60. Ilgaz'ın Soruyu Çözmeden Önce Şekil Üzerinde Çözümleri 67
Şekil 61. Ilgaz'ın Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 67
Şekil 62. Ilgaz'ın Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 68
Şekil 63. Ilgaz'ın Yorum ve Çözümü 69
Şekil 64. Eren'in Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 69
Şekil 65. Eren'in Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 70
Şekil 66. Eren'in Yorum ve Çözümü 70
Şekil 67. Su'nun Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 71
Şekil 68. Su'nun Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 72
Şekil 69. Su'nun Yorum ve Çözümü 72
Şekil 70. Mert'in Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 73
Şekil 71. Mert'in Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 73
Şekil 72. Mert'in Yorum ve Çözümü 74
Şekil 73. Asya'nın Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 75
Şekil 74. Asya'nın Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 75
Şekil 75. Asya'nın Yorum ve Çözümü 76
Şekil 76. Emre'nin Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 77
Şekil 77. Emre'nin Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi 77
Şekil 78. Emre'nin Yorum ve Çözümü 78
Şekil 79. III. Oturum İlk Algoritma 82
Şekil 80. III. Oturum İkinci Algoritma 82

Şekil 81. III. Oturum Üçüncü Algoritma 83
Şekil 82. III. Oturum Dördüncü Algoritma 83
Şekil 83. Katılımcıların III. Oturumda Yanıtları 84
Şekil 84. Son Testin Genellemeleri Formüle Etme Destekleme/Değerlendirme Kriterine Göre Tematik Analizi 85
Şekil 85. Son Testin Matematik Argüman Oluşturma Kriterine Göre Tematik Analizi 86
Şekil 86. Son Testin Problem Durumunu Analiz Etme Kriterine Göre Tematik Analizi 87
Şekil 87. Son Testin Matematiksel İlişki Kurma Kriteri Temasına Göre Analizi 88

ÖZET

Eğitsel Robotik Uygulamalarıyla 7. Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemlerde Cebirsel Akıl Yürütmenin Gelişimi: Bir Öğretim Deneyi

Dinçer, Behiye

Yüksek Lisans, Fen ve Matematik Eğitimi

Doç. Dr. Berna Cantürk Günhan

Günümüz koşullarına bakıldığında 21.yy ihtiyaçlarına cevap veren bireyler yetiştirirken teknolojinin gelişimine ayak uydurabilen, araştıran, üreten, yenilikçi, ekip çalışmasına açık, üst düzey düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi gerektirmektedir. Eğitimde robotiğe karşı olan ilgi son beş yılda oldukça hızlı bir şekilde artmıştır çünkü yüksek teknolojili ürünler üretmek isteyen toplumlar robotik alanına yönelik yatırımlar planlamaktadırlar. Bu çalışmada altı ortaokul öğrencisine idea robotik yazılımı öğretilmiştir. Ardından altı katılımcı ile matematiksel öğrenme ortamı oluşturmak ve cebir alt öğrenme alanında yer alan doğrusal denklemlerde cebirsel akıl yürütmenin gelişim sürecinin incelenmesi amaçlandığından en uygun yaklaşımın nitel araştırma yaklaşımlarından öğretim deneyi seçilmiştir. Araştırma sürecinde ön test uygulamasının ardından tasarlanan üç öğretim deneyi oturumu uygulanmış, ardından son test uygulaması yapılmıştır. Her uygulama ardından da klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Süreçte problem durumları karşısında kod yazma, yazılan koddan bir algoritma oluşturma, algoritmaları simülasyonda izleme, istenilen sonuca ulaşılamadığında yeniden algoritmasını geliştirme gibi aktiviteleri yer almıştır. Geliştirilen algoritmaların içerisinde belirli örüntü ve genelleme süreçleri bulundurması nedeniyle yapılan analizler sonucunda cebirsel akıl yürütme becerilerinde ön test ile son test karşılaştırıldığında gözlenebilir bir gelişim kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra katılımcıların çoklu temsil biçimlerini kullanma, be temsilleri anlama ve birbirine dönüştürme becerilerinde, bilimsel süreç becerilerinde ve problem çözme becerilerinde gelişim görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: robotik, cebirsel akıl yürütme, doğrusal denklemler

ABSTRACT

Development of Algebraic Reasoning in Linear Equations of 7th Grade Students with Their Educational Robotic Implementations: A Teaching Experiment

Dinçer, Behiye

Masters, Education of Mathematics and Science

Assoc. Prof. Dr. Berna Cantürk Günhan

Looking at today's conditions, individuals who respond to 21st century needs to educate individuals who can keep up with the development of technology, research, produce, innovate, open to teamwork and have high-level thinking skills. The interest in robotics in education has increased rapidly in the last five years because societies that want to produce high-tech products are planning investments in the robotic field. In this study, it was aimed to create a mathematical learning environment with six participants who know the idea robotics software of secondary school students and to examine the development process of algebraic reasoning in the linear equations in the field of algebra. This study was selected from the qualitative research approaches of the most appropriate approach. In the research process, three instructional experiment sessions were conducted after the pretest and then the last test and clinical interviews were carried out. In the process, the algorithms developed in response to the problems in the process, as a result of the analyzes made due to the specific pattern and generalization processes, were compared with the pre-test in the algebraic reasoning skills. development was observed. In addition, participants discussed the use of multiple forms of representation, understanding and interpersonal skills, scientific process skills, and problem-solving skills.

Keywords: robotic, algecraic reasoning, linear equations

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Bilim ve teknolojide gerçekleşen hızlı değişim, bireyde ve toplumda değişen ihtiyaçlar, öğrenme öğretme yaklaşımlarındaki hızlı yenilik ve gelişmeler çağın bireylerinden beklenenleri de etkilemiştir. Bu değişim hazır bilgiyi alan değil, bilgiyi üreten, hayatında işlevsel bir şekilde kullanabilen, eleştirel düşünebilen, problem çözebilen, kararlı, girişimci, empati yapabilen, iletişim becerilerine gelişmiş, topluma katkı sağlayan bir bireyi tanımlamakta kullanılabilir (MEB, 2018).Bütün bu gelişmeler matematik eğitimini de etkilemekte ve geliştirilen bu genel pedagoji ile uyumlu, alanın kendi içerisinde özel yaklaşımların oluşumuna neden olabilmektedir (Öner ve Ertekin, 2016).

Günümüz koşullarına bakıldığında 21.yy ihtiyaçlarına cevap veren bireyler yetiştirirken teknolojinin gelişimine ayak uydurabilen, araştıran, üreten, yenilikçi, ekip çalışmasına açık, üst düzey düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi gerektirmektedir. Yüzyıllardır toplumların yöneten kısmında olması yeterli olabilen "problem çözme", "işbirliği yapabilme", "yaratıcılık" ve "eleştirel düşünme" gibi beceriler 21. yüzyılda evrensel okuryazarlık olma yolundadır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). Tüm bu nedenlerle teknolojiyi tüketen değil üretebilen nesillerin yetiştirilmesi daha da önem kazanmıştır. Eğitsel robotik uygulamaları tüm bu yetiştirme sürecinde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM-STEM) disiplinlerindeki temel bilgi ve becerileri kazandırma ve geliştirmede bu disiplinler arasındaki bağların kurulmasını da kapsamaktadır. Ayrıca eğitsel robotik çalışmaları Üçgül'ün (2013) ifade ettiği gibi FeTeMM kariyerine katkı sunma amacıyla da kullanılmaktadır. Birçok çalışma, robotların öğrencilerde FeTeMM kavramına olan ilgiyi ve öğrenmeyi ne şekilde etkilediğine odaklanmıştır. Yapılan araştırmalar robotikle etkileşimin FeTeMM kariyerlerinde yüksek derecede öğrenci ilgi ve katılım sağladığını göstermektedir (Nugent, Barker, Grandgenett & Adamchuk (2010); Robinson 2005; Rogers ve Portsmore 2004).

Yine günümüz bireylerinde bilişsel süreçlerin yansıması olarak sembollerle anlayarak cebirsel durumlar arasında bağ kurma, çoklu temsiller yardımıyla düşüncelerini ortaya çıkarma, cebirsel durumların içerisinde yer alan kavramları betimlemeyi ve akıl yürütme yoluyla sonuca ulaşabilmeyi ifade eder (Kaya, 2015). Matematiksel anlamanın özel

alanlarından olan cebirsel akıl yürütmenin kazanılmasının da günümüz becerilerinin geliştirilmesinde önemi olduğu açıktır. Bu nedenle problem durumları karşısında katılımcıların robotik kodlama yaparken ve ardından robotun hareketlerini gözlemleyip oluşan durumları çoklu temsil biçimleriyle temsil etmesi, böylelikle cebirsel akıl yürütme gelişiminin gözlenmesi hedeflenmiştir.

Tüm bu nedenlerle çalışmada katılımcılara idea o-bot robotik yazılım eğitimi verilmiştir. Ardından öğrencilerden 7. Sınıf öğretim programları doğrusal denklemler kazanımları ve cebirsel akıl yürütme kriterleri doğrultusunda tasarlanan öğretim deneylerinde oluşturulan senaryolarda problem durumlarına yönelik robotik yazılımı kullanarak kod yazmaları ve yazdıkları kodu uygulayan robotun oluşturduğu durumu incelemeleri beklenmiştir. Tüm bu süreçlerin tamamında katılımcıların akıl yürütme kriterlerini ne derece yansıtabildiği incelenmiştir.

1.2. Amaç ve Önem

Yüksek teknolojili ürünleri üretmek isteyen toplumlarda, robotik alanına yönelik yatırımlar planladığından son beş yılda eğitimde robotiğe karşı olan ilgi hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Bu yatırımların başında ise toplumların geleceği olan çocuklar için yapılan eğitim yatırımları gelmektedir. Bu yüzden eğitim ortamlarında çeşitli eğitsel robotik uygulamalarının yaygınlaştığı görülmektedir (Freeman, Adams Becker, Cummins, Davis & Hall Giesinger, 2017). Robotik etkinlik/yarışma ve çalışmalarının ülkemizde git gide ilgi çeken bir noktada olduğu bilinmektedir. FeTeMM alanlarına ilginin çocuklarda okul öncesi yıllarından başlayarak oluşturulabileceği de göz önüne alındığında bu konuda yapılacak çalışmaların önemi ortaya çıkmaktadır (Şişman ve Küçük 2018). Bir yanda da dünyada ve ülkemizde robotlarla ilgili çalışmalar genellikle kurs, kulüp ve proje kapsamında yürütülmüştür (Witherspoon, Reynolds & Copas, 2004; Mauch, 2001; Çavaş ve Huyugüzel Çavaş, 2005; Gennari, Dodero ve Janes, 2012; Koç Şenol ve Böyük, 2015, Şişman ve diğerleri 2018).

Ülkemizde çoğunlukla özel okullarda, devlet okullarında ise öğretmenlerin kişisel çabalarıyla Bilişim Teknolojileri dersinde veya kulüp etkinlikleri kapsamında eğitsel robotik uygulamalarına yer verilmeye başlanmıştır. Ayrıca birçok üniversite ve okul çocuklar için robotik yaz kampları düzenlemektedir. Eğitsel robotik uygulamalarının diğer disiplinlerle ilişkisi ele alındığında öğrenme sürecinin farklı açılardan incelenmesi etkili öğrenme ortamları oluşturulması açısından önemlidir (Şişman ve diğerleri, 2018). Bu çalışmayı özgün kılan bir taraf ise robotik uygulamalarının kulüp aktivitesi, robotik yarışmalarında

kullanılmasının ötesinde matematik dersi kazanımlarıyla ilişkilendirilerek problem durumu karşısında kod yazmak suretiyle öğretimde ders uygulama aracı olarak kullanılmasıdır.

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin idea robotik yazılımını bilen altı katılımcı ile matematiksel öğrenme ortamı oluşturmak ve cebir alt öğrenme alanında yer alan doğrusal denklemlerde cebirsel akıl yürütmenin gelişim sürecinin incelenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişiminde, teknoloji üretebilen teknoloji destekli matematik eğitimi alanına yeni bir yönelim daha eklemesi hedeflenmiştir.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Bu çalışmanın araştırma sorusu aşağıdaki gibidir:

"Eğitsel robotik uygulamalarının tasarlanan bir öğretim deneyi yöntemiyle 7. sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemler konusunda cebirsel akıl yürütmenin gelişimi nasıldır?" olup alt problem cümleleri ise aşağıdaki gibidir:

"Eğitsel robotik uygulamalar öncesi 7.sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemler konusunda cebirsel akıl yürütme gelişimi nasıldır?"

"Eğitsel robotik uygulamalarının öğretim deneyi sürecinde, 7. sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemler konusunda cebirsel akıl yürütmenin gelişimi nasıldır?"

"Eğitsel robotik uygulamalar sonrası 7. Sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemler konusunda cebirsel akıl yürütmenin gelişimi nasıldır?"

1.4. Sınırlılıklar

Araştırmanın dayandığı temel sınırlılık şudur;

2017-2018 öğretim yılı bahar döneminde Muğla'da bulunan bir devlet ortaokulunda 7. sınıfına devam eden araştırmadan yaklaşık üç ay önce doğrusal denklemler konusunu öğretim programları doğrultusunda öğrenmiş, klinik görüşmelere katılan 6 öğrenci ile sınırlıdır.

Araştırma 2017- 2018 eğitim öğretim yılı öğretim programları, matematik dersi cebir öğrenme alanında bulunan "doğrusal denklemler" öğrenme alanı içerisindeki " Aralarında doğrusal ilişki bulunan iki değişkenden birinin diğerine bağlı olarak nasıl değiştiğini tablo, grafik ve denklem ile ifade eder." kazanımı ile sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Araştırmanın dayandığı temel varsayımları şunlardır:

Araştırmada kullanılacak ölçme araçları için alınan uzman görüşleri yeterlidir.

Araştırma süresince öğrenciler uygulanan ölçme araçlarına sorularını içtenlikle yanıtlamış oldukları kabul edilecektir.

1.6. Tanımlar

Algoritma: Bir problemi ya da soruna çözüm getirmek adına ve ya belirlenen bir amaca ulaşmak için gerekli olan mantıksal, sıralı adımların tümüdür.

Cebirsel Akıl Yürütme: Sayılar ve işlemlerden yola çıkarak genelleme yapmayı, bu genellemeleri anlamlı semboller kullanarak formülleştirmeyi, örüntü ve fonksiyon kavramlarını incelemeyi içeren akıl yürütme biçimidir.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE / KAVRAMSAL ÇERÇEVE / İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde cebirsel akıl yürütme ve robotik başlıklarıyla kavramlar ele alınmış ardından ilgili araştırmalar alt başlıklarla yansıtılmıştır. Bu araştırma ile yedinci sınıf öğrencilerinin eğitsel robotik uygulamalarla doğrusal denklemlerde cebirsel akıl yürütme becerilerinin gelişimi incelenmek istendiğinden konuyla ilişkili ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan araştırmalar bu bölümde ele alınmıştır. Alan yazında cebirsel akıl yürütmeye yönelik olarak, farklı açılardan ele alınan araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte cebirsel akıl yürütme gelişimi üzerine yedinci sınıf öğrencileri ile ilgili çok az sayıda çalışma yapıldığı için farklı yaş seviyelerindeki çalışmalara da yer verilmiştir. Ancak içerisinde robotik uygulamalarla matematiksel düşünme becerileri üzerine ulusal yazında hiç çalışma bulunmamaktadır. Bu kapsamda ele alınabilecek bazı araştırmalar aşağıda açıklanmıştır.

2.1. Cebirsel Akıl Yürütme ile İlgili Teorik Çerçeve

Cebir, genel olarak sayı ve semboller kullanılarak incelenen ilişkileri genelleştirip denkleme dönüştürmeyi sağlayan matematiğin bir dalıdır (Akkaya ve Durmuş, 2006). Lacampagne (1995), cebiri matematiğin dili olarak tanımlar ve cebirsel kavramların tam olarak öğrenilmesiyle ileri matematiğin kapılarının açılacağını, aksi durumda ise üniversite ve teknolojiye dayalı kapıların kapanacağını belirtir. Usiskin (1997) de cebiri bir dil olarak tanımlar. Ona göre bu dilin beş temel yanı vardır. Bunlar; bilinmeyenler, formüller, genelleştirilmiş örüntüler, değişkenlerin yerini alan ilişkilerdir. Benzer şekilde Sutherland ve Rojano (1993) cebiri, matematikteki ya da diğer disiplinlerin fikirlerini açıklamada kullanılan bir matematik dili olarak ifade eder. Kieran (1992) ise cebiri, harfleri kullanarak nicelikleri ve sayıları temsil etmenin yanında, bu sembollerle hesaplama da yaptırdığını belirtir. Tanımlardan da anlaşılacağı gibi cebir, matematik bilimi için önemli bir rol oynamakla birlikte, diğer disiplinlerin ve günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olarak da değerlendirilebilir.

Cebir öğretimi ve öğrenimi ilkokulda örüntüler ve aritmetikle başlayıp ortaokulda denklemler, lisede ise fonksiyonları içine alan geniş bir yelpazeye sahiptir. Öğrenenin cebir alanındaki bilgi ve becerilerin artmasıyla cebirsel düşünme becerileri gelişimi de artmaktadır

(Yenilmez ve Teke, 2008). Bu noktada cebir öğreniminin ve öğretiminin ne kadar önemli olduğu düşüncesi ön plana çıkmaktadır. Cebir matematikte ve günlük hayatta bu denli önemli olsa da, öğrenim ve öğretim boyutunda çeşitli problemler yaşanmaktadır. Yapılan çalışmalar her seviyedeki öğrencilerin cebirsel problemleri anlamada ve çözümlerini bulmakta zorlandıklarını göstermektedir (Dede, 2004).

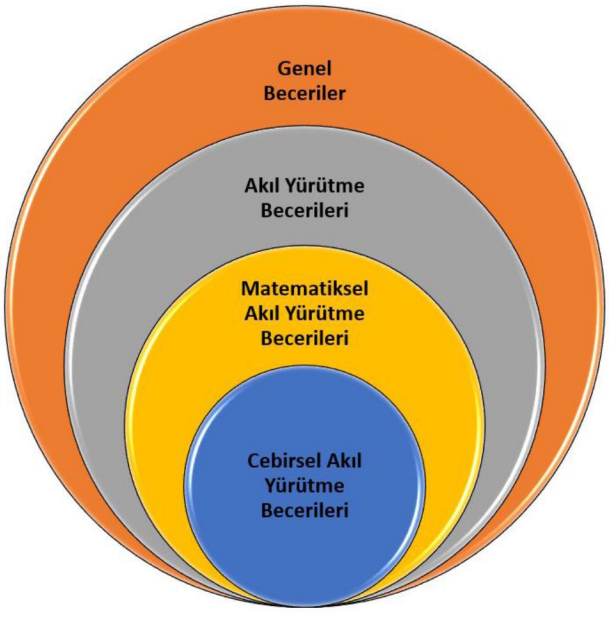
Cebir ve cebir öğretiminin yapı taşlarından birisi olan değişken kavramı aritmetikten cebire geçişte ve ileri matematiksel kavramların öğrenilmesinde büyük önem taşır (Schoenfeld ve Arcavi, 1988). Yine bu kavramın da ulusal ve uluslararası araştırmalar öğrenciler tarafından anlaşılmasında zorluk yaşadıklarını göstermektedir (Yıldızhan ve Şengül 2017; Tekay ve Doğan 2015; Baghdad ve Saban 2014; Soylu, 2008; Yenilmez ve diğerleri 2008; Soylu, 2006; Akgün ve Özdemir, 2006; Dede, 2005; Dede ve Argun, 2003; Dede, Yalın ve Argun, 2002; English ve Warren, 1998; MacGregor ve Stacey, 1997; Arcavi ve Schoenfeld 1988; Wagner, 1983; Küchemann, 1981; Rosnick, 1981). Erbaş, Çetinkaya ve Ersoy'un (2009) basit doğrusal denklemlerin çözümünde öğrencilerin karşılaştığı güçlükler ve kavram yanılgıları üzerine yaptıkları çalışmalarında ise, başarı seviyesi düşük öğrencilerin daha çok yanlış kurallamalar, başarı seviyesi orta ve yüksek öğrencilerin ise daha çok aritmetik ya da işlem odaklı yanlışlar yaptığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin cebir ve bileşenleri konusunda çok fazla fikir sahibi olmadıkları ve cebiri tam olarak kavrayamadıkları söylenebilir (Kieren, 1981). Diğer taraftan öğrencilerin cebirsel akıl yürütme yapılarının yetersizliği de bu durumu tetikler niteliktedir. Çünkü akıl yürütme öğrencinin sorgulamasını ve düşünmesini ön plana çıkarabilme becerisine sahip olmayı gerektirir.

2.1.1.Cebirsel Akıl Yürütme

Akıl yürütme kısaca mantıksal düşünme, yargıya varma, sonuç çıkarma olarak ifade edilebilir. Matematiksel akıl yürütme ise yeni ortaya çıkan matematiksel fikirler ile birlikte keşfetmeyi, öğrencilerin neden sorusuna yanıt ararken problemi yapılandırmasını, açıklanmasını ve onaylanmasını içerir (Kasmer, 2008).

Cebirsel akıl yürütme ise matematiksel akıl yürütmenin özel bir biçimidir. Yalnızca cebir çalışmalarıyla sınırlı değildir. Cebirsel akıl yürütme, matematik öğretiminde bütün sınıf seviyelerinde öne çıkan bir kavramdır. Bunun nedenleri, cebirsel akıl yürütme kavramının içini dolduran akıl yürütme, temsil kullanma, sembolik temsillerin anlamını açıklama, değişkenleri anlama, temsiller arasında dönüşüm yapma, problem çözme, matematiksel fikirlerin gelişimi için modellerle çalışma, gibi matematiksel becerilerin önemi, bu

becerilerin öğrencilere kazandırılmasındaki gereklilik ve bu konuda yaşanan sıkıntılardır (Kaf, 2007). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) bazı dergilerinin belli baskılarını tamamen cebirsel akıl yürütme, cebirsel akıl yürütmenin gelişimi ve değerlendirilmesine ayırarak 2004-2005 yılını kişisel gelişimde cebirsel akıl yürütme yılı olarak belirlemiştir. Çünkü cebirsel akıl yürütme; Çelik, (2007)'nin belirttiği gibi bireyleri gelecekteki akademik ve iş hayatına hazırlamanın yanında, onları yaşama hazırlamak açısından da çok önemli bir yere sahiptir. Akıl yürütme sayesinde düşünüp etkili kararlar verildiğinden akıl yürütme yaşamı kolaylaştırıcı özelliği olan önemli bir yetenektir (Erdem, 2011). Bu bağlamda cebirin önemli olduğu ve öğrencilerin eğitim yaşantılarında ve günlük yaşamlarında cebirsel akıl yürütme becerilerini kullanmalarının da gerekliliği görülmektedir. Bunun yanında cebirsel akıl yürütme becerisi yalnızca matematik dersinde değil günlük hayatta bireylerin karşılaştıkları güçlükler üzerinde düşünmeye, yorumlamaya ve çözüm yolu aramaya yönelik etkinlikler de içermektedir. (Bike Kalkan, 2014). Bu etkinlikler öğrencide oluşacak zihinsel etkinlikleri doğrudan etkileyebilmektedir. Seçilecek uygun öğretim yöntem ve teknikleri anlamlı cebirsel akıl yürütme becerisini ve yaşam boyu gelişimini sağlayabilmektedir.



Şekil 1. Akıl Yürütme Becerileri Arasındaki İlişki

Akıl yürütme becerileri olarak adlandırabileceğimiz bu becerileri kazandıran alanlardan biri de matematiktir. Akıl yürütme kısaca mantıksal düşünme, yargıya varma,

sonuç çıkarma olarak ifade edilebilir. Trends in Mathematics and Science Study (TIMSS), matematiksel akıl yürütmeyi

- Tahminde bulunma,
- Birleştirme,
- Analiz yapma,
- Değerlendirme,
- İlişki kurma,
- Rutin/rutin olmayan problemleri çözme ve
- İspat yapma şeklinde sınıflandırırken,

NCTM (2000) ise öğrenci değerlendirme standartlarında matematiksel akıl yürütmeyi şu şekilde sınıflandırmıştır;

- Örüntüleri tanıma ve varsayımları oluşturmada tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabilme,
- Matematiksel ifadelerde makul tartışmalar geliştirmeye yönelik akıl yürütme yapabilme,
- Matematiksel problemleri çözme sürecinde, orantısal akıl yürütmeyi ve uzamsal akıl yürütmeyi kullanabilme,
- Sonuçların doğruluğunu kanıtlamada, tartışmaların geçerliliğine formal ve informal argümanlarla karar verme ve tümdengelime dayalı bilişsel süreçlerle geçerli tartışmalar oluşturma,
- Verilen durumları çözümleyebilme, yapılarını ve genel özellikleri belirleyebilme.

Alan yazın incelendiğinde cebirsel akıl yürütmenin farklı yönlerine vurgu yapan tanımların verildiği görülmektedir. Örneğin, NCTM' ye (2000) göre cebirsel akıl yürütme, nicel ilişkilerin temsili ve bu ilişkilerin anlaşılması için matematiksel modeller kullanmayı, cebirsel semboller kullanarak matematiksel yapıları ve durumları farklı temsil biçimleriyle ifade edebilmeyi ve analiz edebilmeyi, fonksiyonları anlamlandırmayı, gerçek yaşam durumlarında karşılaşılan değişimi analiz etmeyi gerektirir. Yani cebirsel akıl yürütme, bir problem durumundan bilgi edinerek, bilgiyi diyagramlar, kelimeler, tablolar, grafikler ve denklemler yoluyla matematiksel ifade etmektir. Bilinmeyenler için problemi çözmek, varsayımları test etmek ve fonksiyonel ilişkiyi açıklamak gibi matematiksel bulguları yorumlama ve uygulamayla farklı durumları analiz edebilmek için matematiksel sembol ve araçları kullanmak şeklinde de ifade edilebilir (Herbert & Brown, 1999). Wagner ve Kieran (1999) ise cebirsel akıl yürütmeyi bilgi yapıları, değişken kullanma, fonksiyonları anlama,

genelleme ve örüntüleri formüle etme olarak belirli kısımlara ayırmakta; Kieran ve Chalouh (1993) ise cebirsel akıl yürütmeyi, sembol ve işlemlerle anlamlarını inşa edip zihinde matematiksel akıl yürütmenin gelişimi olarak ifade etmektedirler. Kaf'a (2007) göre de cebirsel akıl yürütme içerisinde temsil kullanma, temsiller arasında dönüşüm yapma, temsillerin anlamını açıklama, akıl yürütme, değişkenleri anlama, modellerle çalışmak gibi matematik için hayati becerileri içeren bir düşünme şeklidir. Cebirsel akıl yürütme, nicel durumlarda değişken kullanma ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi anlama kapasitesi şeklinde de ifade edilmektedir (Driscoll, 1999). Kaput (1999), çalışmasında cebirsel akıl yürütmeye ilişkin yapılan tüm bu açıklamaları içinde barındıran bir tanımlamayı beş maddede aşağıdaki şekilde özetlemiştir. Ona göre cebirsel akıl yürütme ise matematiğin tümündeki aritmetik ve örüntülerden genelleme, sembolleri anlamlı kullanımı, sayı sistemindeki yapıların çalışılması, fonksiyonlar ve örüntülerin çalışılmasından oluşan dört aşamalı matematiksel modelleme sürecidir. Greenes ve Findell (1998) ise cebirsel akıl yürütmenin ana temasını; temsil kullanma, orantısal düşünme, eşitlik, değişken kavramı, bağıntı ve fonksiyon, tümevarımsal düşünme ve tümdengelimsel düşünme şeklinde başlıklarla ele almaktadırlar.

Belirtilen çalışmalardan derleyerek Bike Kalkan (2014) çalışmasında cebirsel akıl yürütme ve kavramsal anlama kriterleri oluşturmuştur. Bu çalışmada, belirtilen çalışmanın akıl yürütme kriterleri Tablo 1'de belirtildiği şekliyle kullanılmıştır. "Genellemeleri formüle etme, değerlendirme ve destekleme" CAYK1 olarak kodlanmıştır. CAYK1, herhangi bir örüntü, tablo, grafik vb durumlar için doğru bir açıklama yapabilmedir. "Matematiksel argümanları oluşturma, değerlendirme ve destekleme" CAYK2 olarak kodlanmıştır. CAYK2, özel ya da genel bir durum hakkında informal ya da formal bir açıklama yapabilme, yani en son genelleme için bir varsayım yapabilme olarak isimlendirilebilir. "Problem durumunu analiz etme ve değerlendirme" CAYK3 olarak kodlanmıştır. CAYK3, problem durumu karşısında çözüm için problemden yararlı bir bilgi ortaya çıkarabilmedir. "Matematiksel ilişkiyi kurmak/desteklemek için tümevarım ve tümdengelim akıl yürütmeyi kullanmak" CAYK4 olarak kodlanmıştır. CAYK4, tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmak, örüntü çalışmalarında matematiksel ilişkiyi arama ve analayabilme, tümdengelimsel akıl yürütmeyi kullanmak ise, belirli bir durumda bulunan bir örüntüyü desteklemek için kurulan matematiksel bir ilişkiyi kullanabilmektir. "Başkalarının düşüncelerini/ fikirlerini/ yaklaşımlarını anlamlandırma ve bunların arkasındaki mantığı sağlama" CAYK5 olarak kodlanmıştır. CAYK5, eleştirel/değerlendirici bir yaklaşımla diğerlerinin mantığının ve akıl yürütmesinin kabul edilip edilemeyeceğini anlayabilmedir. "Yanlış anlama ya da

anlaşmazlık durumlarında sorular sorma ve tartışmayı artırma" CAYK6 olarak kodlanmıştır. CAYK6, herhangi bir durum için açıklama isteme ya da karşıt bir görüş sağlayabilmedir. "Çeşitli konulardaki sonuçları doğrulama ve destekleme" CAYK7 olarak kodlanmıştır. CAYK7, bir genelleme ya da bir argüman yapma zorunluluğu olmadan bulguları özetleyen bir açıklama yapabilmedir.

Bu çalışmada bu kavramsal çerçevenin tercih edilmesinde çerçevenin sistematik kriterler içermesi, literatürü temsil gücü, 2017-2018 eğitim öğretim yılı öğretim programlarında ifade edilen kazanımları gözlemlemeye yardımcı olması, bir de araştırmanın yönteminde bulunan ekip çalışması yapılmış olması ve bununla birlikte CAYK5 ve CAYK6'yı gözlemlemek için de uygun olmasıdır.

Tablo 1.
Cebirsel Akıl Yürütme (Muhakeme) Kriterleri

Cebirsel Akıl Yürütme Kriterleri	**Kriter Açıklamaları**
CAYK(1):	**Genellemeleri formüle etme, değerlendirme ve destekleme:** *Herhangi bir durum için doğru bir şeyler hakkında bir açıklama yapabilmedir.*
CAYK(2):	**Matematiksel argümanları oluşturma, değerlendirme ve destekleme:** *Özel ya da genel bir durum hakkında informal ya da formal bir açıklama yapabilme, yani enson genelleme için bir varsayım yapabilmedir.*
CAYK(3):	**Problem durumunu analiz etme ve değerlendirme:** *Çözüm için problemden yararlı bir bilgi ortaya çıkarabilmedir.*
CAYK(4):	**Matematiksel ilişkiyi kurmak/desteklemek için tümevarım ve tümdengelim muhakemeyi kullanmak:** *Tümevarımsal muhakemeyi kullanmak, örüntü çalışmalarında matematiksel ilişkiyi arayabilme, tümdengelimsel muhakemeyi kullanmak ise, belirli bir durumda bulunan bir örüntüyü desteklemek için kurulan matematiksel bir ilişkiyi kullanabilmektir.*
CAYK(5):	**Başkalarının düşüncelerini/ fikirlerini/ yaklaşımlarını anlamlandırma ve bunların arkasındaki mantığı sağlama:** *Eleştirel/değerlendirici bir yaklaşımla diğerlerinin mantığının ve muhakemesinin kabul edilip edilemeyeceğini anlayabilmedir.*
CAYK(6):	**Yanlış anlama ya da anlaşmazlık durumlarında sorular sorma ve tartışmayı artırma:** *Açıklama isteme ya da karşıt bir görüş sağlayabilmedir.*
CAYK(7):	**Çeşitli konulardaki sonuçları doğrulama ve destekleme:** *Bir genelleme ya da bir argüman yapma zorunluluğu olmadan bulguları özetleyen*

	bir açıklama yapabilmedir.

2.1.2. Cebirsel Akıl Yürütme ile İlgili Araştırmalar

Alan yazında cebirsel akıl yürütmeye yönelik olarak, farklı açılardan ele alınan araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte cebirsel akıl yürütme gelişimi; Kaya ve Diğerleri (2016) makale çalışmasında, yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel akıl yürütme becerisiyle başarı düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma yöntemi olarak nicel araştırma seçilmiş olup veri toplama aracı olarak öğrencilerin cebirsel akıl yürütme becerilerini belirlemeye dayalı yedi boyutlu ve Kaya (2015) tarafından geliştirilen Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı (CMDA) kullanılmıştır. Analizler; öğrencilerin cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma becerilerinin iyi düzeyde olduğu görülmüştür. Bununla birlikte aynı verinin farklı kriterlerine ait test puanlarının düşük veya orta düzeyde olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada cinsiyete dayalı cebirsel akıl yürütme becerileri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Yıldırım' ın (2016) yüksek lisans tezinde, 7.sınıf öğrencilerine denklemler konusunun etkinliklerle öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine ve matematik kaygılarına olan etkisini incelemiştir. Çalışmada nicel ve nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, deney gurubu öğrencileri ile kontrol gurubundaki öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleriyle matematik kaygıları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki grupta da uygulama sonrasında cebirsel düşünme düzeyi testinden aldıkları puanlar artmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden öğrencilerin etkinlikle öğretimi ve sevdiği analizler sonucunda etkinlikle öğretim etkili olmuştur ancak öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri yeterli bulunmamıştadır.

Kaya (2015) doktora çalışmasında, Geogebra programı ile hazırlanmış çoklu temsil temelli öğretimin cebirsel düşünme düzeyleri, cebirsel akıl yürütme becerisi ve matematiğe yönelik tutumlarına yedinci sınıf cebir öğretimindeki etkisini incelemiştir. Çalışma nicel araştırma yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları; cebirsel düşünme düzeyleri için Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi, cebirsel akıl yürütme becerilerini için Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı ve matematik dersine yönelik tutumlarını incelemek amacıyla da Matematik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Deneysel araştırmanın sonuçlarına göre, deney grubu öğrencilerinin cebir testiyle matematiğe yönelik tutum ortalama puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, Geogebra ile hazırlanmış çoklu temsil temelli öğretimin, kontrol grubuna göre; çoklu temsil

biçimlerini birbirine dönüştürme ve cebirsel akıl yürütme stratejisini belirlemede daha etkilidir. Bir bu deneysel öğretimin rutin olmayan problemleri çözme becerilerini, çıkarımla cebirsel işlemler yapabilmeyi, bir problemin sonucun doğruluğuna ve doğru çözüm yolunu belirleyebilmeyi geliştirmede daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Bike Kalkan'ın (2014) yüksek lisans çalışmasında cebir öğrenme alanında yer alan doğrusal denklemler alt öğrenme alanından doğrusal ilişki ve eğim kavramlarına ilişkin sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve cebirsel muhakeme yapılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya Eskişehir ilindeki iki ilköğretim okulundan seçilen toplam 103 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada verilerin çözümü ve araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunun doğrusal ilişki, doğrunun grafiği ve eğimi hakkında zorluk yaşadıkları ve kavram yanılgılarına sahip oldukları, kavramları daha çok işlemsel boyutta algıladıkları ve benimsedikleri kavramların çoğunun ise ezber bilgi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında öğrencilerin genel olarak eğim, doğrusallık ve doğrusal ilişki kavramlarına ilişkin yeterli kanıt geliştiremedikleri, ortaya attıkları argümanları da yeterince destekleyemedikleri bunlara bağlı olarak da sağlıklı bir cebirsel muhakeme yapamadıkları görülmüştür.

Baghdad ve diğerleri (2014) makale çalışmasında 8. sınıf öğrencilerinin semboller ve cebirsel ilişkileri kullanabilme, genellemeleri formüle edebilme ve çoklu temsil biçimlerinden yararlanma şeklinde ifade edilen cebirsel düşünme becerilerini SOLO Taksonomisiyle incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma yöntemi nitel araştırmadır. Katılımcılar 8. sınıf öğrencilerinden maksimum çeşitlilik örneklemesine göre seçilmiştir. Çalışmada uzman görüşleri ışığında araştırmacının hazırladığı sekiz problem kullanılmıştır. Katılımcılarla bu sekiz problem üzerinden klinik mülakatlar yürütülmüştür. Veriler betimsel analiz yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırmada katılımcı kitlesinin çoğunluğunun SOLO Taksonomisinde geçen ilişkilendirilmiş yapı (İY) seviyesinin altında olduğu görülmüştür. Öğrencilerin, sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma becerisini sergileme en çok zorlandıkları beceri olmuştur. Öğrencilerden ders notu yüksek olan öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerinin görece daha yüksek olduğu görülmüştür.

2.2. Robotik Teorik Çerçeve

Günümüz çağdaş eğitiminin amaçları arasında bilgiyi depolamaktan ziyade, bilgiyi günlük yaşamda ihtiyaç duyduğu noktada kullanabilme becerisine sahip, teknolojiyi bilinçli, etkili ve verimli bir şekilde kullanabilen bireyler yetiştirmek vardır. 21.yy becerilerine sahip bireylerin yetiştirilebilmesi için de öğrencilere zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarıyla

yaparak yaşayarak öğrenebilecekleri durumlar hazırlanmalıdır. Çavaş ve Huyugüzel Çavaş (2005), yaparak-yaşayarak öğrenmenin ve eğlenceli bir şekilde tasarlanmasının öğrenmeyi en üst noktalara çıkardığı ayrıca öğrenmenin kalıcılığını arttırdığını belirtmiştir.

Papert (1971) de öğrencilerin aktif olarak sürece katıldıklarında ve anlamlı ürünler tasarlayıp oluşturduklarında en iyi şekilde öğrenebildiklerine vurgu yapmaktadır. Bu görüşe dayalı olarak eğitsel robotik uygulamalarında öğrenciler öğrenme sürecinin her aşamasında aktif rol almaktadırlar. Bu süreçte robotlar tasarlamakta, oluşturdukları robotları programlamakta ve sonuçlarını anında görebilmektedirler. Öğrenciler robotlarını blok tabanlı ya da metin tabanlı görsel programlama araçlarıyla programlamaktadırlar. Programlama sürecinde robotların kızılötesi, dokunma, renk ve ses gibi çeşitli sensörleri kullanılarak çevreyle etkileşime girmeleri sağlanmaktadır. Böylece öğrenciler belirledikleri amaçlar doğrultusunda farklı işlevleri yerine getirebilen özgün robotik projeleri geliştirebilmektedirler. Alan yazında yapılan çalışmalar eğitsel robotik uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olabildiğini göstermiştir (Şenol, A. K, ve Büyük, U. 2015, Eguchi, 2014; Gerecke & Wagner, 2007; Lin ve diğ., 2009).

Yine Papert (1993) robotik etkinliklerin sınıf öğretimini geliştirmek için muazzam bir potansiyele sahip olduğuna inanmaktadır. Bununla birlikte, Williams, Ma, Prejean, Lai & Ford (2007), robotik uygulamaların k-12 müfredatı üzerindeki etkisini kanıtlamak için sınırlı ampirik kanıt olduğunu teyit etmektedir. Eğitimciler, matematik, fen ve mühendislik dahil olmak üzere çeşitli konuların öğretimine robotik dahil etmek için fikirler üretmeye ve etkinlikler geliştirmeye başlamıştır. Bir yandan da, öğrencilerin akademik performansı üzerindeki doğrudan etkisini desteklemek için araştırma kanıtı yoktur, robotik faaliyetler sadece "moda" olabilir (Johnson, 2003 tarafından sunulan zorluk). Araştırmacılar, eğitimde robotik kullanımı ile ilgili literatürün çoğunun, bireysel inisiyatiflerle olumlu sonuçlar elde eden öğretmenlerin raporlarına dayanarak, tanımlayıcı nitelikte olduğunu vurgulamaktadır (Williams ve diğerleri. , 2007; Caci, Petre & Price, 2004; Cardaci, & Lund, 2003).

Son yıllarda popülerleşen ve yeni bir teknoloji alanı ''Robotik'' robotların çalışma ve kullanımını, inşa etme süreçlerini, robot tasarım ve programlama süreçlerini içeren teknolojidir. Robotik; mekanik, elektronik, mühendislik vb. alanlardaki robotların tasarlama ve programlama sürecini içerir. Robotik teknoloji, eğitim alanında eğitimcilere teknolojiyle bütünleştirilmiş, robotik öğretim programı katkısını sunar. Bunun yanında gelişmiş teknoloji uygulamalarını öğrenme ortamı içerisinde robotlar üzerinde gerçekleştirerek öğrenmenin daha anlamlı, kalıcı olmasını sağlamak ve elde edilen bu bilgi ve becerilerin günlük

yaşantılarını kolaylaştıracak pratik ve kuramsal ürünler ortaya koymalarını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Wood, 2003).

Dünyada eğitimde robotiğin kullanımını araştırmaya yönelik yapılan eğitim çalışmalarına bakıldığında, robotiğin eğitimde öğrenciler için önemli bir zenginleştirilmiş öğrenme ortamı olduğu açıktır (Koç Şenol ve Böyük, 2015). Eğitici robotlar üzerinde dünya genelinde birçok ülke yaygın olarak araştırmalar yapmaktadır. Bu ülkelerin başında; Japonya, Kanada, Yeni Zelanda, Güney Kore, Avustralya, Tayvan, Amerika Birleşik Devletleri, Portekiz gibi ülkeler gelmektedir. Japonya Robot Derneği (JARA), Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) ve Birleşmiş Milletler Ekonomik Komisyonu (UNEC) kurumları, son yıllarda eğitim alanında ve Pazar payında robotların, ciddi bir şekilde büyüdüğünü ve önümüzdeki on yılda daha da hızla büyüyeceğini aktarmaktadırlar (Barreto ve Benitti, 2012).

Robotik, robotlarla ilgili yapılan programlamayı, inşayı ve tasarım süreçlerini içeren programlamanın görünür bir teknoloji dalıdır (Karsan Erbaş, 2014). Mekanik, mühendislik, teknoloji, fen, matematik vb. birçok alanın kullandığı bir teknoloji alanıdır. Bu teknoloji alanı farklı disiplinler arasında bağlantıların kurulması ve kullanılmasını da amaçlar. Son yıllarda FeTeMM disiplinlerinde de Robotik Teknoloji Alanı, bu disiplinlerle ilgili temel bilgi ve becerileri kazandırma ve geliştirme amacıyla kullanılmaktadır. Eğitsel robotik çalışmaları, FeTeMM eğitimine destek olması amacıyla kullanılmaktadır (Üçgül, 2013). Nitekim birçok çalışma robotik faaliyetlerinin FeTeMM eğitimi üzerinde birçok olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. FeTeMM dersleri müfredatı incelendiğinde, öğrencilerin eleştirel düşünme, sorgulama becerilerinin ve problem çözme robotik etkinlikleri kullanılarak geliştiği ortaya çıkmıştır (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2006a, 2006b, 2009). Robotik faaliyetleri sorgulama, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini kullanmaları için öğrencilere verildiği için, robotik faaliyetlerinin öğrencilerin keşfederek öğrenme ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır.

Robot matematiği ise; teknoloji, mühendislik ve matematiğin disiplinler arası birleşimidir, öğrencilere disiplinler arası bakışın önemini ve bu disiplinlerin birbirlerini niçin gerekli kıldıklarını ve bir yandan da birbirlerini nasıl kolaylaştırdıklarını ifade eder (Alfieri, Higashi, Shoop, & Schunn, 2015). Araştırmacılar robotik derslerinin öğrencilerin matematiksel anlamlandırmasını pekiştirmede olası kullanımı odaklanmaktadır (Benitti 2012; Vollstedt ve diğerleri 2007 akt Dinçer Kucuş ve Cantürk Günhan, 2017). Robotik uygulamalar doğası gereği öğrencilerde eleştirel düşünme, problem çözme, problemlere

pratik çözümler bulma, kendi yetenekleri ve sınırlılıklarının farkına varma, teknolojiyi kullanma düzeylerinde artış sağlama gibi birçok beceriyi kazandıkları görülmüştür (Silik, 2016).

Öğrenciler robotik kodlama sürecinde, problem durumu için kodlama yaparken somut bağlamda matematiksel problemle karşılaşırlar. Bu bağlam sayesinde öğrencinin daha hızlı bir şekilde anlamlandırma ve sezme kabiliyetine ulaşacağı bilinmektedir. Farklı içerikte matematiksel problemlerle karşılaşma, öğrenciye robot matematiği bağlamında hem deneyim hem de özgüven kazandırır. Robotik-matematik, özellikle robotik üzerine odaklanan matematik öğretimini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Dinçer Kucuş ve Cantürk Günhan, 2017).

2.2.1. Robotik İle İlgili Araştırmalar

Gerek bilişim odaklı gerekse de Fen eğitimcileri tarafından robotik araştırmaları son yıllarda hız kazanmış durumdadır. Ancak bu bölümde ulusal ve uluslararası alan yazınında matematik eğitimi ile ilişkilendirilen çalışmalar yansıtılacaktır.

Kazez ve Zülfü (2016), makale çalışmasında, Matematik öğretiminde ilkokul 1 ve 2. sınıf öğrencilerine yönelik hazırlanan MoretoMath isimli bir program kullanmıştır. Araştırmada Lego MoretoMath setiyle ilkokul 2. Sınıf öğrencileriyle 10 hafta süreyle matematik dersinde problem çözme ve akıl yürütme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan etkinliklerin uygulanması sırasında sınıf öğretmeninin sete dair görüşlerinin anlaşılması amaçlanmıştır. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden bir durum çalışmasıdır. Araştırmanın sonucunda programı kullanan sınıf öğretmeninin MoretoMath içindeki kimi uygulamaların öğrenci seviyesinin üstünde, kimi soruların ise Milli Eğitim programıyla eş güdüm gösteremediğini belirtmiştir. Bunun yanında yazılımın soyuttan somuta geçişte büyük katkı sunduğunu düşündüğünü, kullanımının kolay ve Lego parçalarıyla uygulanmasının da öğrencinin psiko-motor gelişimine ve matematik yeterliklerinin kazanımına büyük bir katkısı olduğu belirtmiştir.

Alfieri, L ve diğerleri (2015) makale çalışmasında robot-matematik, özellikle mühendislik odaklı matematik öğretiminde kullanılan bir terimdir. Bu eğitim türü, matematiksel becerileri robotik merkezli etkinlikler için yararlı kılmayı amaçlar ve öğrencilerin bu becerileri genişletmelerine (aktarmalarına) yardımcı olur. Bu çalışmada altıncı sınıftan sekizinci sınıfa orantısal akıl yürütme becerilerini geliştirme hedefine ulaşmak için bir robotik-matematik etkinliği tasarlandı. Orantısal akıl yürütme, matematiğin ilerlemesine zemin hazırlar, bu sayede diğer alanlardaki (mühendislik, fen vb.) başarı için de

gereklidir. Dahası, orantısal akıl yürütme, günlük karar verme, planlama vb ile yardımcı olan bir yaşam becerisidir. Ancak, öğrenciler için karmaşık ve çoğu zaman zor olan bir beceridir. Bu öğretim etkinliği, Expedition Atlantis adı verilen bilgisayar tabanlı bir 3D oyunda yer alıyor. Öğrencinin dikkatini belirli bir orantısal akıl yürütme görevine odaklayan bir oyun tasarımı kullanmaktadır: öğrenciler robotu istenen yerlere taşımak için doğru rotasyon büyüklüklerini hesaplar. Yazılımın bir artısı da bireyselleştirilmiş eğitimler sunmasıdır. Günlük problemler etrafındaki bütün sınıf tartışmaları, robot programlama bağlamı dışındaki orantısal akıl yürütmenin daha fazla uygulanmasını sağlar. 1 hafta süren etkinliklerinde, farklı okullardaki üç öğretmen tarafından öğrenciler arasında farklı seviyelerde beceriyle uygulanan bir çalışmadır. Genel olarak, katılımcılar arasında yapılan karşılaştırmalar, tasarlanan etkinliğin, ön testten son teste doğru cevapların sayısında artma, çözüme niyetlenilen soru sayısında ve doğru cevapların oranlarında artma, öğrencilerin robotikle birlikte matematiğe olan ilgilerinde artma gözlendiğini belirtmiştir. Bu tasarlanan etkinliğin başarısı, robot-matematik etkinliklerinde sınırlı birkaç hedef beceriye odaklanıldığında başarılı olabileceğini ve istenen becerileri motive eden bireyselleştirilmiş öğreticiler / komutlarla tasarlandığında başarılı olabileceğini göstermektedir.

Star ve diğerleri (2014) makale çalışmalarında, ortaokul yıllarında öğrenciler genel olarak, başta matematiğe ve okula karşı motivasyonunda sık sık önemli düşüşler gösterdiğine dikkat çekmiştir. Araştırmacılara göre, öğrencileri okula kazandırmanın bir yolu da matematikte ve STEM'de kendi ilgi alanlarını ve yeterlilik duygularını teknoloji kullanımı yönünde geliştirmektir. Ancak bu yaklaşımın motivasyona etkisi ile ilgili bulgular netleşmediğinden yapılan bu çalışmada üç kısa teknoloji temelli etkinlik, her biri motivasyon ve katılım için farklı bir çerçeve sunan teknoloji temelli faaliyetler ve cebirsel akıl yürütme ile ilgili örnek bir ders etrafında tasarlanmıştır. Çalışma öğrencilerin matematikteki kısa vadeli motivasyonları üzerindeki etkisini araştırmayı hedeflemiştir. Çeşitli motivasyona dayalı yapıları içeren özel teknoloji temelli etkinlikleri STEM kariyerlerini devam ettirmek için matematikle ilişkilendirme (engegement) yeterlilikleri arasındaki ilişkiyi araştırılmıştır. Sonuçlar, her teknoloji etkinliğinin öğrencilerin motivasyonu üzerindeki etkisinin oldukça az olduğunu göstermiştir. Öz yeterlilikte hiçbir kazanç bulunamamış; örtük yetenek teorisi için, kabiliyetin daha düşük bir kademesi olduğu bulunmuştur; inançlarında küçük düşüşler tespit edilmiştir. Mevcut bulgular, motivasyonel deneyimleri öğrencilerin gelişim düzeyine göre uyarlamanın önemini vurgulamaktadır. Sonuçlarda ayrıca, geliştiricilerin çok çeşitli öğrenci ve öğretmenler tarafından tecrübe edildiğinde etkili olabilecek öğretimsel müdahaleler ve mesleki gelişim yaratma yetenekleri konusunda cesaret verici bulmuşlardır. Öz yeterlik gibi

çok boyutlu, köklü motivasyonel yapıları büyük ölçüde etkilemek için gerekli olan öğretim müdahalesinin derecesini, süresini ve türünü belirlemek için daha fazla araştırma yapılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Tüm bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda ulusal alan yazınında ortaokul öğrencilerinin problem durumu karşısında robotik kodlama yapma ve bu süreçte algoritmalar üretirken öğrencilerin kullandığı matematiksel düşünme becerileri üzerine bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Kod yazma sürecinde problem durumu karşısında, problemi çözmek adına keşfedecekleri örüntü durumları oluşturacakları algoritmaları etkileyeceğinden cebirsel akıl yürütme sürecinde de gelişim oluşması tasarısıyla araştırmanın alan yazınına katkı sağlayacağı düşünülerek araştırmanın çerçevesi belirlenmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, süreci, çalışma grubu ve kullanılan idea o-bot programının tanıtımı yapılmıştır. Bu araştırma ile yedinci sınıf öğrencilerinin eğitsel robotik uygulamalarla doğrusal denklemlerde cebirsel akıl yürütme becerilerinin gelişimi incelenmek istendiğinden en uygun yaklaşımın nitel araştırma yaklaşımları olduğu ifade edilebilir. Çünkü nitel araştırma yaklaşımları araştırma örnekleminin davranışlarını derinlemesine sorgulamayı bizzat doğal ortamında doğal ortamında amaçladığından araştırmacıların araştırılan konuda derinlemesine bilgiye ulaşmasını sağlamaktadır (Lempp ve Kingsley, 2007). Çalışmada nitel yaklaşım çerçevesinde öğrencilerin düşünme ve öğrenme biçimlerinin incelenmesi ve bu biçimlerin geliştirilmesini sağlayacak yeni planlamalara olanak sağlayan öğretim deneyi deseni kullanılmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Öğretim deneyi, öğrenenlerin matematiksel bilgilerinin ortaya çıkararak bu bilgilerin deneyimlenmesini de kapsamaktadır, bu nedenle klinik görüşmeden ayrılmakta ve daha kapsamlı durumlar oluşturmaktadır (Steffe & Thompson 2000). Çünkü Klinik görüşme araştırmalarının sadece öğrencinin var olan düşünce ve bilgi düzeyinin değiştirilmeden anlaşılmasına imkân sağlayıp, öğretim sürecindeki müdahalenin öğrencinin bilgiyi anlamlandırma ve öğrenme sürecinin anlaşılmasında yetersiz kalması öğretim deneyi yönteminin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu durum ile paralel olarak bir öğretim deneyinin amacı şu şekilde ifade edilebilir: Bir öğretim şeklinin amacı öğrencinin hâlihazırdaki bilgi yapısını ve akıl yürütmesini nasıl etkilediğini anlamaktır (Cobb 2000; Steffe & Thompson 2000; Lesh ve Kelly 2000; Czarnocha ve Prabhu 2004). Öğretim deneyi öğrencilerin matematiksel gerçekleri anlaması ve bu süreçteki davranış örüntülerini ortaya çıkarmada kullanılabilecek etkili bir yöntemdir (Lesh ve Kelly, 2000; Steffe 1991; Steffe ve Thompson 2000). Bu çalışmada da öğrencilerin araştırma süreci öncesinde öğretim programları doğrultusunda zihinlerinde bulundurdukları doğrusal denklemlere dair bilgilerden ve idea o-bot kullanabilme bilgilerinden yola çıkarak cebirsel akıl yürütmenin nasıl geliştiğinin anlamlandırılması için öğretim deneyi yöntemi kullanılmıştır.

Öğretim deneyinde amaç öğrencilerin matematik öğrenmelerini ve akıl yürütmelerini anlamak (Steffe & Thompson 2000; Steffe & Ulrich 2014) ve bu duruma göre öğrenme

ortamlarını şekillendirmek ve daha etkin bir öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktır (Cobb, Confrey, Disessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Lesh & Kelly 2000).

Bir öğretim deneyi araştırması ardıl öğretim periyotlarından oluşmaktadır. Öğretim periyotları başlamadan önce araştırmacı sahip olunan teorik duruşun çerçevesinde öğrenme kazanımları belirlemelidir (Steffe ve Thompson 2000). Bu kazanımlar öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyesi, kazanmaları hedeflenen ileri davranışlar öngörülerek tespit edilmelidir. Belirlenen kazanımların gerçekleştirilmesi için öğretim deneyi öncesinde öğretim etkinlikleri tasarlanmalı ve pilot uygulama ile denenmelidir. Her bir pilot uygulama sırasında etkinlikler üzerine süreç içinde yansıma yapılır ve gerekli iyileştirmeler gerçekleştirilir. Ardıl öğretim periyotlarının ise bazı temel özellikleri barındırması gerekir.

Steffe ve Thompson'a (2000) göre ilk öge bir veya birden fazla öğretime katılan öğrencinin bulunmasıdır. Öğretim deneyinde öğrenciler bireysel olarak çalışabildiği gibi, küçük gruplar seklinde de çalışabilirler (Cobb ve diğerleri 2003; Jones, Langrall, Thornton, Mooney, Wares, Jones, Perry, Putt, & Nisbet, 2001). Öğrencilerin düşünme ve akıl yürütmelerinin değiştirilmesi, öğretim deneylerinin en kabul edilebilir çıktılarından birisi olarak kabul edilir (Lesh ve Kelly 2000).

İkinci öge, öğretimi gerçekleştirecek kişidir. Steffe'ye (1991) göre öğretim deneyinin ayırt edici özelliklerinden biri araştırmacının öğretmen rolünde olmasıdır. Bu bakış açısına ek olarak, Engelhardt ve arkadaşları (2004) araştırmacının gözlemci olabileceğini de belirtmişlerdir. Araştırmacının gözlemci olduğu bir araştırma Jones ve diğerleri (2001) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında araştırmacı yer yer öğrencilerle etkileşime girerek öğretmen adaylarının yürüttüğü öğretim deneyine dahil olup geri bildirimlerini paylaşmıştır. Öğretmen olarak araştırmacı, öğrenciler ile onların davranış ve öğrenmelerini daha iyi anlayabilmek için uzun süre etkileşim içerisinde olur (Cobb ve diğerleri 2003; Cobb ve Steffe 2011; Uzun ve Bülbül 2013).

Sonuncu öge ise her bir öğretim periyodunda gerçekleşen öğretim faaliyetini kayıt etmek için bir aracın bulunmasıdır. Steffe ve Ulrich'e (2014) gore bu kayıtlar ardıl öğretim periyotlarının tasarlanmasında kullanılabileceği gibi, öğretim deneyi sırasında ve sonrasında gerçekleştirilecek kavramsal analizlerin [*conceptual analysis*] (Von Glasersfeld 1995) yapılmasında da kullanılabilir. Öğretim deneyinden elde edilen verilerin kavramsal analizi ise iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar geriye dönük (*retrospective*) ve ileriye dönük (*prospective*) analizlerdir. İleriye donuk analiz, araştırmacının/araştırmacıların süreç içerisinde uygulamaları devamlı şekilde analiz etmesi ve bunun neticesinde öğretim ve öğrenmenin daha iyi hale getirilmesi için alternatif öğrenme yollarını ortaya koymasıdır

(Cobb ve diğerleri. 2003). Geriye dönük analiz ise, çalışma sonunda toplanan bütün verilerin analiz edilerek ortaya konulan modelin güvenilir ve tutarlı olduğunun gösterilmesidir (Cobb, 2000; Cobb ve diğerleri 2003; Steffe ve Thompson, 2000). Geriye dönük analizlerin bir diğer amacı ise, müdahalenin etkisini veri ile desteklenmiş bir çerçeve ile ortaya koymaktır. Sonuç olarak, öğretim deneyinde süreç içerisinde ve sonunda yapılan analizler öğrenme etkinliklerinin hangi durumda ve özellikte öğrenmenin en iyi şekilde gerçekleştiğinin saptanmasında kullanışlı bulgular sağlamaktadır (Engelhardt, Corpuz, Ozimek, & Rebello 2004). Bu kavramsal analizler neticesinde öğrenci matematiğinin modelleri ortaya konulur, ki bu modellere de algılanan öğrenci matematiği denir (Steffe ve Thompson, 2000).

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin robotik yazılım kullanarak problem durumlarına çözüm üretirken oluşan durumları gerek kodlarken gerekse doğrusal denklemlerle ilişkilendirirken oluşacak cebirsel akıl yürütme kriterlerinin gelişimini incelemek ve öğrenme ortamlarını dizayn ederek kriterlerin geliştirilmesini sağlamak adına yeni planlamalar amaçlandığı için öğretim deneyi kullanılacaktır.

3.2. Katılımcılar

Patton (1990) bu şekilde örneklem seçiminin, araştırmanın daha derinlemesine yapılabilmesi için bilgi açısından zengin durumlar seçmek amacıyla olduğunu ifade etmiştir. Bu araştırmada katılımcılar, amaçlı örneklemenin ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Amaçlı örnekleme, zengin veri sağlayacağı düşünülen durum ve olayların yorumlanması, açıklanması ve derinlemesine incelenmesi amacıyla seçilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Ölçüt örneklemede ise belirlenmiş ölçüt ya da ölçütleri karşılayan durumlar çalışılmaktadır ve söz konusu ölçütler önceden oluşturulmuş bir listeden alınabilir ya da araştırmacı tarafından hazırlanabilir (Yıldırım ve diğerleri, 2005). Bu çalışmadaki katılımcıları Muğla ili, merkez ilçesinde bulunan bir ortaokulunda 7. sınıf öğrencileri oluşturulmuştur. Araştırmada seçilen 6 öğrencinin seçiminde dört temel ölçüt dikkate alınmıştır. Bu ölçütlerden birincisi katılımcıların temel düzeyde kodlama biliyor olması, ikinci ölçüt matematik dersi başarısının üçünün orta üçünün iyi olması, üçüncü ölçüt 7. Sınıf öğrencisi bu öğrencilerin sözlü ifade becerilerinin yüksek olması, dördüncü ölçüt ise seçilen öğrencilerin gönüllü olması dikkate alınmıştır. Birinci ölçüte uygunluk olan temel düzeyde kodlama bilme, öğretim programları çerçevesinde bilişim öğretmeninin fikirleri de alınarak, ikinci ölçüte uygunluk olan matematik dersi başarısı, beşinci sınıftan itibaren kesintisiz derslerine giren iki matematik öğretmeninin ve 7.sınıf matematik uygulamaları dersine giren araştırmacının fikirleri alınarak belirlenmiştir. Katılımcıların akademik başarı olarak 3 orta, 3

iyi katılımcıdan seçilmesinin temel nedeni ise cebir alanın öğrenmekte zorluk yaşanılan bir alan olması ve bir de robotik kodlama da eklenince daha da zorlu bir süreç olabileceği, istenen gözlemi yapmayı kolaylaştırma düşüncesidir.

Bunların dışında örneklem seçiminde kız erkek dengesi dikkate alınmıştır. Katılımcıların isimleri araştırmada kullanılmayacak, takma isim verilerek bulgularda yansıtılacaktır.

Ilgaz, akademik başarısı yüksek, kendini iyi ifade edebilen, daha önceden farklı programlarda kodlama yapmayı bilmeyen bir katılımcıdır. Eren, akademik başarısı orta düzeyde, sosyal ilişkileri oldukça iyi, daha önceden farklı programlarda kodlama yapmayı bilmeyen bir katılımcıdır. Su, akademik başarısı yüksek, kendini iyi ifade edebilen, daha önceden farklı programlarda kodlama yapmayı bilmeyen bir katılımcıdır. Mert, akademik başarısı orta düzeyde, kendini iyi ifade edebilen oturumlar öncesinde kodlamaya ilgi duyan farklı programlarda programlama yapma bilgisine sahip bir katılımcıdır. Asya, akademik başarısı orta düzeyde, kendini iyi ifade edebilen, daha önceden farklı programlarda kodlama yapmayı bilmeyen bir katılımcıdır. Emre akademik başarısı yüksek, kendini iyi ifade edebilen oturumlar öncesinde kodlamaya ilgi duyan farklı programlarda programlama yapma bilgisine sahip bir katılımcıdır.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları



1) Bir antik tiyatroda yukarıdaki gibi bir dizilim vardır. A ve C bölümlerinde ilk sırada 10'ar koltuk bulunmakta olup her sırada koltuk sayısı 1 artmaktadır. B bölümünde ise ilk sırada 20 koltuk bulunmakta olup her sırada koltuk sayısı 2 artmaktadır.

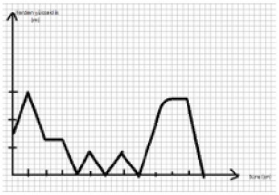
Bu bilgiler ışığında;

a) A, B, C bölümleri için koltuk artış miktarlarının sayı örüntülerini yazınız, ilk 5 sırada oturacak seyirci sayısını tablo ile gösteriniz. (CAYK2, CAYK4)
b) A, B, C bölümlerinde koltuk artışına göre oluşacak durumun genellemesinin sözel ifadesini ve doğrusal denklemini yazınız. (CAYK 1, CAYK 4, CAYK 7)
c) 15. sırada toplam toplam kaç seyirci oturur, hesaplayınız. (CAYK4)
d) Koltuk artışına göre oluşacak doğrusal denklemin grafiğini çiziniz. (CAYK2)
e) Koltuk sayıları her sütunda (A,B,C) 2'şer artsaydı bu durumun denklemi nasıl olurdu, başlangıçtaki durumla 2'şer artışlı durumda ilk 5 sırada oturacak kişi sayısı nasıl değişir açıklayınız. (CAYK1, CAYK2, CAYK3, CAYK4,CAYK7)

Şekil 2. Ön Test İçin Geliştirilen Açık Uçlu Soruların İlk Bölümü

Araştırma için cebirsel akıl yürütme kriterleri doğrultusunda ön test soruları cebirsel akıl yürütme kriterleri ve öğretim programı kazanımları dikkate alınarak hazırlanmış,

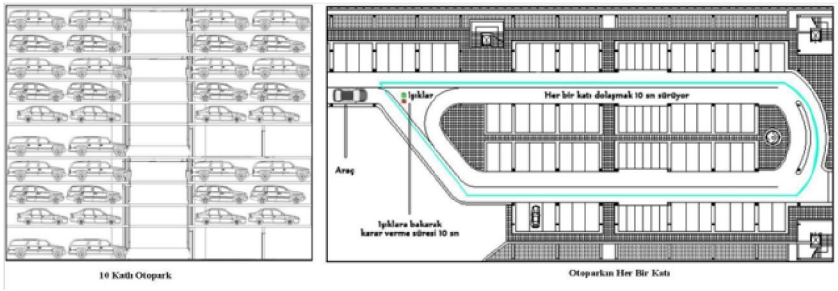
ardından açık uçlu soruların kriterlere uygunluğuna yönelik bir alan eğitimcisi, iki öğretmenin görüşleri alınarak Şekil 2 ve Şekil 3'te görüldüğü hale getirilmiştir.



2) Topla yapılan bir sporda topun maç sürecinde izlediği yolun zamana bağlı grafiği verilmiştir.
a) Bu spor ne olabilir? (CAYK3)
b) İlginizi çeken bir sporu belirtip topun yerden yüksekliği ve süre grafiğini çiziniz. (CAYK7)

Şekil 3. Ön Test İçin Geliştirilen Açık Uçlu Soruların İkinci Bölümü

Ön testlerin analizi doğrultusunda öğretim deneyi oturumları tasarlanmıştır. Birinci oturumda y=ax denklemi içinde gelişen bir senaryo kurgulanmış, yine CAYK ve kazanımlar doğrultusunda açık uçlu sorular şekil4'te de görüldüğü üzere uzman görüşü süreciyle de şekillendirilmiştir.



Bir araç yukarıdaki otoparkta yeşille gösterilmiş kısımları 10 sn de dolaşıyor, ilgili kata geldiğinde de ışıklar yardımıyla boş yer yoksa diğer kata çıkıp yer aramaya devam ediyor.

Boş yerin olup olmadığını anlaması da ortalama 10 sn sürdüğüne göre;

a) Robota gerekli algoritmayı yazdırıp robotun hareketini gözlemleyiniz. (CAYK1,CAYK2,CAYK3,CAYK4,CAYK5,CAYK6, CAYK7)
b) İlk 5 katı çıkması sürecini sayı örüntüleri ve tablo yardımıyla ifade ediniz. (CAYK 2, CAYK4)
c) Yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varıp sözel ifadesini ve denklemini yazınız. (CAYK1, CAYK4, CAYK7)
d) 71. Sn'de hangi katta olur ifade ediniz. (CAYK4)
e) Bu otoparkta ışık sistemi kurulmasa 10 sn den fazla mı, az mı sürede o katta zaman kaybederdi tartışınız, oluşan fikre göre yeniden varsayımda bulunup denklem kurunuz. (CAYK1,CAYK2, CAYK3,CAYK4,CAYK7)

Şekil 4. Öğretim Deneyi I. Oturum Açık Uçlu Soruları

Yine ön testlerin analizi doğrultusunda ikinci oturumda y=ax+b denklemi içinde gelişen bir senaryo kurgulanmış, CAYK ve kazanımlar doğrultusunda açık uçlu sorular şekil5'te de görüldüğü üzere uzman görüşü süreciyle de şekillendirilmiştir.



Yukarıdaki Erdem bebeğin duvara olan uzaklığı 40 cm, şömineye olan uzaklığı 100 cm'dir. Emeklemeye yeni başlamış olan Erdem dakikada 10 cm yol alabiliyor ve şömine yanıkken sensör devreye girip Erdem bebeğin şömineye ulaşmasına 20 cm kala ötmekte ve ebeveynlerin duruma müdahale etme şansı olmaktadır.

a) Erdem'in şömine yanarken şömineye 20 cm kala alarm ötebilecek şekilde bir algoritma yazınız. (CAYK1,CAYK2,CAYK3,CAYK4,CAYK5,CAYK6, CAYK7)
b) Erdem'in şömineye yaklaşmasıyla aldığı doğrusal yolun ilk 5 dakika için tablosunu ve denklemini kurunuz. **(CAYK1, CAYK2, CAYK4)**
c) Erdem 'in şömineye yaklaşırken duvardan uzaklaşma denklemini yazınız.**(CAYK1,CAYK 2,CAYK4)**
d) Erdem bebek dakikada 15 cm yol almaya başladığında sensör nereye konmalı ve nasıl bir algoritma ve doğrusal denklem yazılmalıdır? **(CAYK1, CAYK2, CAYK3, CAYK4, CAYK7)**

Şekil 5. Öğretim Deneyi II. Oturum Açık Uçlu Soruları

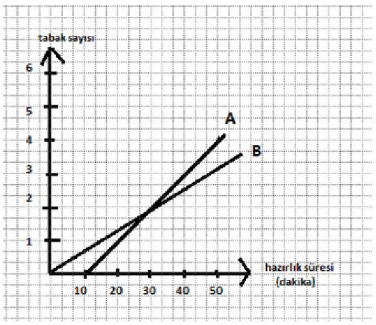
Bu oturumların bitimiyle yapılan analizlerle eklenen üçüncü oturumda ise "Başkalarının düşüncelerini/ fikirlerini/ yaklaşımlarını anlamlandırma ve bunların arkasındaki mantığı sağlama" CAYK5, "Yanlış anlama ya da anlaşmazlık durumlarında sorular sorma ve tartışmayı artırma" CAYK6 kriterlerinin ancak kod yazarken gözlenebilmesi üzerine eklenmiştir. Bu oturum da uzman görüşü alınarak uygulamaya Şekil6'da ki haliyle konulmuştur.

Şu ana kadar öğrenilen kodları kullanarak 2 robotluk,10 saniyelik bir koreografi hazırlayınız. Hazırlanan koreografinin;

a) On saniye boyunca robotun aldığı yolun cm cinsinden değerini tabloya döküp sıralı ikililer yardımıyla grafiğini çiziniz. Çizilen grafiğin hangi saniyeler arasında doğrusal, hangi saniyeler arasında doğrusal olmadığını tartışınız. (CAYK1,CAYK2,CAYK3,CAYK4,CAYK5,CAYK6, CAYK7)
b) Tercih edeceğiniz saniye aralıklarını ele alıp tüm yolu bu biçimde alan bir robotunuz olsaydı oluşan durumun doğrusal denklemini nasıl kurardınız,(tablo ve sayı örüntülerinden faydalanabilirsiniz)? (CAYK1,CAYK2,CAYK3,CAYK4, CAYK7)

Şekil 6. Öğretim Deneyi III. Oturum Açık Uçlu Soruları

Oturumların ardından son test uygulanmıştır. Son test soruları da uzman görüşü ile geliştirilmiş ve uygulanmıştır.



Bir işveren mutfağında çalıştıracak mutfak personeli almak için iki aşçıyı deneme sürecine almış, günlük çalışma performanslarını grafiğe dökmüştür.

Grafiğe göre;

a) **Aşçı A'nın ve Aşçı B için hazırlık süresi ve hazırlanan tabak sayıları için tablo oluşturup sıralı ikilileri yazınız. (CAYK2)**

b) **Aşçı B'nin 100 dakikada, Aşçı A'nın 150 dakikada kaç tabak hazırlayacağını ve hangi aşçının daha hızlı olduğunu belirtiniz. (CAYK2,CAYK3, CAYK4)**

c) **Aşçı A ve Aşçı B için yemeği hazırlama süresi (t) ile hazırlanan tabak (p) arasında oluşan durumun genellemesinin sözel ifadesini yazıp doğrusal denklemlerini kurunuz. (CAYK1,CAYK2,CAYK3, CAYK4, CAYK7**

d) **İşveren deneme süreci sonunda hangi aşçıyla çalışmaya devam etmelidir? Neden? (CAYK2, CAYK3, CAYK7)**

Şekil 7. Son Test İçin Geliştirilen Açık Uçlu Sorular

Veri toplama araçlarından olan açık uçlu soruların son hali EK 3-4-5-6'de verilmiştir. Açık uçlu sorular dışında tüm süreç boyunca video kaydı alınmış, ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Bu kayıtlar da araştırmaya yansıtılmıştır. Bunun dışında oturum sonlarında katılımcılarla klinik mülakatlar gerçekleştirilmiş, açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlarla ilgili sorular yöneltilmiştir.

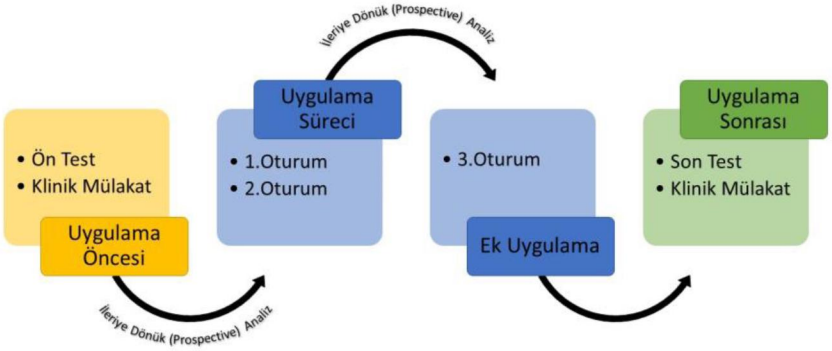
3.4. Uygulama Süreci

Öğretim deneyi öncesinde ilgili kazanım doğrultusunda öğretim etkinlikleri; cebirsel akıl yürütme kriterleri doğrultusunda ön test ve son testte sorulacak açık uçlu sorular araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Ön test sonunda gerçekleştirilen klinik mülakatlar doğrultusunda öğretim deneyi doğası gereği ileriye dönük (prospective) analizlerle oturumlarda revizeye gidilmiştir. Tüm oturumlar boyunca, videoya kaydı alınmış, ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Bunların yanı sıra ön test ve son test sonrası klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Tüm veri toplama araçları hakkında 1 matematik eğitimcisi ve 2 matematik öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca soruların anlaşılıp anlaşılmadığını anlamak amacıyla 7. Sınıfta öğrenim gören iki öğrenciyle pilot uygulama yapılmış, testler ve öğretim

etkinliklerinde bulunan maddelerin daha açık ve anlaşılır olması için tekrar düzenleme yapılmıştır.

3.4.1. Pilot Araştırma Süreci

Pilot uygulama, asıl uygulamadan iki hafta önce tamamlanmıştır. Farklı bir şubeden iki öğrenciyle yürütülmüştür. Öğrencilere ön test uygulanıp, klinik mülakatı yapılarak ön test sorularının açık, anlaşılır olup olmadığı kontrol edilmiştir. Doğrusal denklemler konusu ilgili kazanımı doğrultusunda tasarlanan iki oturumluk öğretim deneyi, idea programını öğrenen katılımcılara uygulanmıştır. Uygulanan süreç analiz(retrospective) edildiğinde öğrencilerde gözlemlenmesi beklenen "başkalarının düşüncelerini/ fikirlerini/ yaklaşımlarını anlamlandırma ve bunların arkasındaki mantığı sağlama" ile "yanlış anlama ya da anlaşmazlık durumlarında sorular sorma ve tartışmayı arttırma" akıl yürütme kriterlerinin yeterince gözlenemediği fark edilmiştir. Bu sebeple üçüncü bir öğretim deneyi oturumu tasarlanmış, uzman görüşü alınmış ve uygulanmıştır (EK6). Bu oturumların ardından son test uygulanmış ve klinik mülakatlar gerçekleştirilmiş, ardından asıl uygulamaya geçilmiştir.



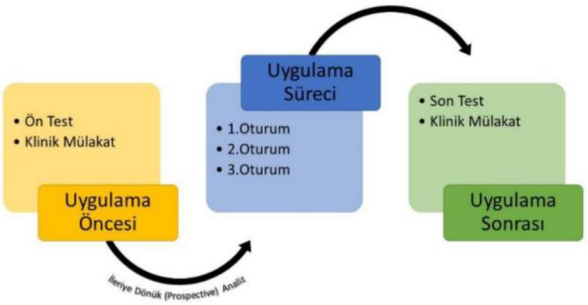
Şekil 8. Pilot Uygulama Süreci

Pilot oturum katılımcılarının verdiği dönütler doğrultusunda da veri toplama araçları revize edilmiş, son hali Ekler Bölümünde verilmiştir.

3.4.2. Asıl Araştırma Süreci

Araştırmanın uygulama sürecinde öncelikle bir ön test uygulanmıştır. Uygulama sonucunda klinik mülakatlar ve ölçütler doğrultusunda 3 orta, 3 iyi öğrenci belirlenmiş, ardından öğrencilere robotik (idea yazılım) eğitimi verilmiştir. Bu süreç tamamlanınca asıl çalışma grubuyla öğretim deneyi üç oturum olarak gerçekleştirilmiştir. İkinci oturumda pilot oturumda ya da planlamada olmayan "değişken" kavramıyla ilgili tartışma başlatılıp tüm

katılımcılarla birlikte tartışma yürütülmüştür. Öğretim deneyinin üç oturumunun sonunda son test ve klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir.

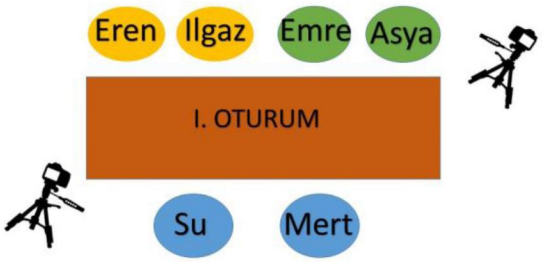


Şekil 9. Asıl Uygulama Şeması

Birinci oturumda bir senaryo verilmiş ve katılımcılardan bu senaryo gereği hareket edecek idea o-bot 'un hareketlerinin algoritmasını Ilgaz- Eren, Asya-Emre, Su-Mert olacak şekilde üç farklı grupta yazmaları istenmiştir. Kodları yazma süreçleri tamamlandıktan sonra bireysel olarak senaryo üzerinden sorular yöneltilmiş, bireysel olarak yanıtlamaları istenmiştir. Senaryo, y=ax denklemi ve bu denklemin çoklu temsil biçimlerinin ortaya çıkarılması üzerine kurgulanmıştır.



Şekil 10. Farklı Açılardan I. Oturum Görseli



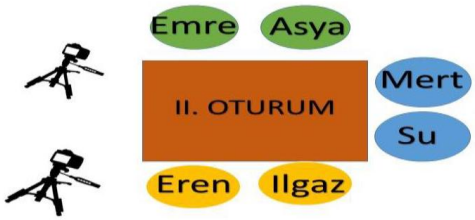
Şekil 11. I. Oturum Şeması

İkinci oturumda da yeni bir senaryo verilmiş ve bu senaryo gereği idea o-bot 'un sensörlerinin hareketi ve ısıyı algılayacak bir algoritma yazması yine aynı gruplardan istenmiştir. Kodları yazma süreçleri tamamlandıktan sonra bireysel olarak senaryo üzerinden sorular yöneltilmiş, bireysel olarak yanıtlamaları istenmiştir.



Şekil 12. Farklı Açılardan II. Oturum Görseli

Senaryo, y=ax+b denklemi ve bu denklemin çoklu temsil biçimlerinin ortaya çıkarılması üzerine kurgulanmıştır. İlk oturumdan ve bu oturumda senaryodaki değişkenlerden bazıları değiştirildiğinde oluşacak yeni algoritma ve denklem üzerine tartışırken katılımcıların kafalarında bir belirsizlik oluştuğu gözlendi. İlk oturumda ve ikinci oturumun son kısmına kadar denklem ve çoklu temsil biçimlerini tek başlarına yazan katılımcıların, son kısımda değişken kavramı üzerine yürüttükleri tartışmanın öğrenmelerine katkı sunduğu gözlenmiştir.



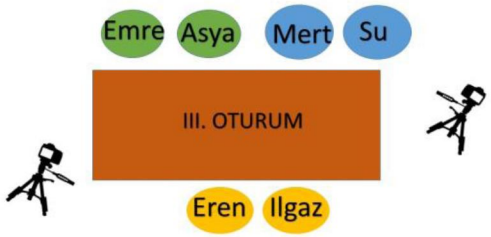
Şekil 13. II. Oturum Şeması

Pilot Uygulama sürecinde muhakeme kriterlerinden olan "Başkalarının düşüncelerini/ fikirlerini/ yaklaşımlarını anlamlandırma ve bunların arkasındaki mantığı sağlama" kriteri ile "Yanlış anlama ya da anlaşmazlık durumlarında sorular sorma ve tartışmayı artırma" kriterlerinin yeterince ölçülemediği saptanmış olduğundan 3. oturum araştırmacı ve eğitim uzmanı tarafından tasarlanmıştı, bunun yanında 2. oturum sonunda henüz algoritma yazmada gelişimini tamamlayamamış bir grubun bulunması ve ikinci oturum son kısımda birlikte yürüttükleri değişken kavramına dair tartışmanın bilenin

baskılamaması ve bilgilerini oluşturmada sunduğu katkı göz önünde bulundurularak 3. oturum oluşturulmuştur.



Şekil 14. Farklı Açılardan III. Oturum



Şekil 15. III. Oturum Şeması

Üçüncü oturumda robotlarını dans ettirmeleri için birlikte koreografi oluşturmaları bu koreografiyi de algoritmaya birlikte dökmeleri, ardından algoritma sonucu robotun hareketlerini denklem ve diğer temsil biçimlerine dökmeleri beklenmiştir. Tüm bu oturumlar toplam 3 saat 22 dakika sürmüş ve ayrıntıları Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2.
Oturumların Süreleri

Oturum	**Süre**
I. Oturum	01.03.53
II. Oturum	01.07.48
III. Oturum	01.11.50

3.5. Verilerin Analizi

Öğretim deneyinden elde edilen verilerin analizi, geriye dönük (retrospective) ve ileriye dönük (prospective) analiz olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. İleriye dönük analiz, araştırmacının süreç içerisinde uygulamaları devamlı şekilde analiz etmesi ve bunun neticesinde öğretim ve öğrenmenin daha iyi hale getirilmesi için alternatif öğrenme yollarını ortaya koymasıdır (Cobb vd. 2003). Geriye dönük analiz ise, çalışma sonunda toplanan bütün verilerin analiz edilerek ortaya konulan modelin güvenilir ve tutarlı olduğunun gösterilmesidir (Cobb, 2000; Cobb vd., 2003; Steffe &Thompson, 2000). Bu çalışmada da öğretim deneyi sürecinin analizinde her uygulama sonrası ileriye dönük analizler yapılmış, bir sonraki uygulamaya bu analizler ışığında devam edilmiştir. Ön testte tematik analizle yapılan analizler doğrultusunda iki oturum tasarlanmıştır. İki oturumun genel analizi içerik analiziyle yapılmış olup bir oturuma daha ihtiyaç duyulduğuna karar verilmiştir. Son oturum da yine içerik analiziyle analiz edilmiş olup son teste tematik analizden faydalanılmıştır. Geriye dönük analiz sürecinde ise araştırmacı ve alan eğitimcisi tarafından altı ay arayla yeniden ön test ve son testte tematik, öğretim deneylerinde içerik analizi yapılmıştır.

Öğretim deneyinin kendine has bir zorluğu öğrencinin öğrenme modelinin ortaya konulmasında, öğrenci davranışının öğretim sürecinde hangi sıklıkla gözlemlenmesi gerektiğinin saptanmasıdır. Steffe ve Thompson'a (2000) göre bir davranışın öğrencinin öğrenme modelini yansıtması için birden fazla öğretim sürecinde gözlemlenebilir ve detaylı şekilde analiz edilebilir olması gerekmektedir. İkincisi, araştırmacı öğretmenin kendi sahip olduğu matematiksel bilginin ve kavramsal anlayışının öğrenilmesi için ısrar etmesi yerine, öğrencinin matematiği nasıl öğrendiğini ve matematiksel bilgiyi nasıl kullandığını tespit etme zorluğudur (Norton ve D'Ambrosio 2008). Bu bağlamda, "[araştırmacı]-öğretmenin rolü [öğrencinin] matematiksel akıl yürütmesindeki orijinalliği anlamak, onu tutarlı şekilde tanımlamak ve farklı bağlamlardaki zayıf ve güçlü yönlerini açığa çıkarmak ve transfer edilebilirliğini ortaya koymak [olmalıdır]" (Ackermann 1995, s. 346). Bu çalışmada da oluşturulan 2 kişilik gruplarda akademik başarıya göre bir orta, bir iyi eşleştirilmiş, yakınsak gelişim alanlarında birbirilerinden öğrenme ortamlarının oluşmasına katkı sunacak öğrenme ortamı oluşturulmuştur.

3.6.Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik; aktarılabilirlik, inandırıcılık, tutarlık ve teyit edilebilirlik kavramlarıyla belirtilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmada geçerliğin ve güvenirliğin sağlanabilmesi için araştırma süreci kayıt altına alınmıştır.

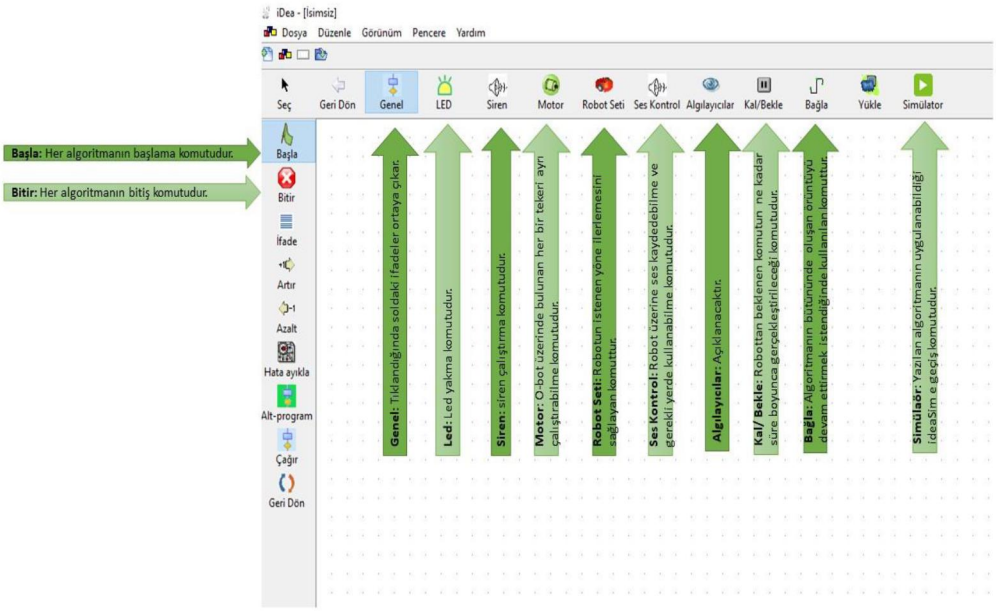
Katılımcıların belirlenmesinde ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmış ve bu ölçütler ayrıntılı olarak çalışma grubu tanıtılırken verilmiştir. Araştırmada kullanılan klinik mülakatlar ve öğretim deneyi oturumlarının içeriği ile ilgili uzman görüşleri alınmış ve işlerliğini ölçmek amacıyla bir başka grup üzerinde pilot uygulama yapılmıştır. Öğretim deneyi oturumlarının her birinin sonunda geriye dönük analizler yaparak bir sonraki öğretim deneyi oturumlarının tasarlanması sağlanmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin yansıtılmasında nesnel olmaya dikkat edilmiş ve doğrudan alıntılara da yer verilmiştir. Araştırmada veri toplama araçlarının geçerliği ve güvenirliği için bir alan eğitimcisi, iki öğretmenden veri toplama araçlarıyla ilişkilendirilen cebirsel akıl yürütme kriterlerine görüş alınmıştır. Veriler arasındaki tutarlılığı doğrulamak için ise araştırmacı ve alan eğitimcisi tarafından altı ay arayla yeniden veriler analiz edilmiş ve %95 uyum olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçları ilgili alan yazınla ilişkilendirilerek sunulmuştur.

3.7.Araştırmacının Rolü

Öğretim deneyi araştırmalarında araştırmacı öğretmenin iki kritik rolü bulunmaktadır: 1) Öğrencilerin aktif olarak derse katılabilecekleri matematiksel durumları oluşturmak ve matematiksel etkileşimi ortaya çıkaracak sorular sormak. 2) Her öğretim periyodunda öğrencilerin öğrenme etkinlikleri üzerinde nasıl çalıştıklarının, etkinlik sürecinde gerçekleşen sınıf içi etkileşimin ve etkinliklerin işlerliğinin devamlı analizi (Cobb 2000; Steffe 1991). Bu analizlerin neticesinde ortaya konan yansımalar ve bulgular, ardıl öğretim periyodunu iyileştirmek için kullanılmalıdır. Bu çalışmanın araştırmacısı öğretmen rolündedir.

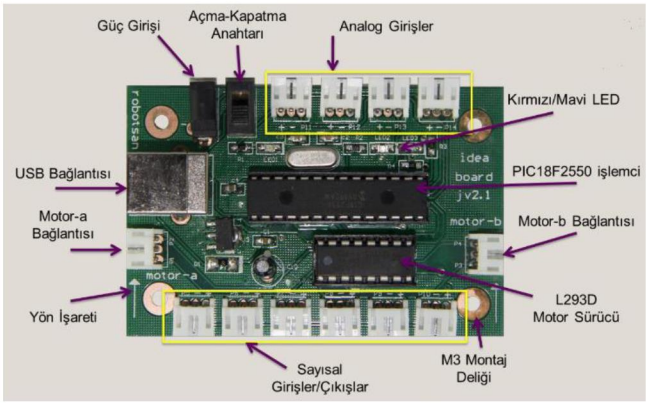
3.8.İdea Programının Tanıtılması

Bu çalışma ülkemizde geliştirilmiş ilk ve tek görsel programlama ile algoritma geliştirme yazılımlarından idea programı ile yürütülmüştür. Bu programın tercih edilmesinde bir neden de idea' da geliştirilen algoritmaları gözlemleyebilmeleri için tasarlanan 3 boyutlu simülatör "ideaSim"in ve idea' da yazılan algoritmaları uygulayan "O-bot" programlanabilir eğitim robotlarının bulunmasıdır.



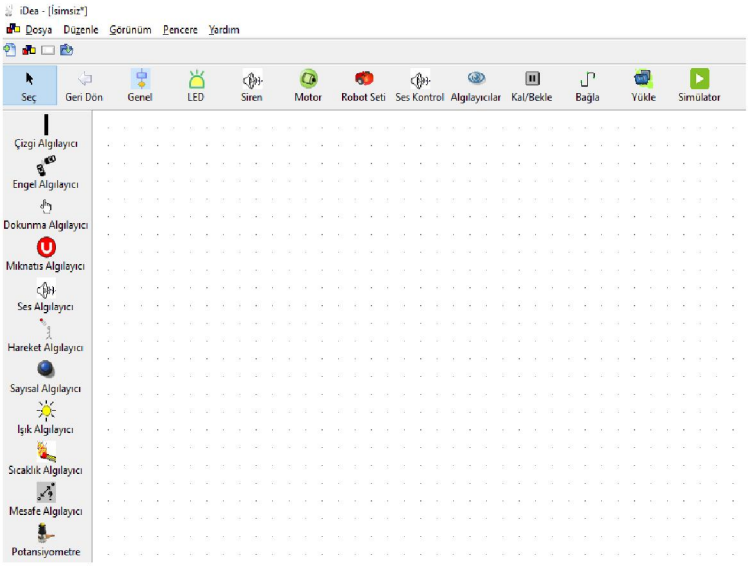
Şekil 16. İdea Programı Komut Tanıtımı

Şekil 7'de kısa açıklamalarından bahsedildiği üzere bu programda kullanılabilecek ana komutlar gösterilmiştir. Bu komutlarla algoritmalar yazılıp oturumlardaki görevlerin gerçekleştirilmesi, bu görevlerle oluşan durumların denklemlerinin ve diğer temsil biçimlerinin cevaplanması istenmiştir.



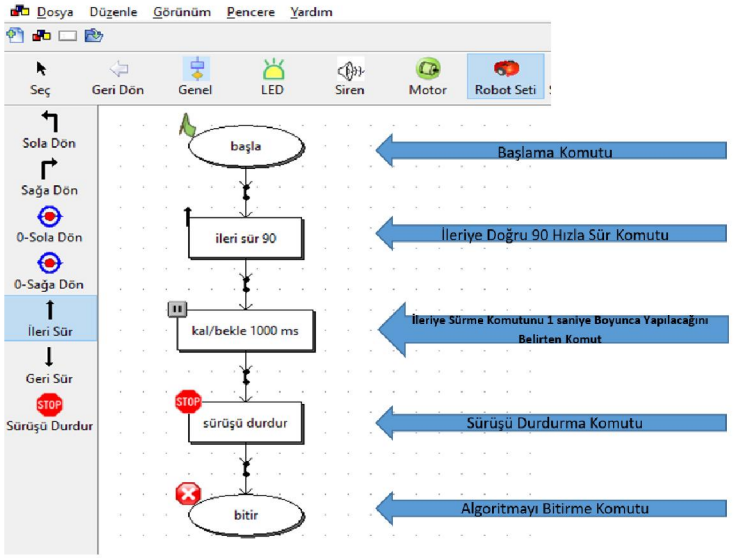
Şekil 17. İdea Kontrol Kartı

Algılayıcılardan analog olanlar ve dijital olanların tanıtımı, bu algılayıcılardan analog algılayıcıların analog girişlere monte edilmesi ve programda bu girişlere tanılanması, sayısal algılayıcıların ise sayısal girişlere monte edilmesi ve programda bu girişlere tanılanmasından bahsedilmiştir.



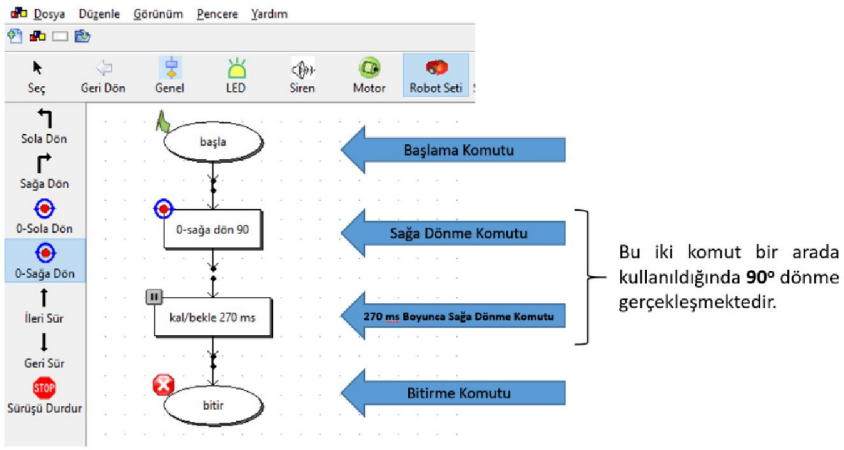
Şekil 18. Algılayıcı Komutu Ayrıntıları

Program, bu algılayıcılardan var ya da yok şeklinde tanımlanan çizgi, dokunma, mıknatıs, ses, hareket ve engel algılayıcıları sayısal algılayıcı kategorisinde; farklı sayısal değerler alabilen mesafe, ışık, potansiyometre, sıcaklık algılayıcıları ise analog algılayıcı kategorisinde ele alınmaktadır.



Şekil 19. Bir Saniye Boyunca Düz Gitmek İçin Yazılan Algoritma

Katılımcılar bu programla temel düzeyde ileri gitme, sağa sola belirlenen bir açı ile dönme üzerine deneme-yanılma stratejisi kullanarak aşama aşama bir dikdörtgensel şekil etrafında hareket edebilen robot algoritması yazabilir hale geldiler.



Şekil 20. 90 Derece Sağa Dönme Algoritması

Ardından oturumlarda sorulan senaryolara akıl yürütebilir noktaya gelen katılımcılarla 3 oturum gerçekleştirildi.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde araştırmada katılımcılara yöneltilen ön test soruları, üç öğretim deneyi oturumu boyunca sorulan sorular ve son testte yöneltilen soruların yanıtları analiz edilmiştir.

4.1. Ön Testlerin Cebirsel Akıl Yürütme Kriterleri Doğrultusunda Analizi

Ön Testte bir antik tiyatroda bulunan koltukların dizilimi verilmiş bu dizilim üzerinden aynı durumun sayı örüntüsü, tablo, grafik, sözel genelleme cümlesi, doğrusal denklemi ve belirli bir sırada kaç koltuk olacağının hesaplanması istenmiştir. Bir de verilen bir grafik üzerinden topun süreçteki yüksekliği üzerinden hangi spor olabileceğini yorumlamaları ve kendi sevdikleri bir spor dalı için zamana bağlı topun yerden yüksekliği için grafik çizmeleri istenmiştir. Bu bölümde katılımcılardan alınan bulgular Ön Testte verilen yanıtlar doğrultusunda temalar halinde incelenmiştir.

4.1.1. Genellemeleri Formüle Etme

İlk tema Cebirsel Akıl Yürütme Kriterlerinden olan "Genellemeleri Formüle Etme, Destekleme/Değerlendirme"dir. Bu başlık denklemi yazabilme ve yazılan denklemi destekleyip değerlendirebilme olarak iki alt temaya ayrılmıştır. Bu verilen yanıtlar, yanıtın doğruluk derecesinin yanı sıra bu alt temaların da yanıtlar üzerinde ki alt temalarına göre sınıflandırılmıştır.

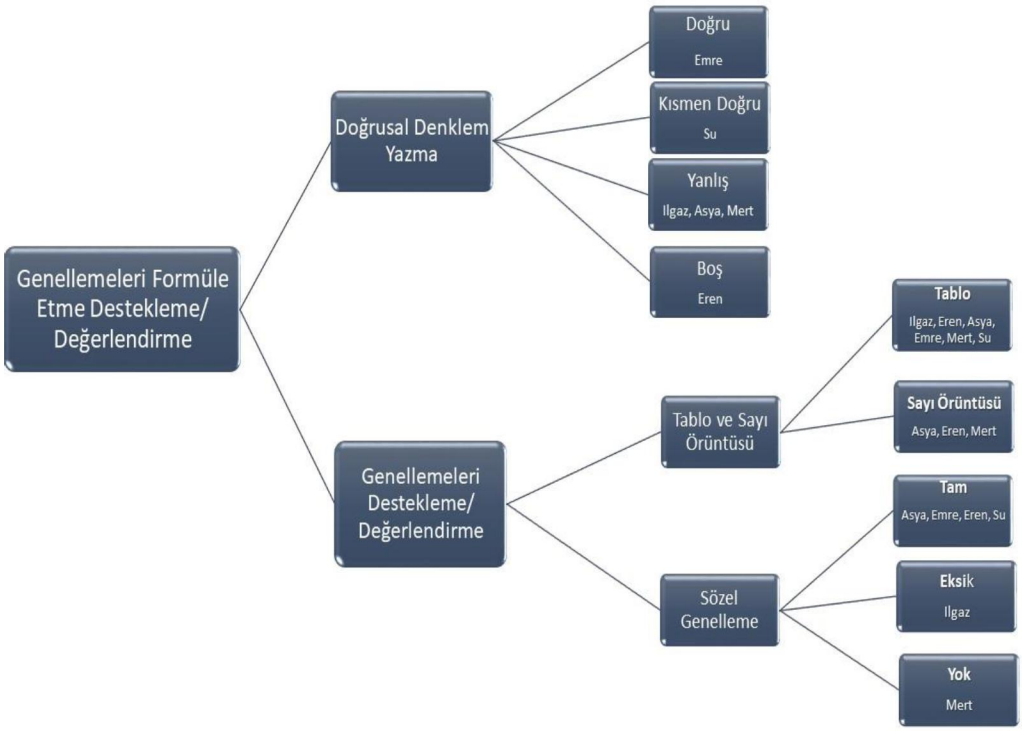
Katılımcılardan Su Ön Testte;

A ile C için denklem: 9+x

B için denklem: 18+2x

Tüm tiyatro için: 27+3x

diyerek A,B,C kısımları için doğrusal denklem kurarken doğru, ancak tüm tiyatro için kurduğu denklemde A veya C kısmını göz ardı ettiği dolaysıyla genellemeleri kısmen doğru formüle edebilmiştir. Yine Ön Testin *"koltuk sayıları her sütunda ikişer artsaydı doğrusal denklem nasıl olurdu"* sorusunda *(8+2x).3* yanıtı vererek soruda ilk sırasında onar koltuk bulunan A ve C sırası için genellemeye ulaşabilmiş, ancak yirmi koltuk bulunan B sırası için ulaşamamıştır. Dolayısıyla Ön Testte genellemeleri formüle edebilmede konusunda kısmen başarı gösterdiği söylenebilir.



Şekil 21. Genellemeleri Formüle Etme Tematik Analizi

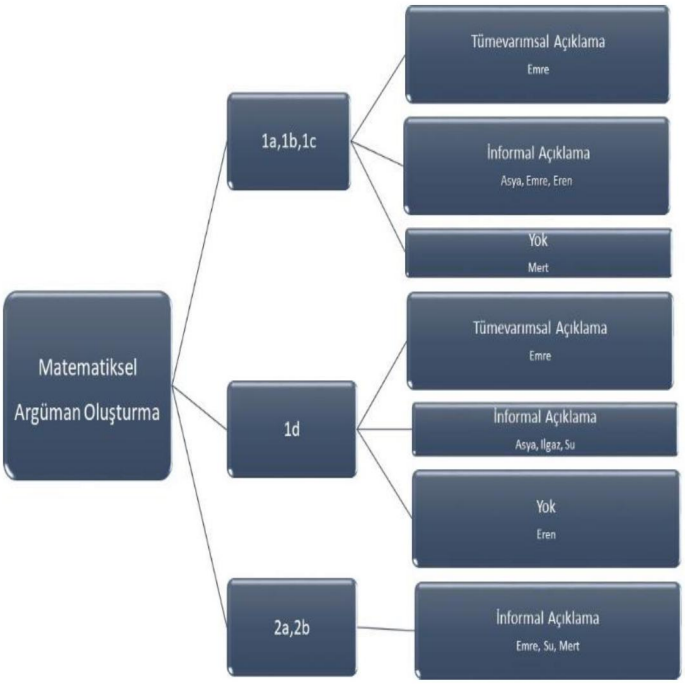
Katılımcılardan Ilgaz'ın Ön Testte sözle genelleme ifadesinde *"A,B,C bölümlerinde sıralar yukarıya çıktıkça oturak sayısı artıyor"* demesi genellemeye ulaşmada kısmen doğru bir yanıt verdiğini göstermektedir. Ön Testtin *"koltuk sayıları her sütunda ikişer artsaydı doğrusal denklem nasıl olurdu"* sorusunda ise yanlış denklem kurmuştur ancak kâğıdında "*B'de hiçbir değişiklik olmazdı. Çünkü b'de zaten 2'şerli artıyor*" yazdığı, buradan da yine bir sözel genelleme süreci geliştirdiği ancak A ve C yi değerlendirmediği için eksik bir açıklama yaptığı görülmektedir.

4.1.2. Matematiksel Argüman Oluşturma

Bir diğer kategori ise matematiksel argüman oluşturmadır. Sorulan sorularda verilen yanıtlar bir argüman niteliği taşıyor mu, taşıyorsa formal ya da informal mi kriterler doğrultusunda verilen yanıtlar incelenmiş, soruların doğası gereği birinci sorunun ilk kısmı olan a,b ve c şıkları bir arada; d şıkkı ayrı, ikinci soru ve alt şıklar ayrı değerlendirilmiştir.

Matematiksel argüman oluşturma temasına bakıldığında Emre'nin Genellemeleri Formüle Etme, Destekleme/Değerlendirme temasında da yansıtıldığı gibi "*A ve C her sırada 1 artarsa ve ilk sırada 10 sıra varsa, ilk sırayı 10'lamak için 9+1 olur. 2.sırada 9+2 olur. Ve 9 la topladıklarımız sıra numaralarıdır. B'de ise ilk sıra 20 ve 2 artarsa ilk sıra için 18+2*

yapabiliriz. Niye çünkü 2.sırada eğer 19+2 yapsaydım 21 olurdu fakat 18+4=22 yapar." yazılanlardan da anlaşılacağı üzere Emre formal, tümevarımsal bir açıklama yapmıştır.



Şekil 22. Matematiksel Argüman Oluşturma Tematik Analizi

Eren'in yorumuna bakıldığında "*A ve C bölümlerinde koltuk sayısı sıra arttıkça 1'er sıra artmıştır. B bölümünde koltuk sayısı sıra artıkça 2'şer artmaktadır.*" Demiştir. Bu yorumdan da görüleceği üzere informal bir açıklama yapılmıştır.

Ilgaz'ın d şıkkında sorulan *"koltuk sayısı her sütunda ikişer artsaydı bu durumun denklemi nasıl olurdu"* için verdiği yanıtı inceleyecek olursak " b'de hiç değişiklik olmazdı çünkü b'de zaten 2'şerli artıyor" demiştir. Bu yorumu da d şıkkı için informal bir açıklama yaptığının göstergesidir.

Asya'nın d şıkkında sorulan *"koltuk sayısı her sütunda ikişer artsaydı bu durumun denklemi nasıl olurdu"* için verdiği yanıtı inceleyecek olursak "A ve C'de toplam 4 koltuk artardı. B'de değişim olmazdı" yorumuyla informal bir yorum yaptığı görülmektedir.

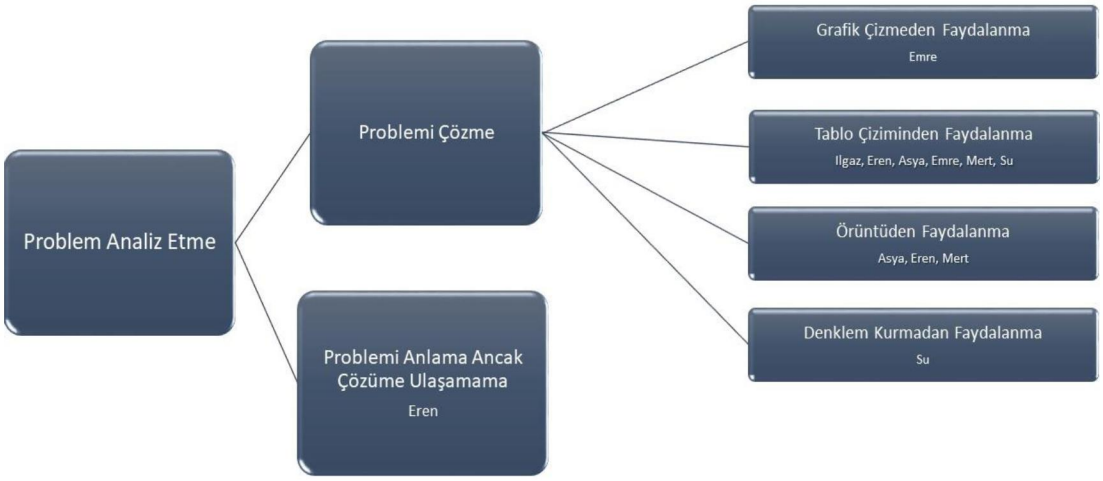
Mert'in 2. Soruda çizilen grafiğin hangi spora ait olabileceğine dair sorulan soruda "Topun yüksekliği her düşüşte sanki sekiyormuş gibi benim düşündüğüm spor basketboldur" demiştir. Bu yorumuyla da informal bir yorum yaptığı görülmektedir.

Emre'nin ise 2.soruda verdiği yanıtlar şekil 18'de de görüldüğü üzere topun her konum değişimine kendince yorumlar geliştirmiş ve buradan ürettiği argümanlarla informal bir biçimde doğru yanıta ulaşmıştır.

4.1.3. Problem Durumunu Analiz Etme

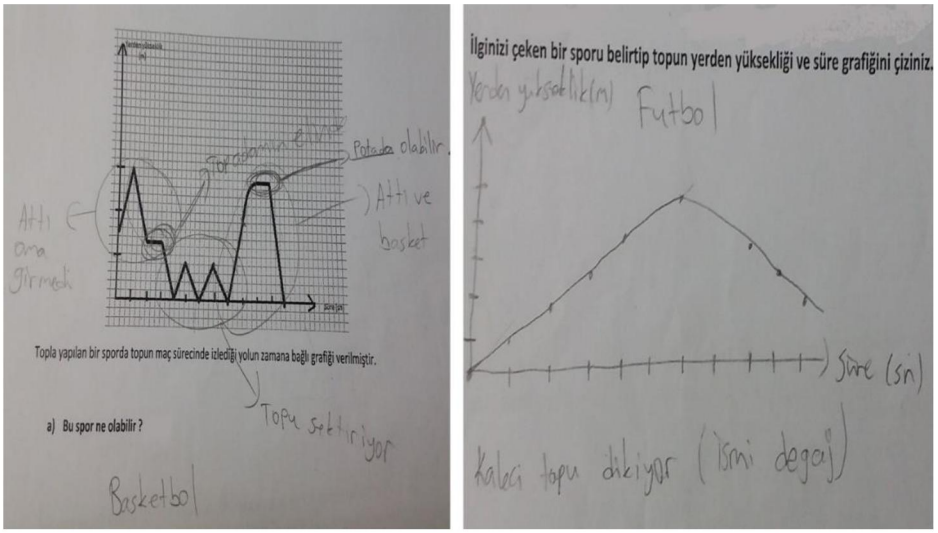
Bir diğer Cebirsel Akıl Yürütme Kriteri olan "Problem Durumunu Analiz Etme" kriteri incelenirken katılımcılar problemi anlamış mı, soruyu eksiksiz ve tam çözebilmiş mi, temsil biçimlerinden hangileri kullanmıştır sorularıyla temalara ayrılmıştır.

Sorulan iki soru da incelendiğinde verdikleri yanıtlarla katılımcıların problemi anladıkları ancak Eren'in tam çözüme her iki soru ve alt şıklarında ulaşamadığı görülmüştür. Eren'in kağıdında; "*denklem kuramıyorum, grafik çizmeyi bilmiyorum*" ifadelerine rastlanmıştır.



Şekil 23. Problemi Analiz Etme Tematik Analizi

Katılımcılardan Emre'nin ise problem çözüm sürecinde soruda verilen grafiği saniyeye bağlı çözümlemesinin doğru yanıta ulaştırdığı şekil 27a'da görülmektedir. Problemi çözerken grafiği yorumlamadan faydalanması ve ilk verilen grafikten yola çıkarak kendi ilgilendiği sporun süreye bağlı aldığı yol grafiğini doğru çizmesini sağlamıştır.



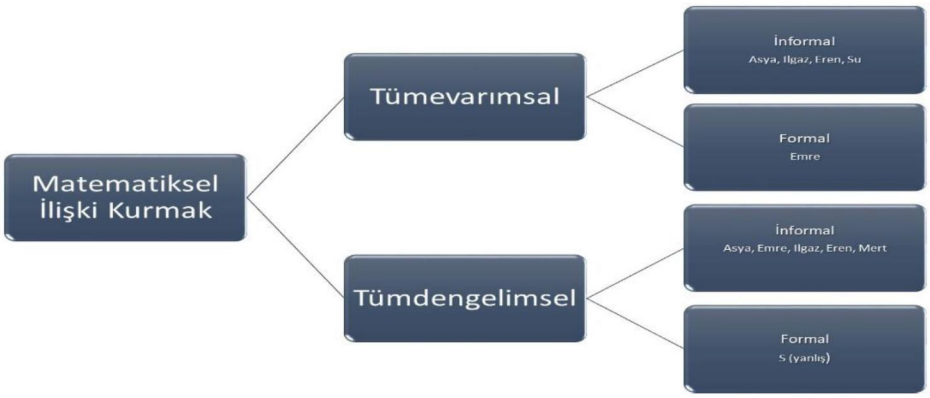
Şekil 24. Emre'nin Grafik Yorumlaması ve Çizimi

Yine katılımcıların tümünün Ön Testte sorulan soruları yanıtlarken tablo çizimi eksiksiz yaparken kimi katılımcıların aynı duruma yönelik sayı örüntüsünü yazmayı kendilerince "gereksiz" gördüklerini belirtmişlerdir. Yine Su ve Ilgaz'ın Ön Testte sorulan Tablo ve Sayı Örüntüsünü yazmaya dair sorulan soruda, istenmemesine rağmen tablonun sonunda denklem yazdıkları gözlenmiştir. Bu denklem temsillerinden Su'nun doğrusal denklemi doğru iken Ilgaz'ın kurduğu denklem hatalıdır. Su ve Ilgaz'a Ön Test ardından yapılan Klinik Mülakatlarda tablonun ardılına niçin denklem yazdığı soruluğunda Ilgaz "*zaten yazacaktım, tablonun devamına yazmak istedim*", Su ise " *Tablonun değişkenlerine bakarak denklemi kurması kolay geliyor"* demiştir.

4.1.4. Matematiksel İlişki Kurma

Bir diğer Cebirsel Akıl Yürütme Kriteri olan "Matematiksel İlişki Kurmak" dikkate alınan teorik çerçevede formal ve informal biçimlerde tanımlanmış olup bu ilişkiler bir de tümevarımsal ve tümdengelimsel olarak sınıflandırılmıştır. Tüm bu kategoriler doğrultusunda tema ve alt temalar oluşturulmuş ve yanıtlar bu doğrultuda sınıflandırılmıştır.

Matematiksel ilişki kurmada Emre'nin denklem kurma, kurduğu denklemlerde de tümevarımsal düşündüğü yukarıda yansıtılmıştır. Asya'nın verdiği yanıtlar incelendiğinde tümevarma sürecinde informal açıklamalar yaptığı kâğıdında ki " *A ve C sıralarında birer koltuk artışı varken B de iki koltuk artmaktadır."* Ve *"A ve C'de yeni durumda toplam dört artış olurdu, B değişmezdi."* yanıtlarında görülmektedir.



Şekil 25. Matematiksel İlişki Kurma Tematik Analizi

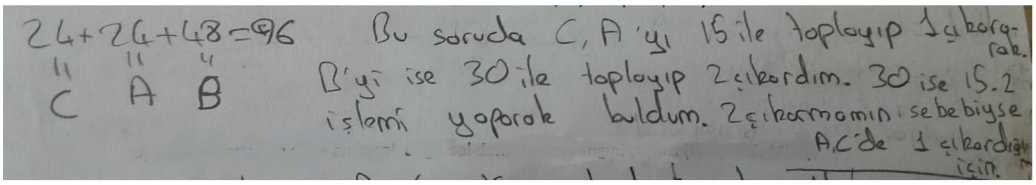
Matematiksel ilişkiyi kurmada tümdengelimsel gelişimi incelemede antik tiyatronun 15.sırasında kaç koltuk olurdu kısmından faydalanılmıştır. Bu kısımda Asya;

24+24+48= 96 (sırasıyla A,C ve B için olduğunu kâğıdında ifade etmiştir.) Bu sayılara nasıl ulaştığı sorulduğunda sayı örüntüsüyle yazmaya devam ettiğini belirtmiştir.

Su ise soruyu yanıtlarken formal bir yöntem tercih etmiş, bir önceki şıkta kurduğu 27+3x denkleminde, x=15 yazmıştır. Denklemi yanlış olduğu için bulduğu sonuç da yanlış olmuştur.

4.1.5. Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama

Cebirsel Akıl Yürütme kriterlerinden bir diğeri olan "Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama" kriteri açısından bakıldığında da Asya'nın sorulan bir soruda verdiği yanıt Şekil 26'da da görüldüğü üzere tümdengelimsel yöntemle bulduğu sonucu bir anlamda tümevarımsal yönden de açıklamıştır.



Şekil 26. Asya'nın Sonuçlarını Doğrulama Örneği

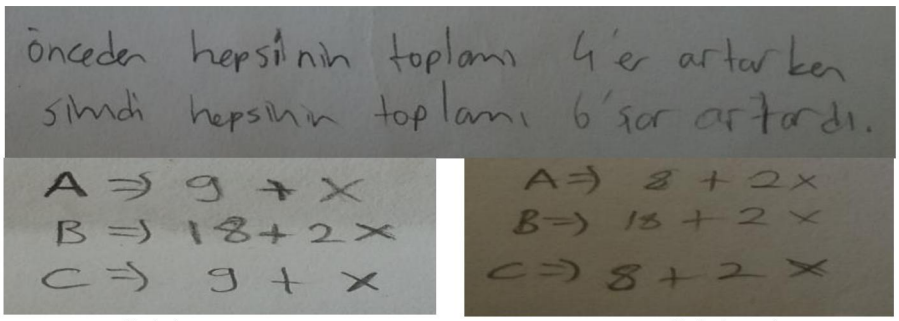
Emre'nin de yine "Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama" kriteri açısından bakıldığında 1.soru d şıkkına verdiği yanıtı hem doğrusal denklemle hem de sözle genellemeyle desteklediği ve doğruladığı görülmektedir. Ön Testtin *"koltuk sayıları her sütunda ikişer artsaydı doğrusal denklem nasıl olurdu"* sorusunda;

A=9+2x

B=18+2x

C=9+2x

Cevabını vererek yine doğru bir genellemeye ulaştığını göstermiştir. Yine kendi cümleleriyle "*önceden hepsinin toplamı her sırada 4'er atarken şimdi hepsinin toplamı 6'şar artar.*" demiştir.



Şekil 27 a *Şekil 27 b*

Şekil 27. Emre'nin Sonuçları Doğrulama Örneği

Ön test analizlerini genel olarak ele almak gerekirse genellemeleri destekleme temasına bakıldığında tablo temsilinin tüm katılımcılar tarafından kullanıldığı, sayı örüntüleriyle temsil ve destekleme ise üç katılımcı tarafından yapıldığı görülmüştür. Sözel genellemeye dört katılımcının ulaşabildiği ancak katılımcıların genel olarak doğrusal denklem kurmakta zorlandıkları görülmüştür. Argüman oluşturma sürecinde formal açıklama yalnızca bir katılımcı tarafından yapılmış olup genel eğilimin informal açıklama yönündeki yine katılımcıların yarısında gözlenebilmiştir. Problem durumunu analiz ederken tablodan tüm katılımcılar faydalanmış, örüntüden yarı yarıya faydalanma varken grafik ve denklemden için birer katılımcının faydalandığı görülmüştür. Matematiksel ilişki kurma temasına bakıldığında gerek tümevarımsal gerekse tümdengelimsel açıklamaların informal olduğu dikkati çekmiştir. Son tema olan çeşitli konulardaki sonuçları doğrulama temasında yanıt ise oldukça azdır.

4.2. Öğretim Deneyi I. Oturum

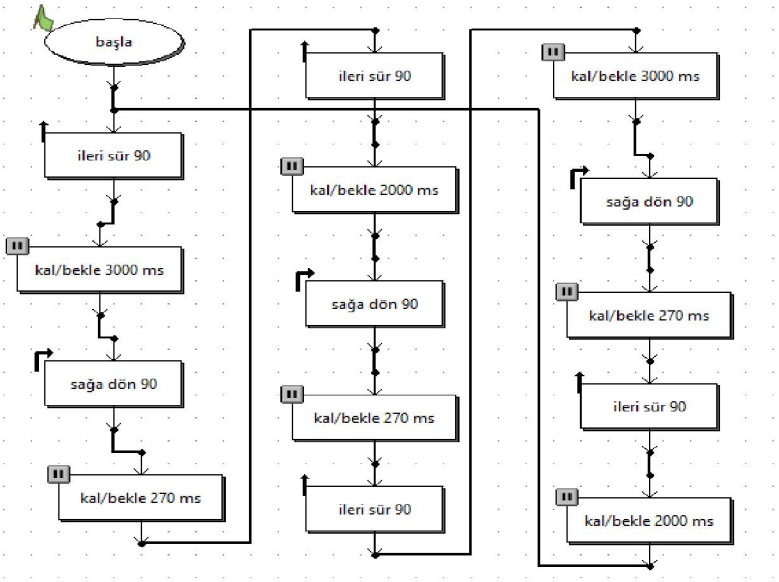
Bu oturumda ilk önce senaryolu bir soru verilmiştir. Senaryo doğrultusunda ilk önce istenen algoritmayı yazmaları, bu algoritmayı 2 kişilik gruplarında yazmaları, ardından sorulan soruları bireysel olarak incelemeleri beklenmiştir. Bulgular incelenirken ilk önce grupların algoritmaları ve bu algoritmaları yazarken gözlenen cebirsel akıl yürütme kriterleri incelenmiştir. Ardından sorulara bireysel olarak verdikleri yanıtlar kriterler çatısında her bir katılımcı için ayrı yorumlanmıştır.

4.2.1.Grupların Algoritmalarının İncelenmesi

İlk bölümde senaryoda, bir robotun çok katlı bir otoparkta kendi kendine yer bulabilmesinin algoritmasını 2 kişilik gruplarında yazmaları, kodları birlikte yazdıktan sonra senaryoya ait cebirsel akıl yürütme kriterleri doğrultusunda hazırlanan soruları tek başlarına çözmeleri beklenmiştir. Grupların yanıtları tablolar halinde incelenmiştir.

4.2.1.1 Grup I'in Algoritması ve Cebirsel Akıl Yürütme Göstergeleri

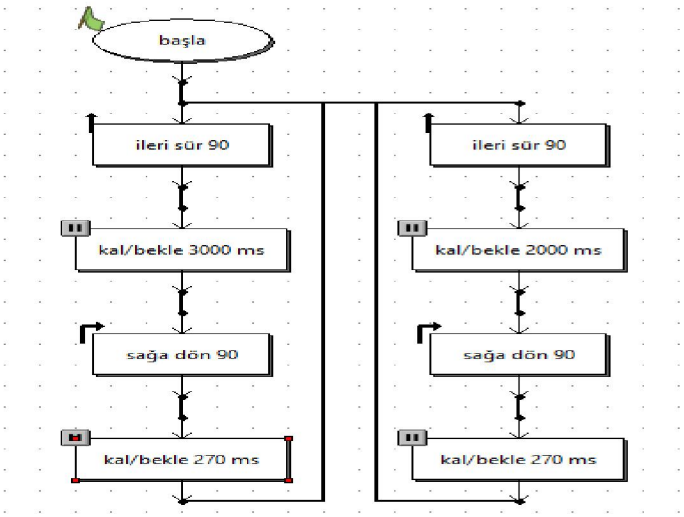
Ilgaz ve Eren öncelikle bir dikdörtgensel şekil etrafında dönen robot algoritması yazmak istemiş, ardından Şekil 28'de görülen algoritmayı yazmıştır. Simülasyona yüklemeleriyle birlikte 3 saniye düz giden robotları, 90^0 döndükten sonra 2 saniye gidemeden simülasyonda ki alanın darlığından duvara çarpıyordu. Yine kodlarının son bölümünde 90^0'lik dönmeyi eksik bıraktıklarını dolayısıyla robotlarının dikdörtgensel şekil etrafında hareket edemeyeceğini anlamışlardır.



Şekil 28. Ilgaz ve Eren'in İlk Algoritması

Ardından algoritmalarını geliştirmek adına yeniden yazma kararı alıp Şekil 29'ta ki algoritmayı yazmışlardır. Şekil 29'a bakıldığında daha net, sistematik yazılmış bir kod görülmektedir. Bunun sebebi sorulduğunda "hata riski azalıyor" yanıtı alınmıştır. Ardından simülasyonda gözlem yapmak istemiş ve yine

simülasyonda rahat gözlem yapamayacaklarını anımsayıp düz gitme sürelerini düşürme kararı almışlardır.



Şekil 29. Ilgaz ve Eren'in İkinci Algoritması

Şekil 30'da görülen son yazılan algoritmaya bakıldığında robotun ilerleyeceği yolu kenar uzunlukları oranı 3/1 olan bir dikdörtgen gibi yorumlamış oldukları "kal/bekle"* komutu sürelerini 2400/800 belirlemelerinden anlaşılabilir. Kodun bu kısmını yazma sürecinde grup; problem durumunu analiz edip değerlendirmiş ve bir dikdörtgensel bölge etrafında dolaşma kodu yazmış (CAYK3), matematiksel argümanlar oluşturup değerlendirmiş olduğunu aşağıdaki diyaloglardan (CAYK2) gözlemlenmektedir. (Şekil 1). Yazdıkları kodu "bağla" komutu ile başa bağlamış olmaları da gerek dikdörtgenin karşılıklı kenar uzunlukları gerekse de katlar arası yol uzunlukları arasındaki örüntüyü görebildiklerini gösterir. Bu durum da genellemeleri değerlendirebilmiş (CAYK1), katlar arası geçişte dikdörtgensel bölge etrafında dönerken oluşan örüntüyü yani matematiksel ilişkiyi fark etmiş tümevarımsal akıl yürütmeyi (CAYK4) kullanmıştır.

Kodu yazarken Ilgaz ve Eren'in kendi aralarında;

E: Kenar uzunluklarının oranını nasıl kabul etmeli?

I: Uzun kenarı 3, kısa kenarı 1'in katı alalım.

E: "Kal/bekle" süresi?

I: 1500/500'e ne dersin?

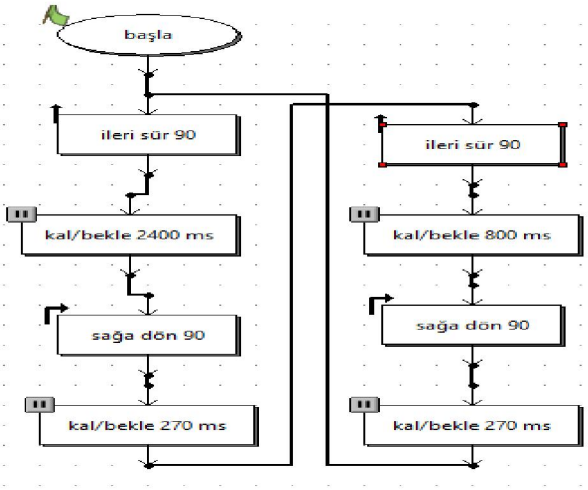
E: 500 ms'yi gözlemleyemiyoruz simülasyonda.

I: 2400/800 ?

E: Mantıklı görünüyor. Yine de simülasyonda da izlemeli.

I: Doğru.

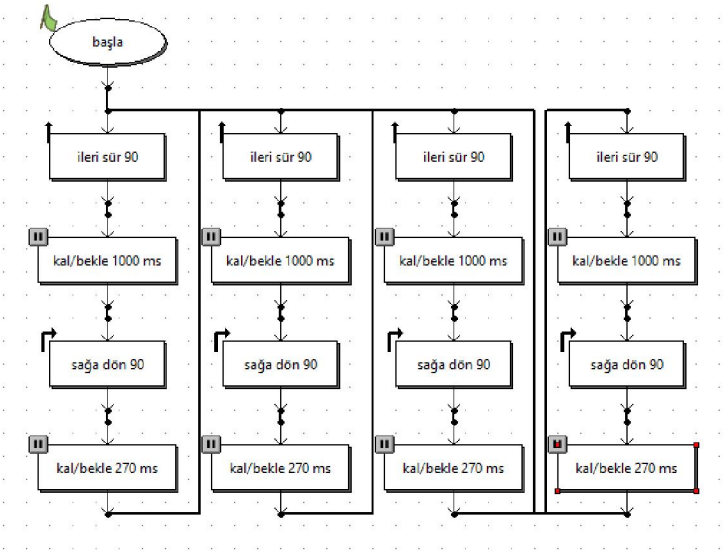
E: sağa dön 90 ve kal/bekle 270'yle 90 derecelik dönüş yapıyorduk. Unutmayalım.



Şekil 30. Ilgaz ve Eren'in I. Oturuma Yönelik Son Algoritması

Diyaloglarından birbirlerinin düşüncelerini anlamlandırma ve arkasındaki mantığı sağlamaya çalışmaya (CAYK5), anlaşmazlık durumlarında soru sorup tartışmayı arttırdıkları (CAYK6), verilerin doğruluğunu simülasyonda gözlemlemek istemeleri de sonuçlarını doğrulama destekleme (CAYK7) ihtiyacı duydukları gözlenmiştir.

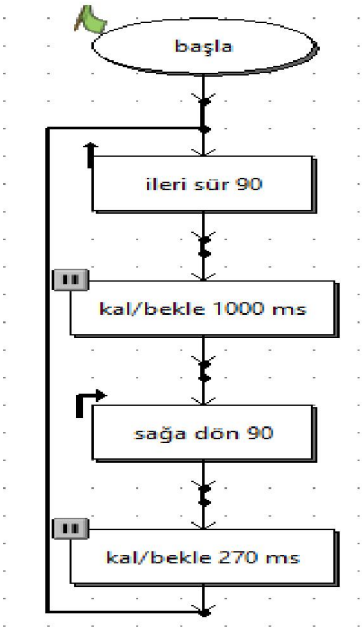
4.2.1.2.Grup II'nin Algoritması ve Cebirsel Akıl Yürütme Göstergeleri



Şekil 31. Su ve Mert'in Oturum İçin İlk Algoritması

Su ve Mert öncelikle bir karesel şekil etrafında dönen robot algoritması yazmak istemiş, ardından Şekil 31'de görülen algoritmayı yazmıştır. Simülasyona yüklemeleriyle birlikte 1 saniye düz giden robotları, 90^0 döndükten sonra 1 saniye gidiyor, ardından 90^0 dönüyor derken karesel bir şekli tamamlıyordu. Kodlarını daha kısa bir yoldan yazabileceklerini yaptıkları gözlemin sonunda fark etmiş ve Şekil 32'de görülen algoritmayı yazmaya karar vermişlerdir.

Şekil 32'de ki algoritmaya bakıldığında robotun ilerleyeceği yolu kenar uzunlukları birbirine eşit bir kare gibi yorumlamış oldukları "kal/bekle" komutu süresini 1000 ms belirlemelerinden anlaşılabilir. Kodun bu kısmını yazma sürecinde grup; matematiksel argümanlar oluşturmuş ancak dikdörtgensel bir şekli karesel bir şekil gibi algılayıp buna göre kod yazarak yanlış bir değerlendirme yapmış (CAYK2), problem durumunu analiz etmiş ancak dikdörtgensel bir şekli karesel bir şekil gibi algılayıp buna göre kod yazarak yanlış değerlendirme yapmıştır (CAYK3). Bu nedenle Grup 2 bu iki göstergeyi eksik sergilemiştir.



Şekil 32. Su ve Mert'in Oturum İçin Son Algoritması

Yazdıkları kodu "bağla" komutu ile başa bağlamış olmaları karenin uzunlukları arasındaki örüntüyü görebildiklerini gösterir. Bu durum da Grup 2'nin genellemeleri değerlendirebilmiş (CAYK1), katlar arası geçişte karesel bölge etrafında dönerken oluşan

örüntüyü yani matematiksel ilişkiyi fark edebilmiş, tümevarımsal akıl yürütmeyi (CAYK4) kullandıkları gözlenmiştir.

Kodu yazarken Su ve Mert'in kendi aralarında;

M: Kenar uzunluklarının oranını nasıl kabul edelim?

S: kare olarak kabul edelim.

M: "Kal/bekle" süresi ?

S: 1000 ms ?

M: Olur.

Diyaloglarından birbirlerinin düşüncelerini anlamlandırma ve arkasındaki mantığı sağlamaya çalıştıkları (CAYK5), ancak anlaşmazlık durumu doğmadığı ve soru sorup tartışmayı arttırmadıkları için (CAYK6), verilerin doğruluğunu simülasyonda gözlemlemeyi konuşmadıkları için de sonuçlarını doğrulama destekleme (CAYK7) gözlemlenememiştir.

4.2.1.3. Grup III'ün Algoritması ve Cebirsel Akıl Yürütme Göstergeleri

Grup III tek algoritma yazmış, ardından sorulan soruları yanıtlamaya geçmiştir. Şekil 33'te ki algoritmaya bakıldığında sadece katlar arası yolu değil her kata gelindiğinde robotun "oku yeşil ışık"* sensörüyle gözlem yapması eğer o katta yer varsa o kata girmesi gerekliliği de kodlamaya aktarılmıştır. Bu durum da çeşitli sonuçlar için sonuçları doğrulama destekleme (CAYK7) göstergesidir.

Bunun dışında kenar uzunlukları 3/2 olan bir dikdörtgen gibi yorumlamış oldukları "kal/bekle" komutu sürelerini 1800/1200 belirlemelerinden anlaşılabilir. Kodun bu kısmını yazma sürecinde grup; problem durumunu analiz edip yeşil ışığın var olup olmamasına göre iki değişkenli bir kod yazıp değerlendirmiş (CAYK3), bunun üzerine matematiksel argüman oluşturup değerlendirmiş (CAYK2) göstergelerini sergilemiştir.

Yazdıkları kodu "bağla" komutu ile başa bağlamış olmaları da gerek dikdörtgenin karşılıklı kenar uzunlukları gerekse de katlar arası yol uzunlukları arasındaki örüntüyü görebildiklerini gösterir. Bu durum da genellemeleri değerlendirebilmiş (CAYK1), katlar arası geçişte dikdörtgensel bölge etrafında dönerken oluşan örüntüyü yani matematiksel ilişkiyi fark etmiş tümevarımsal akıl yürütmeyi (CAYK4) kullanmıştır.

Kodu yazarken Asya ve Emre'nin;

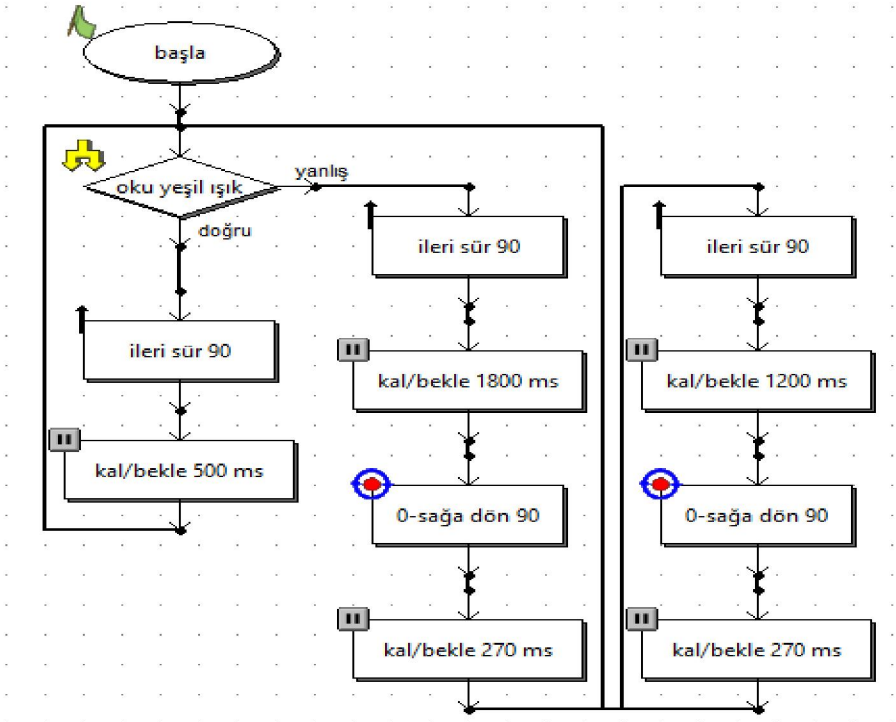
A: Çıkılan kısım bir dikdörtgen, kenar uzunluklarını kaç kabul edelim?

E: 3/2

A: Olur.

E: Şimdi burada dallanma olacak, çünkü yeşil ışık yoksa üst kata çıkar, yeşil ışık varsa o kata girer.

A: Doğru.



Şekil 33. Asya ve Emre'nin Algoritması

Diyaloglarından Emre'nin geçmişten getirdiği kod yazma bilgisinin de etkisiyle birbirlerinin düşüncelerini anlamlandırma ve arkasındaki mantığı sağlamaya çalışmada (CAYK5) tek yönlülük, anlaşmazlık durumu olmadığı için soru sorup tartışma ortamının oluşmadığı (CAYK6) gözlenmiştir.

4.2.2. Cebirsel Akıl Yürütme Becerisini Ölçmede Kullanılan Sorular ve Analizleri

Bu kısımdan sonra oturumun devamında robotun ilk 5 katı çıkması sürecinin sayı örüntüsü, tablosunu oluşturma; bu süreçte yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmaları; 71.saniyede nerede olduklarını bireysel olarak cevaplamaları istenmiştir.

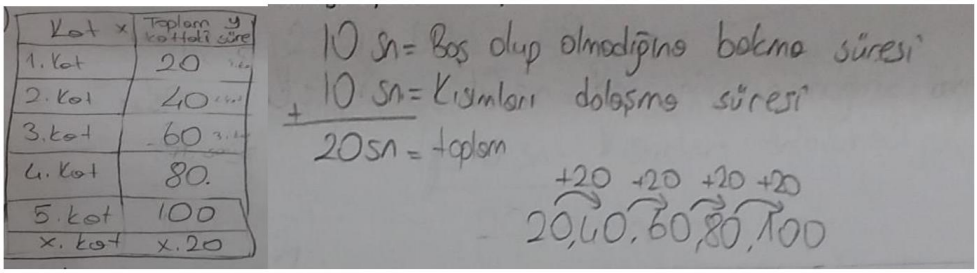
İlk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmayı (CAYK4) işe koşup koşmadıkları; yolda kaybedilen süreyle genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1) ve matematiksel ilişkiyi

kurmak/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma (CAYK4); 71.saniyede nerede olacağını bulmak yine tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma ve çeşitli konularda sonuçları doğrulama ve destekleme (CAYK7) kriterleri her bir öğrenci için ayrı ayrı incelenmiştir.

Ardından katılımcıların değişkenlerde yapılan değişimin ardından verdikleri yanıtlarla kriterlerin daha derinlemesine incelenmesi ve anlaşılabilmesi için senaryoda değişiklik yapılmıştır. Başlangıçta otoparkta bulunan ışık sisteminin olmaması durumunda otoparkta katlar arası kaybedilen sürenin değişip değişmediğini eğer değişim olacaksa bunun çoklu temsil biçimlerine yansımasının nasıl olacağı sorulmuştur. Katılımcılar bu esnada kendilerince bir kabul oluşturmuş, kabulleri üzerinden durumları doğrulama ve destekleme (CAYK7) durumlarına bakılmıştır. Yine oluşan kabulleri üzerinden 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmayı (CAYK4) işe koşup koşmadıkları; yolda kaybedilen süreyle genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1), matematiksel argüman oluşturup doğrulama (CAYK2) ve matematiksel ilişkiyi kurmak/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma (CAYK4); 71.saniyede nerede olduğunu bulmak yine tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma ve çeşitli konularda sonuçları doğrulama ve destekleme (CAYK7) kriterleri her bir öğrenci için ayrı ayrı incelenmiştir.

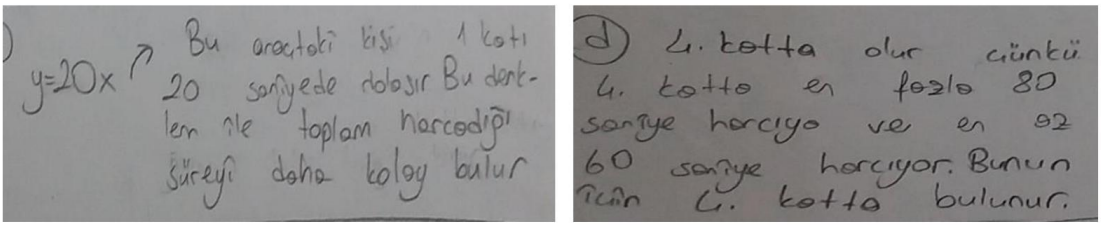
4.2.2.1. Ilgaz'ın Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Ilgaz'ın sorulan sorulara verdiği yanıtlara bakıldığında ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazarak matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir. Eren de olduğu gibi dikkat çekici olan ise sözel genelleme ve tablonun sonunda x. kat için de genellemeye varıp kendiliğinden yanıt yazması olmuştur. Sorulduğunda *" tablo kurmanın denklem kurmayı çağrıştırdığı ve kolaylaştırdığını "* ifade etmiştir.



Şekil 34. Ilgaz'ın Oluşturduğu Tablo Şekil ve Sayı Örüntüsü

Yine ilk beş katı çıkma sürecinde yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmada sözel genelleme ifadesinden problemi analiz ettiği (CAYK3) ve matematiksel argüman oluşturduğu (CAYK2); matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi bu soru için kullandığı (CAYK4); durum için bir genellemeye varıp formüle ettiği (CAYK1) açıktır. Bu üst kata çıkma sürecinde 71. saniyede nerede olacağını 3.kat ve 4. Kat aralığında kaybedilen süre ile ilişkiden açıklayabilmesi de hem çeşitli konulardaki sonuçları doğrular(CAYK7) hem de kurduğu tümavarımsal akıl yürütmeyi destekler (CAYK4) olduğunu göstermektedir.



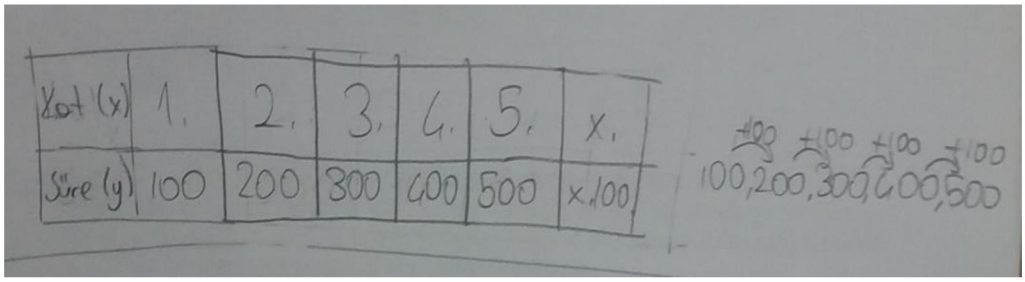
Şekil 35. Ilgaz'ın Sözel Genelleme ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile Verdiği Yanıt

Işık sisteminin olmaması durumunda durum nasıl değişir yeniden değerlendiriniz sorusuna;

Ilgaz: "*Eğer ışık sistemi kurulmasaydı aracın başındaki kişi kattaki park yerlerinin boş olup olmadığına bakacağı için daha fazla zaman kaybederdi. Bu yüzden 10 saniyeden fazla bir süre harcamak zorunda kalırdı. Ayrıca her katta 10 adet park yeri olduğunu düşünürsek her bir park yeri için 10 saniye kaybederdi. Bu da toplam bir katta en fazla 10.10 = 100 saniye harcamasını sağlardı.*"

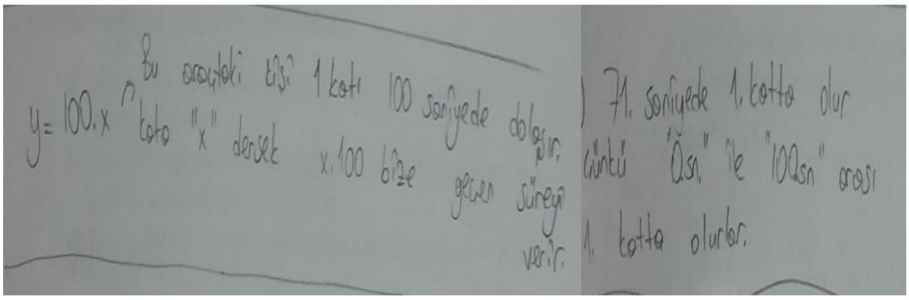
Ilgaz'ın bir varsayım kurması buradan da soruyu yeniden analiz etmesi incelendiğinde 10 adet park yeri üzerinden genelleme süreçlerini uyguladığı ancak 10 saniyede bir kattan bir kata giderken harcanan süreyi ihmal ettiği görülmüştür. Bunun nedeni

oturum sonrası Ilgaz'a sorulduğunda *"sadece gözleme odaklanmışım, kat çıkmayı ihmal etmişim"* demiştir. İlerleyen oturumlarda bu durumun dikkatsizlik mi yoksa göz ardı etmek mi olduğu netleştirilecektir.



Şekil 36. Ilgaz'ın Tablo ve Sayı Örüntüsü

Akıl yürütme becerileri yönünden bakıldığında ulaştığı genellemenin eksik bir yanı olması nedeniyle genellemesini formüle edebilip bu yeni durumu doğrular ve destekler açıklamalarına rağmen CAYK1'in kısmen var olduğu; matematiksel argüman oluşturup değerlendirmesini ve desteklemesini yapabildiği için CAYK2'nin varlığını; problem durumu analiz edip değerlendirebildiği için CAYK3'ün varlığından; 71. saniyede robotun yerini açıklayabilmesi CAYK4'ün varlığını, bulguları özetleyen bir açıklamasının olması CAYK7'nin varlığının göstergesidir.

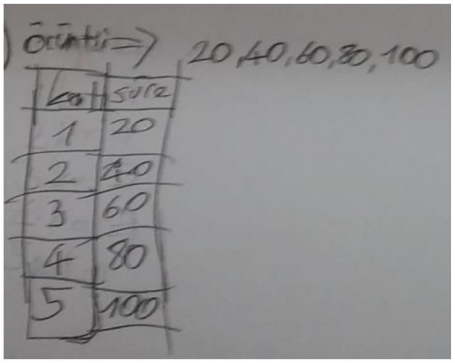


Şekil 37. llgaz'ın Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Ilgaz'ın bu bölümde verdiği yanıtlar incelendiğinde göz ardı ettiği 10 saniyelik bir katta diğer kata çıkış süresi olmasa tüm akıl yürütme kriterlerini sergileyebilmiştir.

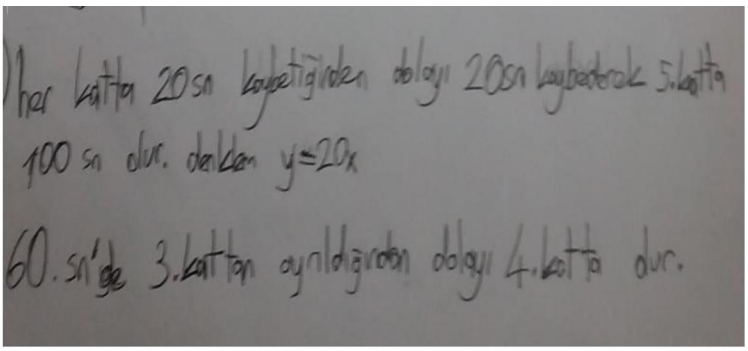
4.2.2.2. Eren'in Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Eren'in sorulan sorulara verdiği yanıtlara bakıldığında ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazarak matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir.



Şekil 38. Eren'in Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü

Yine ilk beş katı çıkma sürecinde yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmada sözel genelleme ifadesinden problemi analiz ettiği (CAYK3) ve matematiksel argüman oluşturduğu (CAYK2); matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi bu soru için kullandığı (CAYK4); durum için bir genellemeye varıp formüle ettiği (CAYK1) görülmektedir. Bu üst kata çıkma sürecinde 71. saniyede nerede olacağını açıklayabilmede kurulan varsayımdan yola çıkarak bir sonuca varmış dolayısıyla hem çeşitli konulardaki sonuçları doğrular (CAYK7) hem de kurduğu tümavarımsal akıl yürütmeyi destekler (CAYK4) durumdadır.



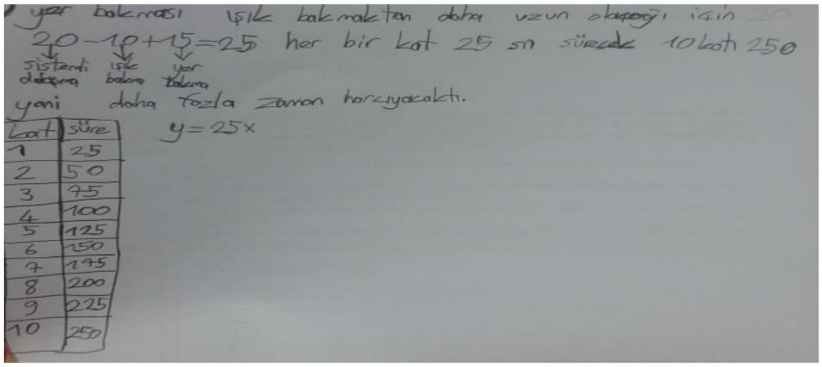
Şekil 39. Eren'in Sözel Genelleme ve Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Işık sisteminin olmaması durumunda durum nasıl değişir yeniden değerlendiriniz sorusuna;

"Yer bakması ışık bakmaktan daha uzun olacağı için 20-10+15=25 saniye (20 sistemli dolaşma süresi, 10 ışık bakma süresi, 15 yer bakma süresi olarak düşündüm.) sürede 10 katı 250 saniyede; yani daha fazla zaman harcayacaktır."

Eren'in açıklamaları oldukça somutlaştırılmış, kendince yeni durumu formüle etmesi dikkat çekmiştir.

Akıl yürütme becerileri yönünden bakıldığında ulaştığı genellemeleri formüle edebildiği bu yeni durumu doğrular ve destekler açıklamaları nedeniyle CAYK1'in varlığını; matematiksel argüman oluşturup değerlendirmesini ve desteklemesini yapabildiği için CAYK2'nin varlığını; problem durumu analiz edip değerlendirebildiği için CAYK3'ün varlığının göstergesidir.

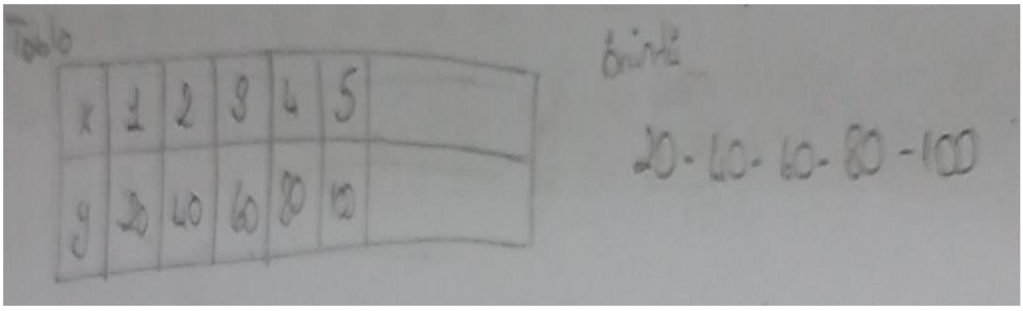


Şekil 40. Eren'in Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Eren'in ilk bölümde verdiği yanıtlar yeterli iken ışık sisteminin olmamasıyla durum değişikliğine dair bölümde verdiği yanıtlar kimi soruların yanıtları açısından eksiktir. İlk bölümde yanıtlarının eksiksiz olmasına rağmen sonra ki bölümde bu soruların yanıtlarını niçin vermediği oturum sonunda sorulduğunda *"diğer soruları da yanıtlamam gerektiğini bilmiyordum"* dedi.

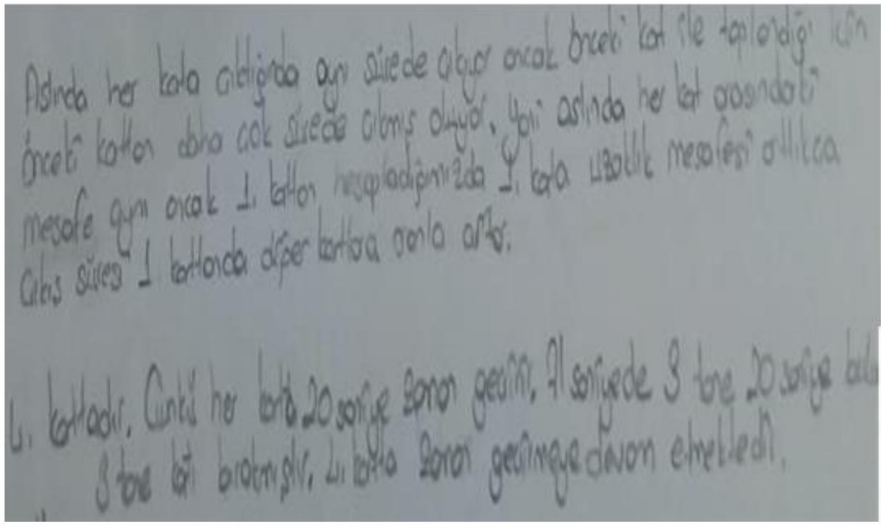
4.2.2.3. Su'nun Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Su'nun sorulan sorulara verdiği yanıtlara bakıldığında ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazarak matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir.



Şekil 41. Su'nun Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü

Yine ilk beş katı çıkma sürecinde yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmada problemi analiz edemediği (CAYK3) ve matematiksel argümanını hatalı oluşturduğu (CAYK2); matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi sorunun bu kısmı için kullanamadığı (CAYK4); durum için her katta 20 saniye kaybedeceği ile ilgili bir genellemeye varabildiği ancak formüle edemediği (CAYK1) görülmektedir. Bu üst kata çıkma sürecinde 71. saniyede nerede olacağını açıklayabilmede kurulan varsayımdan yola çıkarak bir sonuca varmış dolayısıyla hem çeşitli konulardaki sonuçları doğrular (CAYK7) hem de kurduğu tümavarımsal akıl yürütmeyi destekler (CAYK4) durumdadır.

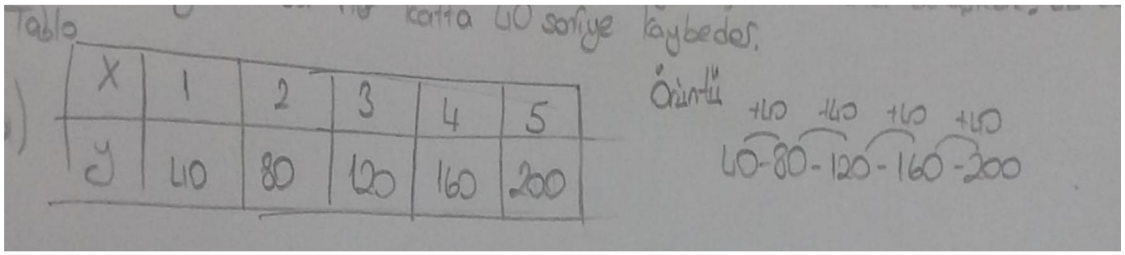


Şekil 42. Su'nun Sözel genelleme, Denklem ve 71 saniyede Robotun Yeriyle İlgili Verdiği Yanıt

Işık sisteminin olmaması durumunda durum nasıl değişir yeniden değerlendiriniz sorusuna;

" Eğer ışık sistemi olmasaydı o katta daha da zaman harcarız. Çünkü ışık 10 saniyede biz beklerken ışıkla anlıyoruz. Eğer ışık olmasaydı biz kendimiz o katta dolaşacak ve daha çok süre kaybedecektik. Şimdi bir araba yeşille gösterilmiş kısımları yine 10 saniye olacaktı ancak ışık sistemi olmadığı için o katta 10 saniye beklemeyecek o katta kendi dolaşacak. Bu dolaşma 30 saniye olursa her katta 40 saniye kaybeder."

Su'nun kat ve katlar arası durumu ayrı ayrı düşünüp genellemeye vardığı görülmüştür.

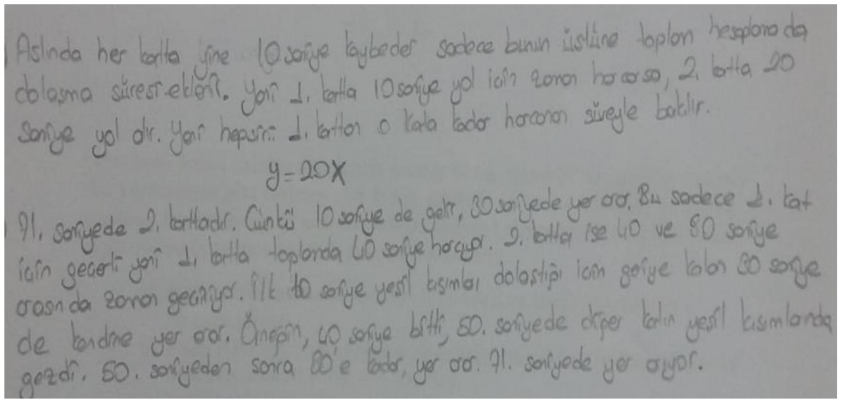


x	1	2	3	4	5
y	40	80	120	160	200

Şekil 43. Su'nun Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü

Su'nun 1.oturum e şıkkına dair incelemede genellemelere ulaşamamasının da etkisiyle akıl yürütme becerileri yönünden bakıldığında bu soruda da ulaştığı genellemeleri formüle edemediği denklemini kurarken başlangıçta oluşturduğu matematiksel argümanı ve temsil biçimlerinden faydalanmadığı nedeniyle CAYK1'in varlığından olumsuz; matematiksel argüman oluşturup değerlendirmesini ve desteklemesini yapabildiği için CAYK2'nin varlığından (şekil 44); problem durumu analiz edip değerlendirebildiği için CAYK3'ün varlığından; 71. saniyede robotun yerini açıklayabilmesi CAYK4'ün varlığından; bulguları özetleyen bir açıklamasının olması CAYK7'nin varlığından bahsedilebilir.

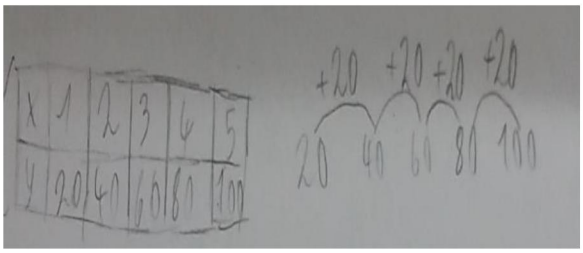
Su'nun bu iki bölümde de sayı örüntüsü ve tabloyu doğru oluşturduğu bu nedenle 71.saniyede robotun nerede olduğuna dair akıl yürütmeyi ortaya koyabilmesi nedeniyle CAYK4 ve CAYK7 varlığı gözlenebilmiş ancak beklenen diğer kriterleri sergileyememiştir.



Şekil 44. Su'nun Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

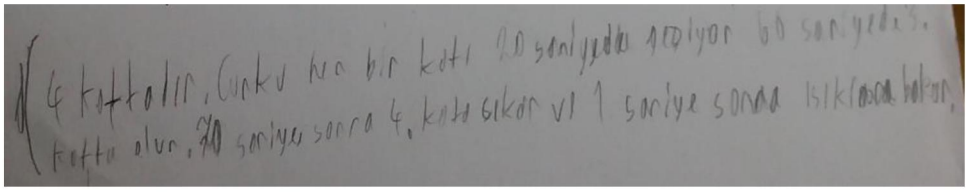
4.2.2.4. Mert'in Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Mert'in sorulan sorulara verdiği yanıtlara bakıldığında ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazarak matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir.

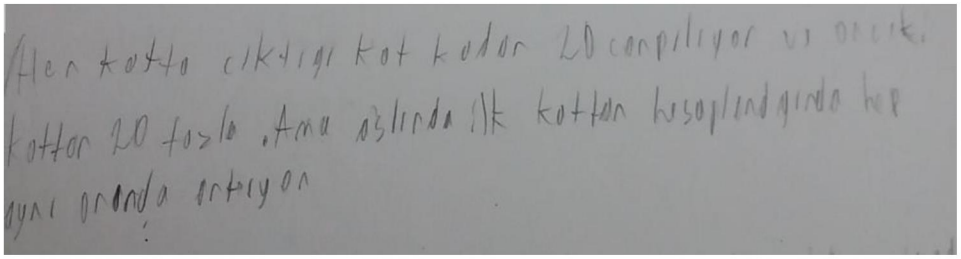


Şekil 45. Mert'in Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü

Yine ilk beş katı çıkma sürecinde yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmada sözel genelleme ifadesinden problemi analiz ettiği (CAYK3) ve matematiksel argüman oluşturduğu (CAYK2); matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi bu soru için kullandığı (CAYK4); durum için bir genellemeye varabildiği ancak formüle edemediği (CAYK1) Şekil 47'de görülmektedir. Bu üst kata çıkma sürecinde 71. saniyede nerede olacağını derinlemesine açıklayabilmesi de hem çeşitli konulardaki sonuçları doğrular(CAYK7) hem de kurduğu tümavarımsal akıl yürütmeyi destekler (CAYK4) durumdadır.



Şekil 46. Mert'in 71.saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

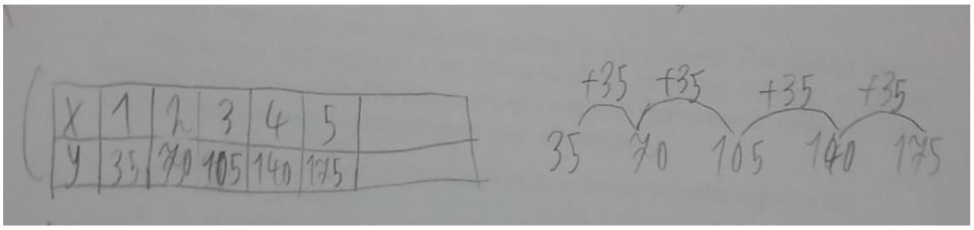


Şekil 47. Mert'in Sözel Genelleme ve Denklem Yazma İle İlgili Verdiği Yanıt

Işık sisteminin olmaması durumunda durum nasıl değişir yeniden değerlendiriniz sorusuna;

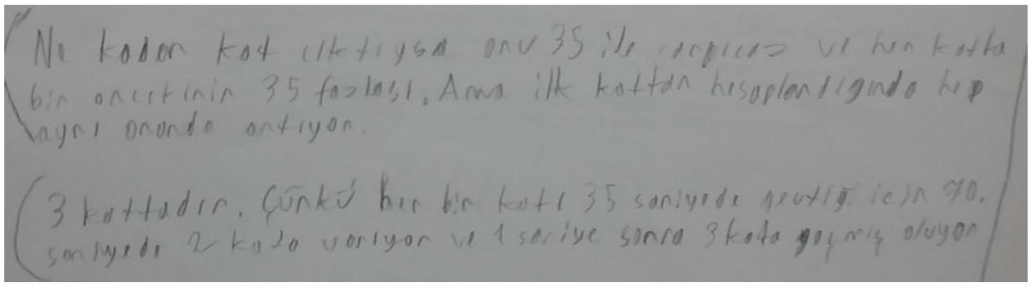
> *"Eğer otoparkta ışık sistemi yoksa nasıl boş yerde kırmızı ışık yanıp yanmadığına gözümüzü gezdiriyorsak ışık sistemi olmadığında da yine göz gezdireceğiz ama bu sefer ışık sistemindeki gibi yerin boş mu dolu mu olup olmadığını bilemeyeceğiz. Bu bizim açımızdan daha uzun bir zaman geçireceğimiz anlamına gelir. Yani bu da demek oluyor ki süremiz 20 ila 25 saniye arasında değişir. Ve ben bu süreye 25 saniye demek istiyorum."*

Mert'in açıklayıcı dili oldukça gelişmiş, tercih ettiği süreyi beyan etmiş yeniden değerlendirme yapmıştır. ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazarak matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir.



Şekil 48. Mert'in Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü

Akıl yürütme becerileri yönünden bakıldığında ulaştığı sözel bir genellemeye ulaştığı ama formüle etmediği ancak bu yeni durumu doğrular ve destekler açıklamaları nedeniyle CAYK1'in varlığının kısmen de olsa varlığını; matematiksel argüman oluşturup değerlendirmesini ve desteklemesini yapabildiği için CAYK2'nin varlığını; problem durumu analiz edip değerlendirebildiği için CAYK3'ün varlığından; 71. saniyede robotun yerini açıklayabilmesi CAYK4'ün varlığını; bulguları özetleyen bir açıklamasının olması CAYK7'nin varlığının göstergesidir.

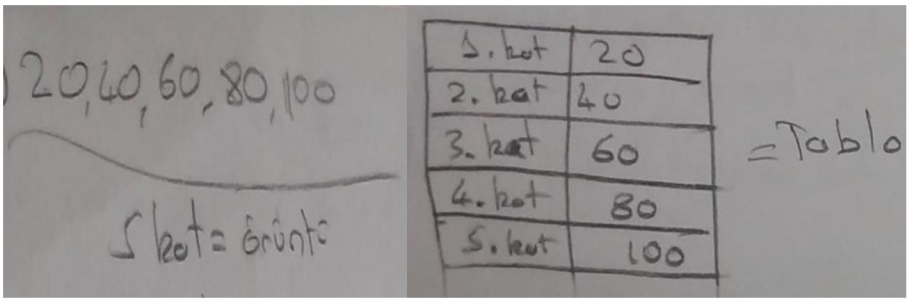


Şekil 49. Mert'in Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Mert'in ilk bölümde olduğu gibi yine bu bölümde de genellemesini matematiksel bir denkleme dökme konusunda problem yaşadığı (CAYK1) ancak bunun dışında beklenen kriterleri sergilediği gözlenmiştir.

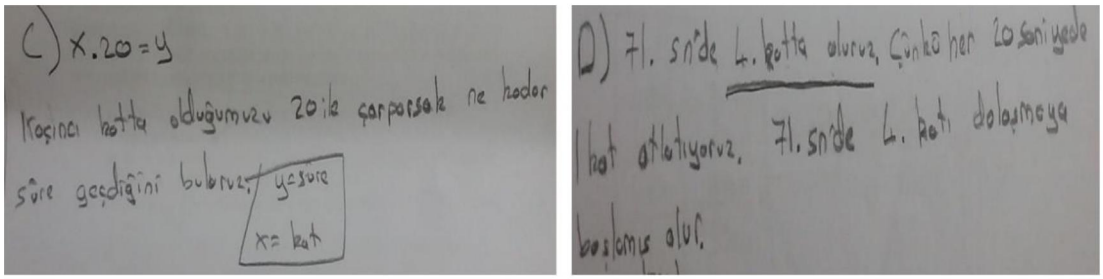
4.2.2.5. Asya'nın Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Asya'nın sorulan sorulara verdiği yanıtlara bakıldığında ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazmada matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir.



Şekil 50. Asya'nın Oluşturduğu Tablo ve Sayı Örüntüsü

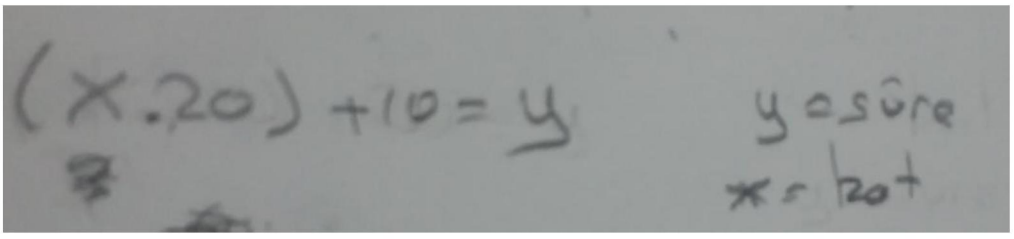
Yine ilk beş katı çıkma sürecinde yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmada sözel genelleme ifadesinden problemi analiz ettiği (CAYK3) ve matematiksel argüman oluşturduğu (CAYK2); matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi bu soru için kullandığı (CAYK4); durum için bir genellemeye varıp formüle ettiği (CAYK1) açıktır. Bu üst kata çıkma sürecinde 71. saniyede nerede olacağını açıklayabilmesi de kurduğu tümavarımsal akıl yürütmeyi destekler (CAYK4) durumdadır.



Şekil 51. Asya'nın Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Işık sisteminin olmaması durumunda durum nasıl değişir yeniden değerlendiriniz sorusuna;

> *"Daha fazla zaman kaybederiz. Çünkü araba koyabilecek yerin olup olmadığına biz bakmış oluruz. Bu bize zaman kaybettirir. 10 saniyeden fazla zaman kaybetmiş olurduk. Işık olduğunda 20 saniye kaybedersek olmadığında bence ortalama 30 saniye kaybederiz. Çünkü her bakma süresi 10 saniyedir."*



Şekil 52. Asya'nın Vardığı Genellemeye Dair Kurduğu Denklem

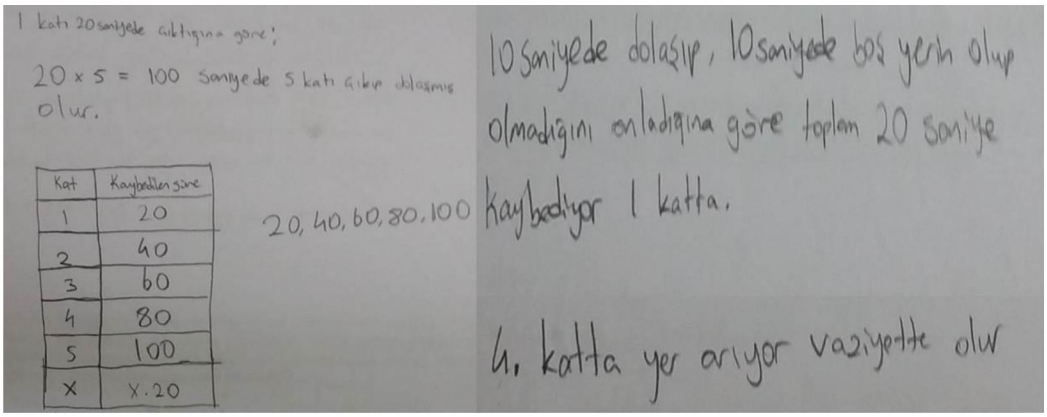
Asya'nın yorumları incelendiğinde problem durumunu analiz etme ve bunu değerlendirmenin (CAYK3) gerçekleştiği ortadadır bu nedenle basit bir matematiksel argüman oluşturma ile genelleme kurmuştur. Yeni durumu zihninde yapılandırıp bulgularını özetleyebildiği için CAYK7' nin varlığından bahsedilebilir. Matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme gözlenmiş ancak bu yorumunun ardından yeni durumun

denklemini doğru kuramadığından (Şekil 52) matematiksel argümanını destekleyememiştir. Bu nedenle CAYK2 varlığından kısmen bahsedilebilir.

Asya'nın ilk bölümde beklenen akıl yürütme kriterlerini rahatlıkla sergilediği ancak ikinci bölümde akıl yürütme becerilerini tam anlamıyla ortaya çıkaramadığı görülmektedir.

4.2.2.6. Emre'nin Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Emre'nin sorulan sorulara verdiği yanıtlara bakıldığında ilk 5 katı çıkma sürecinde sayı örüntüsü ve tablo yazmada matematiksel argüman oluşturmaya (CAYK2) başladığı gözlenmiştir. Dikkat çekici olan ise sözel genelleme ve tablonun sonunda x. adım için de genellemeye varıp kendiliğinden yanıt yazması olmuştur.



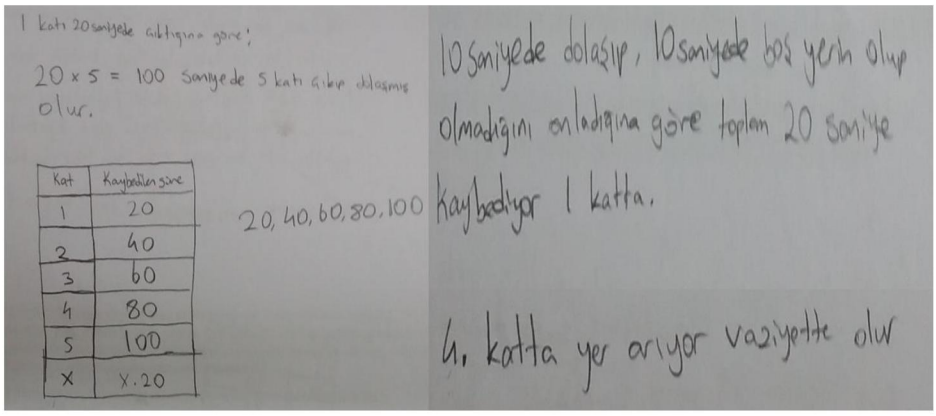
Şekil 53. Emre'nin Oluşturduğu Tablo, Sayı Örüntüsü, Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Ayrı şıklarda sorulan sorulara rağmen tabloyla birleştirerek denkleme ulaşma nedeni Emre'ye sorulduğunda *"zaten yazacaktım, böyle yazması yani düşünmesi daha kolay"* demiştir. Yine ilk beş katı çıkma sürecinde yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varmada sözel genelleme ifadesinden problemi analiz ettiği (CAYK3) ve matematiksel argüman oluşturduğu (CAYK2); matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi bu soru için kullandığı (CAYK4) durum için bir genellemeye varıp formüle ettiği (CAYK1)açıktır. Bu üst kata çıkma sürecinde 71. saniyede nerede olacağını açıklayabilmesi de hem çeşitli konulardaki sonuçları doğrular (CAYK7) hem de kurduğu tümavarımsal akıl yürütmeyi destekler (CAYK4) durumdadır.

Işık sisteminin olmaması durumunda durum nasıl değişir yeniden değerlendiriniz sorusuna;

"Işıklar olmasa her bir kata daha dikkatli bakmak için daha yavaş sürecektir. Ve tabii ki de bir katta daha fazla süre kaybedecektir. Kaybettiği süre sürücünün aracı sürdüğü hıza göre değişkenlik gösterir. Ben bu yazıyı yazarken bir katta 25 saniye kaybedeceğini referans aldım."

Emre'nin yorumları incelendiğinde yeni durumla ilgili kabul edilebilir bir yorum yapmış, ardından tüm şıkları yeniden yanıtlandırdığı görülmüştür.



Şekil 54. Emre'nin Oluşturduğu Tablo, Sayı Örüntüsü, Sözel Genelleme, Denklem Yazma ve 71.Saniyede Robotun Olacağı Yer ile İlgili Verdiği Yanıt

Akıl yürütme becerileri yönünden bakıldığında ulaştığı genellemeleri formüle edebildiği bu yeni durumu doğrular ve destekler açıklamaları nedeniyle CAYK1'in varlığını; matematiksel argüman oluşturup değerlendirmesini ve desteklemesini yapabildiği için CAYK2'nin varlığını; problem durumu analiz edip değerlendirebildiği için CAYK3'ün varlığının; bulguları özetleyen bir açıklamasının olması CAYK7'nin varlığının göstergesidir. Ancak 71. saniyede robotun yerini yanlış ifade etmiştir. Bu da tümdengelimsel muhakemeyi kullanamadığı CAYK4'ün kriterinin eksik kaldığı açıktır.

Oturum sonu genel değerlendirme yapmak gerekirse robotik kodlama sürecinde günlük yaşam durumunu değerlendirme, problem durumu için yazılacak kod düşünme, içindeki örüntüyü keşfedip genellemeye varma süreçlerinin gözlemlendiği ancak aşama kaydedilmesi gerektiği görülmüştür. Kodlamanın fiziksel hali olan robotlar, katılımcılarımızın problem durumunun zihinlerinde somutlaşması, yazılan denklemlerin günlük yaşama aktarılmasında yeni bir pencere olması açısından da katılımcıların dikkatini çekti denebilir.

4.3.Öğretim Deneyi II. Oturum

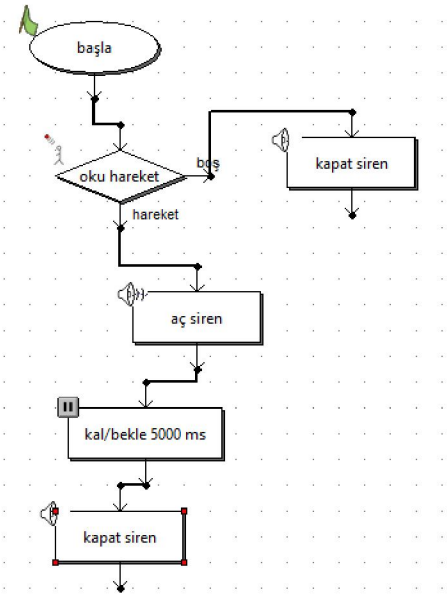
Bu oturumda da ilk önce senaryolu bir soru verilmiştir. Senaryo doğrultusunda ilk algoritma yazmaları, bu algoritmayı 2 kişilik gruplarında yazmaları, ardından sorulan soruları bireysel olarak incelemeleri beklenmiştir. Bulgular incelenirken ilk önce grupların algoritmaları ve bu algoritmaları yazarken gözlenen cebirsel akıl yürütme kriterleri incelenmiştir. Ardından sorulara bireysel olarak verdikleri yanıtlar kriterler çatısında her bir katılımcı için ayrı yorumlanmıştır.

4.3.1.Grupların Algoritmalarının İncelenmesi

İlk bölümde senaryoda, şömineye 20 cm uzaklıkta bir robot ve emekleme sürecinde bir bebek vardır. Şömine yanarken bebek emekleyerek şömineye yaklaşırsa robota 20cm kala, şömineye 40 cm kala haber verecek bir algoritma yazmaları beklenmektedir. Senaryonun algoritmasını 2 kişilik gruplarında yazmaları, grupların yazdıkları algoritmalar senaryoya ait cebirsel akıl yürütme kriterleri doğrultusunda incelenmiştir.

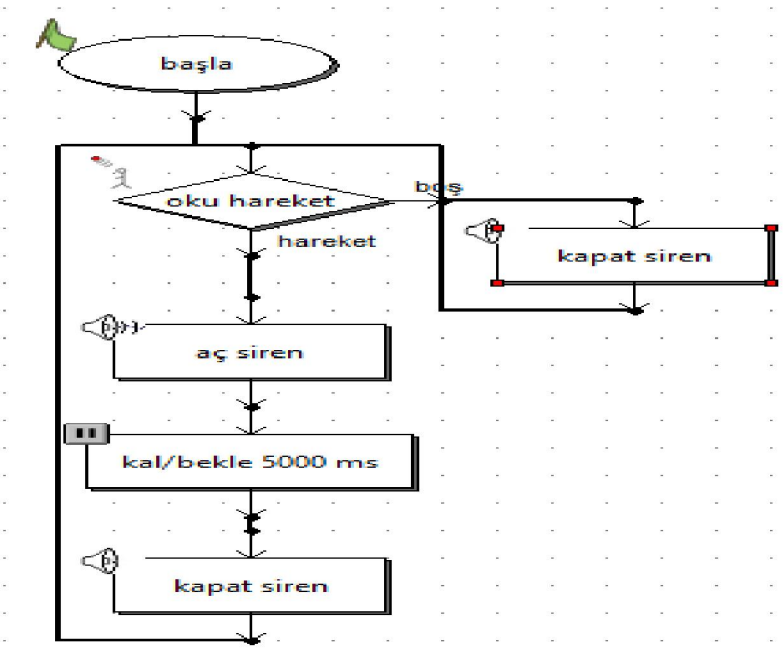
4.3.1.1. Grup I'in Algoritması ve Cebirsel Akıl Yürütme Göstergeleri

Ilgaz ve Eren öncelikle sensöre karşısında hareket eden herhangi bir cisim olduğunda 5 saniye boyunca ötecek bir kod yazmayı denemişlerdir. Ancak kodların uçları bir yere bağlanmamış olduğundan çalışma ihtimali yoktur.



Şekil 55. Ilgaz ve Eren'in İlk Algoritması

İkinci kez yazmayı denedikleri Şekil 56'da görülen algoritmaya bakıldığında ise bebeğin hareket etmesine duyarlı bir algoritma yazılmışlardır. Bebek hareket ederse 5 saniye boyunca siren sesi gelecek eğer hareket etmezse siren sessiz olacaktır. Bu algoritma problemi analiz etme açısından oldukça eksik bir genelleme sürecini barındırmaktadır. Çünkü yaşamı kolaylaştıran bir sensör yazılımı kullanılacaksa şömine yanarken bebeğin zarar görmemesi için algoritmanın 2 değişkeni olmalıdır. Bunlardan birincisi sıcaklık algılayıcı, ikincisi ise hareket algılayıcıdır.



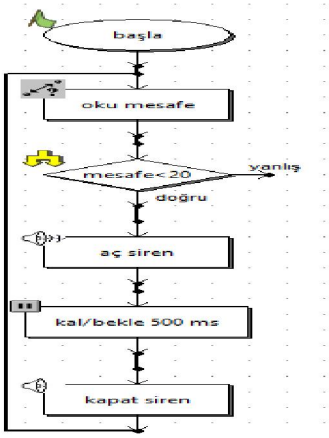
Şekil 56. Ilgaz ve Eren'in II. Oturum Algoritması

Kodun bu kısmını yazma sürecinde grup; matematiksel argümanlar oluşturmuş ancak eksik bir değerlendirme yapmış (CAYK2), problem durumunu analiz etmiş ancak yanlış değerlendirme yapmıştır (CAYK3). Bu nedenle Grup 1 bu iki göstergeyi eksik sergilemiştir.

Yazdıkları kodu "bağla" komutu ile başa bağlamış olmaları sensörün bu görevi sürekli yerine getirmesi gerektiğinin farkında olduklarının yani örüntüyü görebildiklerini gösterir. Bu durum da genellemeleri değerlendirebilmiş (CAYK1), matematiksel ilişkiyi farketmiş tümevarımsal akıl yürütmeyi (CAYK4) kullanmıştır.

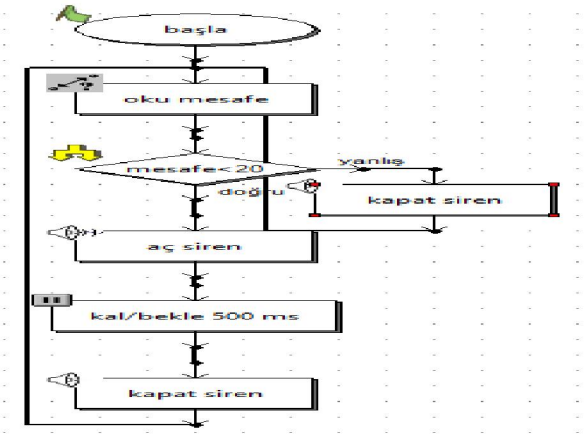
4.3.1.2. Grup II'nin Algoritması ve Cebirsel Akıl Yürütme Göstergeleri

Su ve Mert öncelikle Şekil 57'de görülen, sensöre 20 cm'den az kaldığından 0,5 saniye çalacak siren kodlaması yapmış ancak, bu durumun zıttı olursa robotun ne yapması gerektiğine dair kod yazmayı ihmal etmiştir. Yazılan kod eksik olduğu için simülasyonda çalışmamıştır.



Şekil 57. Su ve Mert'in Algoritması

Şekil 58'de ki algoritmaya bakıldığında bebeğin sensörle olan mesafesine duyarlı bir algoritma yazılmıştır. Bebeğin sensöre mesafesi 20 cm'den az olursa 500ms boyunca uyarı vermeye devam edecek eğer sensöre mesafesi 500ms'den fazla ise siren sessiz olacaktır. Bu algoritma problemi analiz etme açısından 1.grubun oluşturduğu algoritmaya göre gelişmiş ancak yine de eksik bir genelleme sürecini barındırmaktadır. Çünkü yaşamı kolaylaştıran bir sensör yazılımı kullanılacaksa şömine yanarken bebeğin zarar görmemesi için algoritmanın 2 değişkeni olmalıdır. Bunlardan birincisi sıcaklık algılayıcı, ikincisi ise hareket algılayıcıdır.

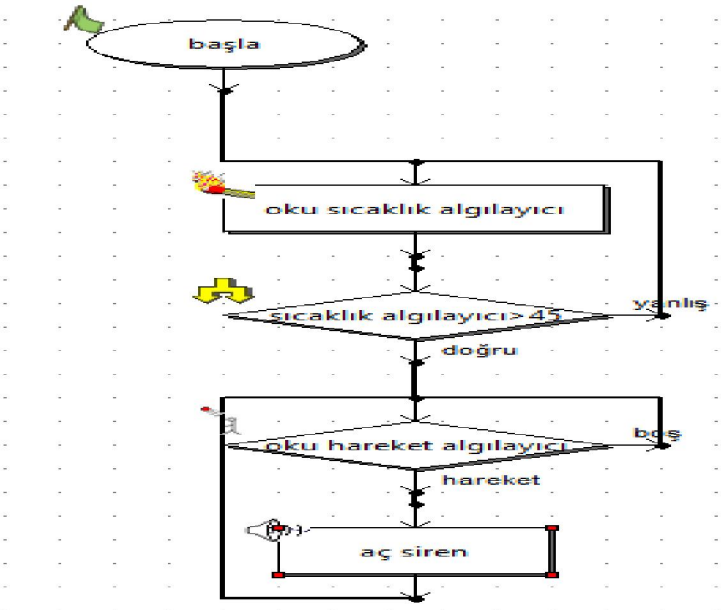


Şekil 58. Su ve Mert'in II. Oturum Algoritması

Kodun bu kısmını yazma sürecinde grup; matematiksel argümanlar oluşturmuş ancak eksik bir değerlendirme yapmış (CAYK2), problem durumunu analiz etmiş ancak eksik değerlendirme yapmıştır (CAYK3). Bu nedenle Grup 2 bu iki göstergeyi eksik sergilemiştir.

Yazdıkları kodu "bağla" komutu ile başa bağlamış olmaları sensörün bu görevi sürekli yerine getirmesi gerektiğinin farkında olduklarının yani örüntüyü görebildiklerini gösterir. Bu durum da genellemeleri değerlendirebilmiş (CAYK1), matematiksel ilişkiyi farketmiş tümevarımsal akıl yürütmeyi (CAYK4) kullanmıştır.

4.3.1.3. Grup 3'ün Algoritması ve Cebirsel Akıl Yürütme Göstergeleri



Şekil 59. Asya ve Emre'nin III. Oturum Algoritması

Algoritmaya bakıldığında şöminenin yanıp yanmamasına dikkat edilmiş ancak bu algoritma şömine yanarken bebeğin hareketine siren alarmını devreye sokacaktır. Dolayısıyla problemi analiz ederken değişkenler doğru analiz edilmiş ancak ikinci dallanmada yanlış sensör kullanılmıştır. Kodun bu kısmını yazma sürecinde grup; matematiksel argümanlar oluşturmuş, değerlendirme yapmış (CAYK2), problem durumunu analiz etmiş ve değerlendirme yapmıştır (CAYK3).

Yazdıkları kodu "bağla" komutu ile başa bağlamış olmaları sensörün bu görevi sürekli yerine getirmesi gerektiğinin farkında olduklarının yani örüntüyü görebildiklerini gösterir. Bu durum da genellemeleri değerlendirebilmiş (CAYK1), matematiksel ilişkiyi farketmiş tümevarımsal akıl yürütmeyi (CAYK4) kullanmıştır.

4.3.2.Cebirsel Akıl Yürütme Becerisini Ölçmede Kullanılan Sorular Ve Analizleri

Bu kısımdan sonra oturumun devamında dakikada 10 cm emekleyebilen Erdem bebeğin şömineye emekleyerek doğrusal yaklaşmasıyla aldığı yolun ilk 5 dakikasındaki tablosu ve denklemi, aynı durumun Erdem bebeğin arkasındaki duvardan uzaklaşmasına ait tablo ve denklemini bireysel olarak cevaplamaları istenmiştir.

Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmayı (CAYK4) işe koşup koşmadıkları; emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1) kriterleri her bir öğrenci için ayrı ayrı incelenecektir.

Katılımcıların değişkenlerde yapılan değişimin ardından verdikleri yanıtlarla kriterlerin daha derinlemesine incelenmesi ve anlaşılabilmesi için bu oturumda da senaryo değişikliği yapılmıştır. Başlangıçta Erdem bebek dakikada 10 cm hızla emekliyordu, şimdi yeni durumda ise dakikada 15 cm hızla emekleyecektir. Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmayı (CAYK4) işe koşup koşmadıkları; emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1); emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma ve çeşitli konularda sonuçları doğrulama ve destekleme (CAYK7) kriterleri her bir öğrenci için ayrı ayrı incelenmiştir.

Bu oturumda değişkenlerin değiştirilmesiyle emekleme durumu diğer oturumdan farklı olarak hem algoritmayı hem de denklemleri nasıl etkiler sorusu sorulmuştur. Bu soru karşısında kararsızlık yaşayan katılımcıların hep birlikte bu durumu tartışmasına karar verilmiştir. Tartışmanın hep birlikte yürütülmesi; katılımcıların emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ve sensörün algoritmasıyla ilgili yapılacak tartışmada başkalarının düşüncelerini anlamlandırma ve arkasındaki mantığı

anlama(CAYK5); tartışmalar esnasında olası yanlış anlama ya da anlaşmazlıkta sorular sorup tartışmayı arttırma (CAYK6) ve yine tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma ve çeşitli konularda sonuçları doğrulama ve destekleme (CAYK7) kriterleri incelenecektir. Bu esnada kendilerince bir kabul oluşturacak, kabulleri üzerinden durumları doğrulama ve destekleme (CAYK7) durumları da incelenmiştir.

İlk önce yeni durumun tartışması hep birlikte yürütüldü.

Araştırmacı: *Erdem bebeğin emekleme hızının değişmesinde değişecek durumları değerlendirirken dilerseniz önce algoritma değişir mi, değişirse nasıl'ı ardından denklemin nasıl değişeceğini tartışalım.*

Emre : *Mantıklı.*

Su : *Önce ilk durumu konuşmalıyız. Baktığımızda ilk durumda sensör şöminenin 20 cm önünde Erdem ise dakikada 10 cm yol alıyor. Bunun arasında mantıklı bir ilişki var.*

Ilgaz : *Ve aynı zamanda sensöre 20 cm yaklaştığında da sensör ötüyor. Burada da..*

Asya : *Bakıldığında bebek ile şömine arasında 40 cm varken ilk uyarı sensörden geliyor. Yani 4 dakikası olur ebeveynlerin bu durumda.*

Eren : *Yeni durumda 2 dakika 40 saniyesi olacak ebeveynlerinin.*

Emre : *Yeterli bir süre.*

Mert : *Sorudaki durumu düzenlersek bence sensörün yeni yeri şömineye 30 cm uzaklıkta olmalı.*

Asya : *Hatta yeni yazılan kodda da Erdem sensöre 30 cm kala uyarmalı.*

Su : *Başlangıçta 4 dakika zaman kazanıyordu ebeveynler, dolayısıyla yeniden bu zamanı kazanacak şekilde sensör ve denklem değişmeli.*

Buraya kadar ki konuşmalardan tartışmanın matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2) gelişimine ve ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3) gelişimine katkı sunduğu söylenebilir.

Emre : *Bence 4 dakika çok uzun ben küçük bir ses duysam bebeğin yalnız olduğu odadan oraya koşarak giderim. Ben sensörün yerini de algoritmayı da değiştirmeyeceğim.*

Araştırmacı: *Sizce mantıklı olan neyse soruyu ona göre yanıtlayabilirsiniz, kağıtlarınıza bunu yansıtmanız yeterli.*

Eren : *Aslında Emre'nin söylediği mantıklı, sonuçta 2 dakika 40 saniye de çok yeterli bir süre.*

Ilgaz : *Bence sorunun başlangıçta kuruluş mantığına göre yazmalıyız.*

Araştırmacı*: Dediğim gibi sizin için nasıl mantıklıysa ona göre yanıt vermeniz ve sebebini açıklamanız yeterli. Bu arada Erdem'in daha hızlı emeklemesi sadece sensörü mü etkiler?*

Sessizlik

Mert : *Benim kafam karıştı.*

Asya : *Benim de*

Su : *Neden?*

Mert : *Sensörün yerinin değişmesi etkiler mi denklemi?*

Sessizlik

Araştırmacı: *Denklemin değişkenleri ve algoritmanın değişkenleri nelerdir? diye sorsam*

Emre : *Algoritmanınkiler sıcaklık ve mesafe*

Araştırmacı: *Hem fikir miyiz?*

Asya : *Biz bunu Emre'yle kodu yazarken tartıştık, şimdi şömine yanıyorken bebek sensöre doğru hareket ederse ve hatta 20 cm kala itibaren sensörün siren çalmasını istiyoruz. Dolayısıyla iki sensör tanımladık sıcaklık ve mesafe.*

Irmak : *Biz eksik yapmışız.*

Eren : *Biz de.*

Araştırmacı: *Peki, Emre ve Asya'nın değişkenlerini doğru buldunuz mu?*

E,I,S,M : *Evet.*

Araştırmacı: *Peki denklemin değişkenleri nelerdir?*

Su : *Erdem bebeğin emekleme hızına bağlı olarak aldığı yolun denklemini yazıyoruz. Dolayısıyla Erdem'in emekleme hızı ve yol.*

Mert : *Doğru.*

Eren : *Ben yine de anlayamadım.*

Araştırmacı: *Tabloyu yazmakla başlasanız?*

Bu kısımda ise yapılacak tartışmada başkalarının düşüncelerini anlamlandırma ve arkasındaki mantığı anlama(CAYK5); tartışmalar esnasında olası yanlış anlama ya da anlaşmazlıkta sorular sorup tartışmayı arttırma (CAYK6) kriterlerinde gelişim gözlenmektedir. Bu tartışmadan sonra katılımcıların bu soruya ilişkin sırasıyla cebirsel akıl yürütmeleri yansıtılmaktadır.

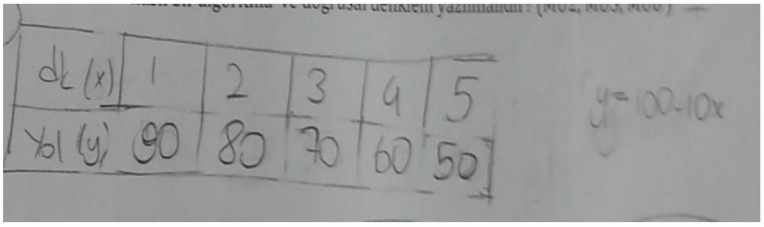
4.3.2.1. Ilgaz'ın Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Ilgaz'ın emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz etmede (CAYK3) katkı sunacak olan şekil üzerinde anlamlı çizimler yaptığı görülmektedir. Ancak bu durum tek başına problemin doğru analiz edilip değerlendirildiğini söylemeye yeterli olmayabilir.



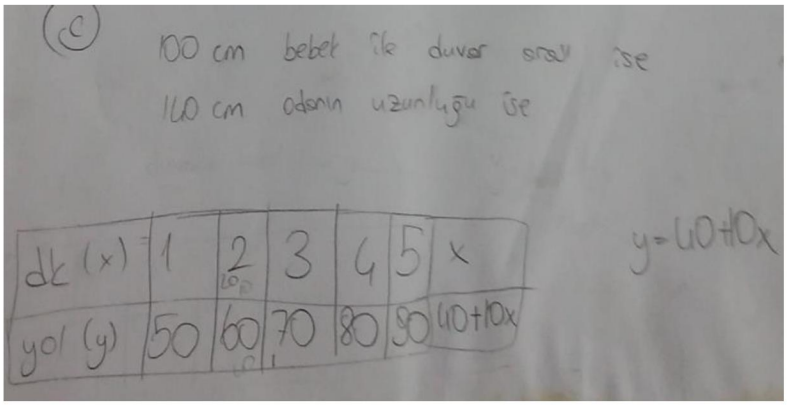
Şekil 60. Ilgaz'ın Soruyu Çözmeden Önce Şekil Üzerinde Çözümleri

Ilgaz'ın şömineye dakikada 10 cm yaklaşan Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz ettiği (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1) ve matematiksel ilişkiyi kurmak/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmayı (CAYK4) gerçekleştirdiği görülmektedir.(şekil 62)



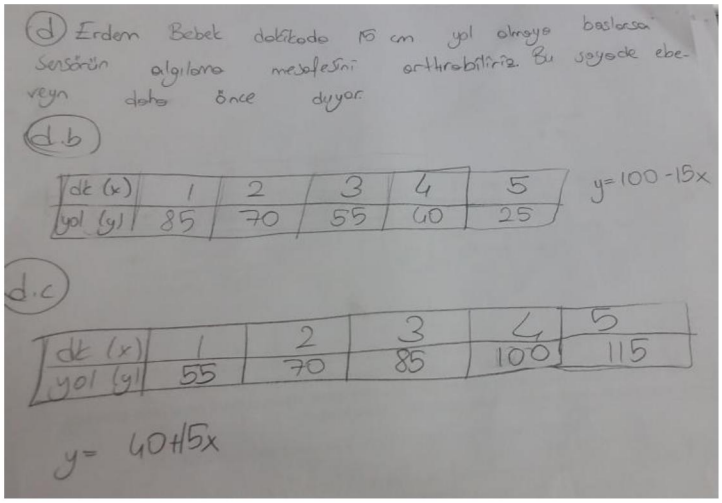
Şekil 61. Ilgaz'ın Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Ilgaz'ın duvardan dakikada 10 cm uzaklaşan Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturduğu, desteklemesini ise tablo ve denklem gibi temsillerle gerçekleştirdiği (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); emekleme süresinde uzaklaşılan yerin süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz ettiği (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1) ve matematiksel ilişkiyi kurmak/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmayı (CAYK4) gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 62. Ilgaz'ın Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Ilgaz'ın bebeğin emekleme hızının değişmesiyle sensör ve denklemdeki değişim nasıl olmalıdır ile ilgili yorumlarına bakıldığında Erdem bebeğin emekleme hızının *artmasıyla sensör algılama mesafesini arttırma* yani algoritmayı değiştirme ancak sensörün yerinin aynı kalması makul bir açıklama yapmaktır. Bu da informal bir açıklamayla son genelleme için bir varsayım yapabilmiş (CAYK2) ancak sensörün yeni yeriyle ilgili sayısal değer vermediği görülmektedir. Ilgaz'ın emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabildiği ve çeşitli açılardan sonuçları doğrulayıp ve destekleyebildiği (CAYK7), emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirdiği (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); bu akıl yürütmeden genellemeleri formüle edebildiği (CAYK1) bu soru için gözlenmiştir.

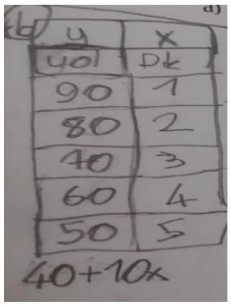


Şekil 63. Ilgaz'ın Yorum ve Çözümü

Ilgaz'ın I. oturum e şıkkındaki olumsuz performansının aksine bu oturumda kendisinden beklenen akıl yürütme becerilerini sergileyebildiği görülmüştür.

4.3.2.2. Eren'in Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

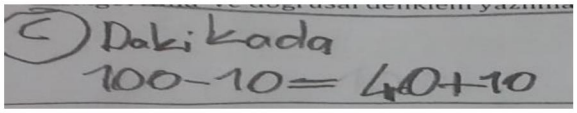
Eren; Erdem bebeğin dakikada 10 cm emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tabloda doğru yazmış ancak tam bir matematiksel argüman oluşturamamıştır (CAYK2). Matematiksel ilişkiyi kurma adına tabloda sütunlara isim vermiş ancak tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanamamıştır (CAYK4), genellemeleri formüle edememiştir (CAYK1).



Şekil 64. Eren'in Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Eren'in bu oturumda problemi analiz edip(CAYK3) tümevarımsal akıl yürütemediği(CAYK4) dolayısıyla genellemesini formüle edemediği (CAYK1) görülmektedir. Eren 'in aşağıda görülen yazımı aslında aynı durumun (bebeğin emeklemesiyle önündeki şömineye yaklaşırken 100-10, bir yandan da arkasındaki duvardan

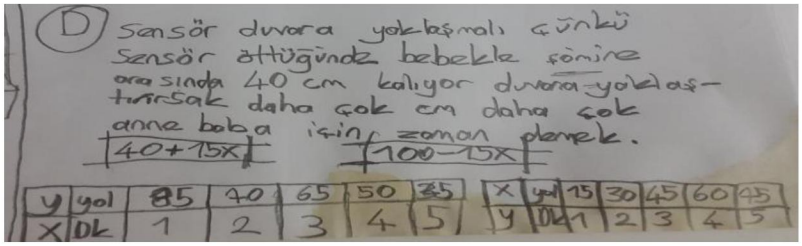
da uzaklaşması 40+10) farklı perspektiflerinin farkında olduğunun ancak doğacak sonuçları doğrulama (CAYK7) becerisinin olmadığı görülmektedir.



Şekil 65. Eren'in Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Eren'in 1.oturumda gösterdiği akıl yürütme becerilerini bu oturumda sergileyemediği, açıkça görülmektedir. Bunda y=ax+b formunda denklem yazmayla ilgili zihninde eksik şemalar olduğu düşülmüştür.

Eren'in bebeğin emekleme hızının değişmesiyle sensör ve denklemdeki değişim nasıl olmalıdır ile ilgili yorumlarına bakıldığında Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla sensör yerinin değiştirmede şömineden uzaklaşma değil *duvara yaklaşma ibaresi* kullanmıştır, bu açıklama makul bir açıklamadır. Bu açıklamayla informal bir açıklamayla son genelleme için bir varsayım yapabilmiş (CAYK2) ancak sensörün yeni yeriyle ilgili sayısal değer vermediği görülmektedir. Eren'in emekleme hızı değişen Erdem bebeğin emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirdiği (CAYK3), yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabildiği ve çeşitli açılardan sonuçları doğrulayıp ve destekleyebildiği (CAYK7), emeklerken 5 dakika içerisinde şömineye yaklaşırken aldığı yolu tablo yazarak matematiksel argüman oluşturup-ancak duvardan uzaklaşma ile aldığı yolu tabloda yazamadığı, değerlendirebildiği (CAYK2), , matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4),bu akıl yürütmeden genellemeleri formüle edebildiği (CAYK1) bu soru için gözlenmiştir.



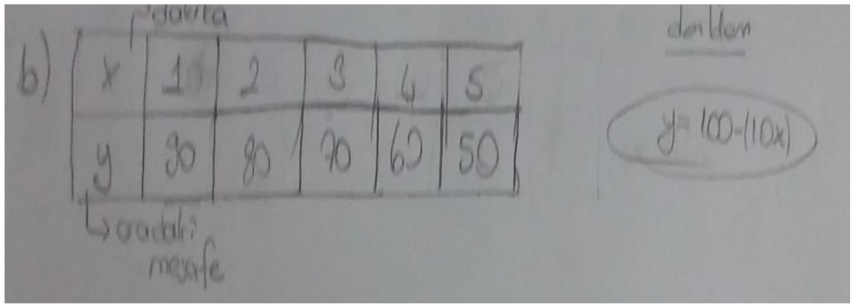
Şekil 66. Eren'in Yorum ve Çözümü

Bu bölümde Eren'in yanıtlarına yönelik olarak 2.soru d şıkkında bölüme göre gelişim gösterdiği söylenebilir. Ancak duvardan uzaklaşan bebeğin aldığı yolun tablosunu yazarken yazdığı biçimle bu duruma dair kurduğu denklem arasında ilişki yoktur. Ancak bu

ilişkisizlik, doğru denklem-dikkatsiz tablo yazımı mı yoksa gerçekten tabloyu denkleme aktaramamak mı, ilerleyen sorularda da gözlenmiştir.

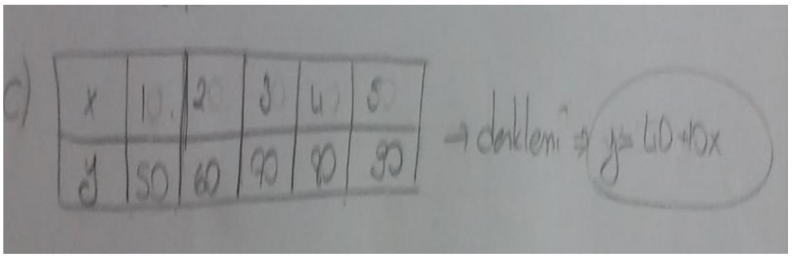
4.3.2.3. Su'nun Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Su'nun yanıtları incelenirken; Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde dakikada 10 cm emekleme hızıyla aldığı yolu tablo yazmada ve matematiksel argüman oluşturmada, bunları desteklemede (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmada (CAYK4) ve dolayısıyla genellemeleri formüle etmede (CAYK1) başarılı olduğu görülmüştür.



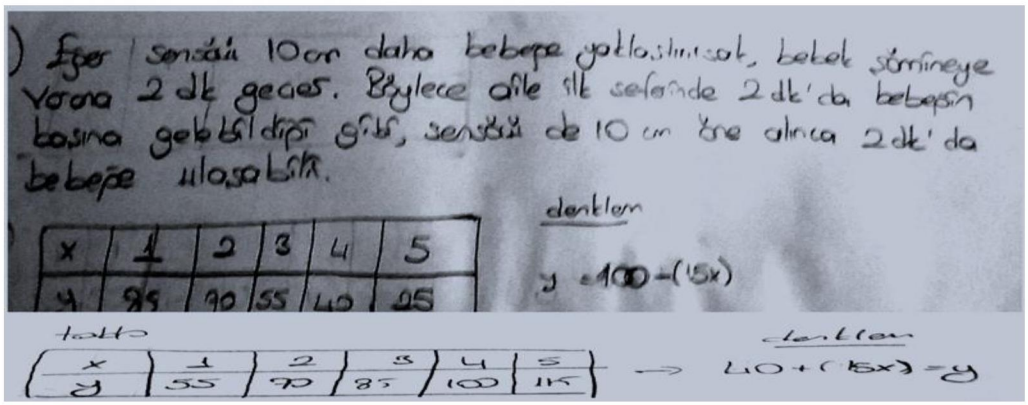
Şekil 67. Su'nun Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Su'nun duvardan dakikada 10 cm uzaklaşan Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazarak matematiksel argüman oluşturduğu, desteklemesini ise tablo ve denklem gibi temsillerle gerçekleştirdiği (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); emekleme süresinde uzaklaşılan yerin süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz ettiği (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1) gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 68. Su'nun Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Su'nun bebeğin emekleme hızının değişmesiyle sensör ve denklemdeki değişim nasıl olmalıdır ile ilgili yorumlarına ve karşılıklı diyaloglarda verdiği yanıtlara da bakıldığında Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörü bebeğe yaklaştırmak* gibi makul bir açıklama yapmıştır. Bu da informal bir açıklamayla son genelleme için bir varsayım yapabilmiş (CAYK2) ve sensörün yeni yeriyle ilgili sayısal değer verebilmiştir. Su'nun emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabildiği ve çeşitli açılardan sonuçları doğrulayıp ve destekleyebildiği (CAYK7), emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirdiği (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); bu akıl yürütmeden genellemeleri formüle edebildiği (CAYK1) bu soru için gözlenmiştir.

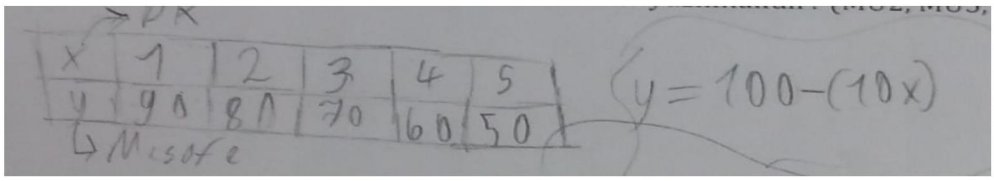


Şekil 69. Su'nun Yorum ve Çözümü

Su 1.öğretim deneyinin aksine 2.öğretim deneyinin tamamında oldukça makul yanıtlar verip akıl yürütme becerilerinin beklenen temsillerini gerçekleştirebildiği gözlenmiştir.

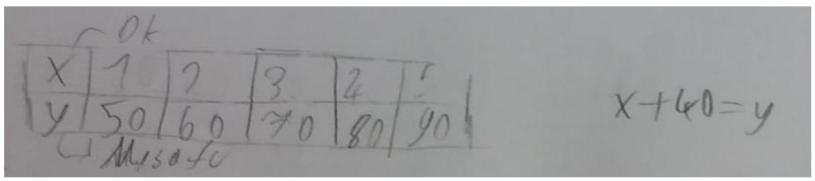
4.3.2.4. Mert'in Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Mert'in yanıtları incelenirken; Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde dakikada 10 cm emekleme hızıyla aldığı yolu tablo yazmada ve matematiksel argüman oluşturmada, bunları desteklemede (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmada (CAYK4) ve dolayısıyla genellemeleri formüle etmede (CAYK1) başarılı olduğu görülmüştür.



Şekil 70. Mert'in Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

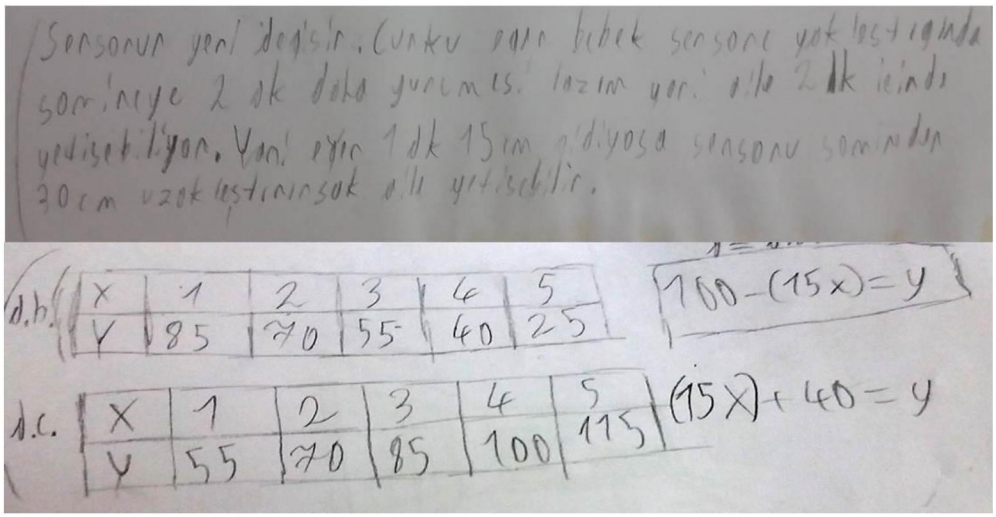
Mert'in duvardan dakikada 10 cm uzaklaşan Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazarak matematiksel argüman oluşturduğu, desteklemesini ise tablo temsiliyle gerçekleştirdiği (CAYK2),emekleme süresinde uzaklaşılan yerin süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz ettiği (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanamadığı (CAYK4) ve genellemeleri formüle edemediği (CAYK1) görülmektedir.



Şekil 71. Mert'in Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Mert'in bu oturumda şömineye yaklaşma denklem ve tablosunu kolaylıkla kurabilmişken duvardan uzaklaşma tablosunu oluşturabildiği ancak denklemini kuramadığı şekil 60'ta da görülmüştür.

Mert'in bebeğin emekleme hızının değişmesiyle sensör ve denklemdeki değişim nasıl olmalıdır ile ilgili yorumlarına bakıldığında Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörün yerini şömineden 30 cm uzaklaştırma* gibi makul bir açıklama yapmıştır. Bu informal bir açıklamayla son genelleme için bir varsayım yapabilmiş (CAYK2) ancak sensörün yeni yeriyle ilgili sayısal değer vermediği görülmektedir. Mert'in emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabildiği ve çeşitli açılardan sonuçları doğrulayıp ve destekleyebildiği (CAYK7), emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirdiği (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); bu akıl yürütmeden genellemeleri formüle edebildiği (CAYK1) bu soru için gözlenmiştir.



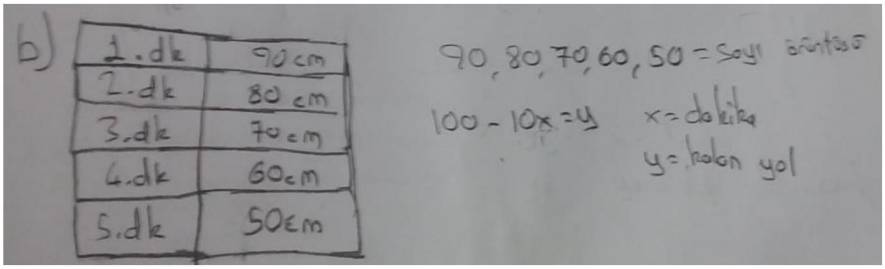
Şekil 72. Mert'in Yorum ve Çözümü

Mert'in bu oturumda 2.oturumun ilk bölümünün aksine yapılan tartışmalarında etkisiyle şömineye yaklaşma ve duvardan uzaklaşma denklem ve tablosunu kolaylıkla kurabildiği görülmüştür.

4.3.2.5. Asya'nın Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

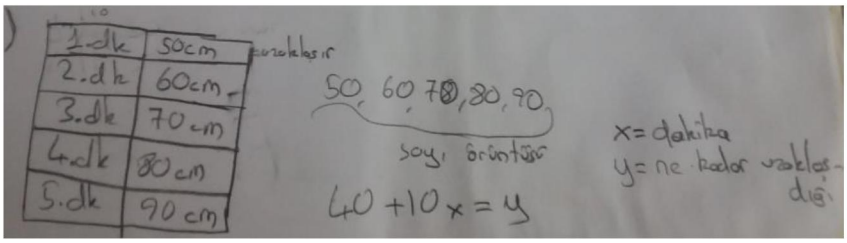
Asya'nın yanıtları incelenirken; Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde dakikada 10 cm emekleme hızıyla aldığı yolu tablo yazmada ve matematiksel argüman oluşturmada, bunları desteklemede (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle

ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmada (CAYK4) ve dolayısıyla genellemeleri formüle etmede (CAYK1) başarılı olduğu görülmüştür.



Şekil 73. Asya'nın Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Asya'nın duvardan dakikada 10 cm uzaklaşan Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazarak matematiksel argüman oluşturduğu, desteklemesini ise tablo ve denklem gibi temsillerle gerçekleştirdiği (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); emekleme süresinde uzaklaşılan yerin süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz ettiği (CAYK3), genellemeleri formüle etme (CAYK1) gerçekleştirdiği görülmektedir.

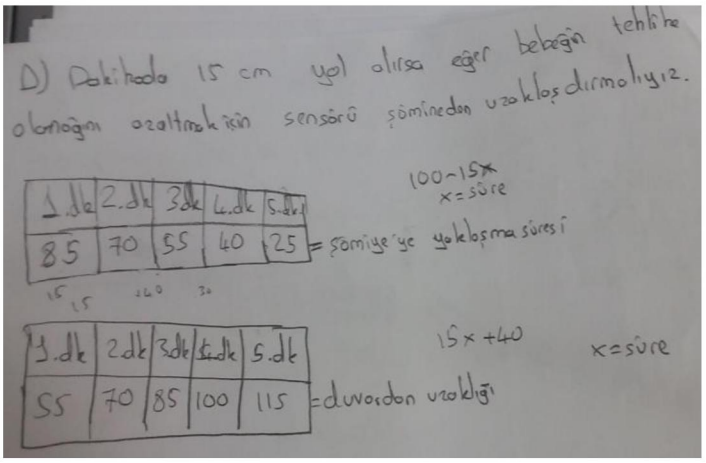


Şekil 74. Asya'nın Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Asya'nın bu oturumda beklenen tüm akıl yürütme kriterlerini sergilediği gözlemlenmiştir.

Asya'nın bebeğin emekleme hızının değişmesiyle sensör ve denklemdeki değişim nasıl olmalıdır ile ilgili yorumlarına bakıldığında Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörü şömineden uzaklaştırma* makul bir açıklama yapmakta olduğu için informal bir açıklamayla son genelleme için bir varsayım yapabilmiş (CAYK2) ancak

sensörün yeni yeriyle ilgili sayısal değer vermediği görülmektedir. Asya'nın emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabildiği ve çeşitli açılardan sonuçları doğrulayıp ve destekleyebildiği (CAYK7), emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirdiği (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); bu akıl yürütmeden genellemeleri formüle edebildiği (CAYK1) bu soru için gözlenmiştir.

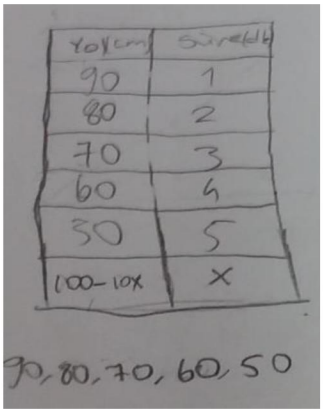


Şekil 75. Asya'nın Yorum ve Çözümü

Asya'nın bu oturumda beklenen tüm akıl yürütme kriterlerini sergilediği gözlemlenmiştir.

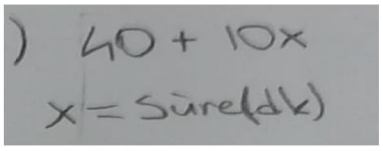
4.3.2.6. Emre'nin Yanıtlarının Cebirsel Akıl Yürütme Becerisi Açısından İncelenmesi

Emre'nin yanıtları incelenirken; Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde dakikada 10 cm emekleme hızıyla aldığı yolu tablo yazmada ve matematiksel argüman oluşturmada, bunları desteklemede (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirme (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurma/desteklemek için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanmada (CAYK4) ve dolayısıyla genellemeleri formüle etmede (CAYK1) başarılı olduğu görülmüştür.



Şekil 76. Emre'nin Bebeğin Emeklerken Şömineye Yaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Emre'nin duvardan dakikada 10 cm uzaklaşan Erdem bebeğin emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmadan matematiksel argüman oluşturduğu, desteklemesini ise bir önceki sorunun tablosunda ulaştığı akıl yürütmeyi kullanıp denklem yazdığı (CAYK2), matematiksel ilişkiyi kurup tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); emekleme süresinde uzaklaşılan yerin süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz ettiği (CAYK3), genellemeleri formüle ettiği ancak yine de denklemi bağımlı değişkene göre yazamadığı (CAYK1) görülmektedir.

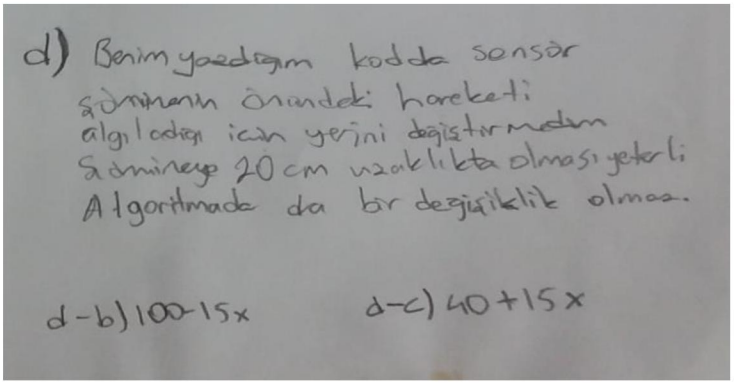


Şekil 77. Emre'nin Bebeğin Emeklerken Duvardan Uzaklaşması ile İlgili Tablo ve Doğrusal Denklemi

Emre'nin bu bölümde de akıl yürütme becerilerini işe koştuğu ancak yine bağımlı değişkeni olmayan denklemler kurduğu gözlenmiştir.

Emre'nin bebeğin emekleme hızının değişmesiyle sensör ve denklemdeki değişim nasıl olmalıdır ile ilgili yorumlarına bakıldığında Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörün yerini de algoritmayı da değiştirmeme* fikrindeydi. Bunu 6 katılımcının bir arada tartıştıkları esnada da "*Bence 4 dakika çok uzun ben küçük bir ses duysam bebeğin yalnız olduğu odaya koşarak giderim. Ben sensörün yerini de algoritmayı da değiştirmeyeceğim.*" diyerek belirtmişti. Yapmakta olduğu informal bir açıklamayla son genelleme için bir varsayım yapabilmiş (CAYK2) ancak sensörün yeni yeriyle ilgili sayısal değer vermediği görülmektedir. Emre'nin emekleme hızı değişen Erdem bebeğin yeni

durumda oluşacak doğrusal denklemiyle ilgili tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanabildiği ve çeşitli açılardan sonuçları doğrulayıp ve destekleyebildiği (CAYK7), emeklerken 5 dakika içerisinde aldığı yolu tablo yazmada matematiksel argüman oluşturma, değerlendirme ve destekleme (CAYK2), emekleme süresinde alınan yolun süreyle ilişkisi ile ilgili genellemeye varma sürecinde problemi analiz edip değerlendirdiği (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullandığı (CAYK4); bu akıl yürütmeden genellemeleri formüle edebildiği (CAYK1) bu soru için gözlenmiştir.



Şekil 78. Emre'nin Yorum ve Çözümü

Emre'nin bu bölümde de akıl yürütme becerilerini işe koştuğu tablo kurmaya gerek duymadığı a şıkkında kurduğu tablodan akıl yürüttüğü ancak yine bağımlı değişkeni olmayan denklemler kurduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların birbirlerinden öğrenmeleri ve bu esnada birbirlerine ket vurmadıkları bir ortamın oluşmuş olması bunun yanı sıra Grup1 ve Grup2'nin yetersiz birer kodlama yazmaları nedeniyle üçüncü oturum revize edilmiş, altı kişinin birlikte kod yazdığı bir formata dönüştürülmüştür.

Tablo 3.
Katılımcıların Aynı Duruma Getirdikleri Farklı Yorumlar

		Katılımcıların Bebeğin Emekleme Hızının Değişimiyle Sensör Yerinde Değişim İle İlgili Yorumları
1	ILGAZ	Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensör algılama mesafesini arttırma* yani algoritmayı değiştirme ancak sensörün yeri aynı kalması
2	EREN	Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla sensör yerinin değiştirmede *şömineden uzaklaşma değil duvara yaklaşma* ifadesi kullanması
3	SU	Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörü bebeğe yaklaştırmak* ifadesi kullanması
4	MERT	Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörün yerini şömineden 30 cm uzaklaştırma* gibi bir açıklama
5	ASYA	Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörü şömineden uzaklaştırma* makul bir açıklama
6	EMRE	Erdem bebeğin emekleme hızının artmasıyla *sensörün yerini de algoritmayı da değiştirmeme* ve bunu 6 katılımcının bir arada tartıştıkları esnada da "*Bence 4 dakika çok uzun ben küçük bir ses duysam bebeğin yalnız olduğu odaya koşarak giderim. Ben sensörün yerini de algoritmayı da değiştirmeyeceğim.*" diyerek açıklama

Bu oturumun genel bir değerlendirmesini yapmak gerekirse Grup1 ve Grup2'nin hala yeterli algoritma yazamadıkları ancak doğrusal denklem yazımı ve diğer temsil biçimleri ile ifade etme gelişimin genel olarak gözlendiği söylenebilir. Akıl yürütme becerilerinden CAYK5 ve CAYK6'nın gözlenebilmesi için 2.3'te ki soruları yanıtlamaya geçmeden önce ortak bir tartışma yürütülmüş bu tartışmada her biri akran baskı hissetmeden kendini anladıkları/ anlamadıkları yerler üzerinden ifade edebilmiş, birbirlerinin

anlamlandırmalarına katkı sunmuşlardır. En ilginç olanı ise her birinin bu tartışmadan önce algoritmanın ve denklemin birbirinden farklı değişkenlerinin bebeğin emekleme hızına göre nasıl değişeceği ile ilgili tam bir fikirlerinin olmamasıdır. Yine dikkat çekici bir durum ise tüm tartışma süreci bitip 2.3'te ki soruları yanıtlamaya geçtiklerinde tablo 3'te görüldüğü üzere kendi cümleleriyle birbirinden farklı ifadelerle doğruya ulaşmışlardır. Bu sebeple katılımcılarda CAYK 7 gelişimi gözlenmektedir. Bir de 2.1'de algoritma yazma, yazdıkları algoritmayı robot üzerinde denemenin ve sessizlik anlarında akıl yürütmelerinin etkisiyle tartışma sonunda verilen yanıtların kimi küçük hatalar dışında kabul edilebilir ve birbirinden farklı yorumları barındırdığı söylenebilir.

4.4.Öğretim Deneyi 3. Oturum

Bu oturumda ilk iki oturumdan deneyimle akıl yürütme kriterlerinin gelişiminin arttırılması, algoritma yazımında eksik kalan grupların kendini biraz daha geliştirmesi ve birbirlerinden öğrenirken birbirlerini baskılamamaları sorgulamayı sürdürmeleri nedeniyle 6 kişinin tartışarak bir algoritma yazması istenmiştir. Algoritmayı 3 robota da yükleyip bir koreografi oluşturmaları beklenmiştir. Diğer oturumlardan farklı olarak algoritmayı 6 kişi birlikte yazmış, katılımcılar ardından yine bireysel yanıtlar vermiştir. Bulgular incelenirken ilk önce grupların algoritmaları ve bu algoritmaları yazarken gözlenen cebirsel akıl yürütme kriterleri incelenmiş, ardından sorulara bireysel olarak verdikleri yanıtlar kriterler çatısında her bir katılımcı için ayrı yorumlanmıştır.

4.4.1. Algoritmalarının İncelenmesi

Bu bölümde senaryo yoktur. Bu zamana kadar öğrendikleri kod yazma becerileriyle tüm katılımcılar tek bir algoritma üzerine tartışmış ve 10 saniyelik bir algoritma yazmaları ve 3 robotla bir koreografi yapmaları istenmiştir. Bu süreçte "başkalarının düşüncelerini anlamlandırma ve arkasındaki mantığı kavrama (CAYK5), fikir alışverişi esnasında olası yanlış anlama/anlaşmazlık durumunda soru sorup tartışmayı derinleştirme (CAYK6) kriterlerinin bir kez daha gözlenme imkanı da olmuştur.

A: *Dilediğiniz gibi bir algoritma yazabilirsiniz, kendi etrafında dönen, düz devam eden, 1 sn bekleyip 3 sn ilerleyen.. Şu ana kadar öğrenilen tüm sensörleri de devreye sokabilirsiniz, nasıl isterseniz.*

Su : *Robotlar kare dönerse eş zamanlı güzel bir koreografi olur.*

Eren : Daha farklı da olabilir

Ilgaz : *Beşgen, Altıgen denenebilir de çok zor olur.*

Su : *108^0 lik dönme açısı ile olur aslında.*

A: *Neden zor olur?*

Ilgaz : *Denklemini yazması zor bence.*

Mert : *Kare olsun. Bir de kenarlarına kalem bağlayalım, çizimle de göstersin karesel şekil etrafında gittiğini.*

Emre : *Kalem güzel olabilir ama zeminin durumu robotların sürtünmesini arttırır. Pil ömrü nedeniyle bile simülasyonda gösterdiği hassaslıkta gidemediğini görüyoruz uygulamalarımızda, işimizi zorlaştırır.*

Asya : *Kare yapmaya karar verdiysek algoritmamızı yazalım.*

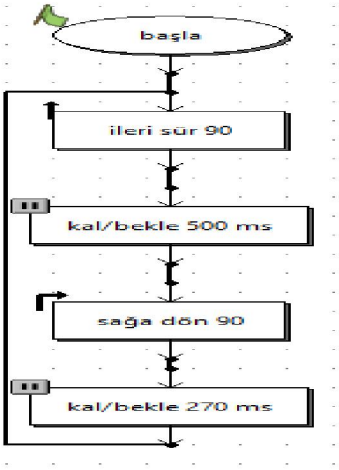
Ilgaz : *Aslında iç içe çemberler oluşturacak şekilde bir algoritma yazsak mı, çok güzel görünür.*

Asya : *Evet.*

Emre : *Ama onun denklemini yazmak çok zor.*

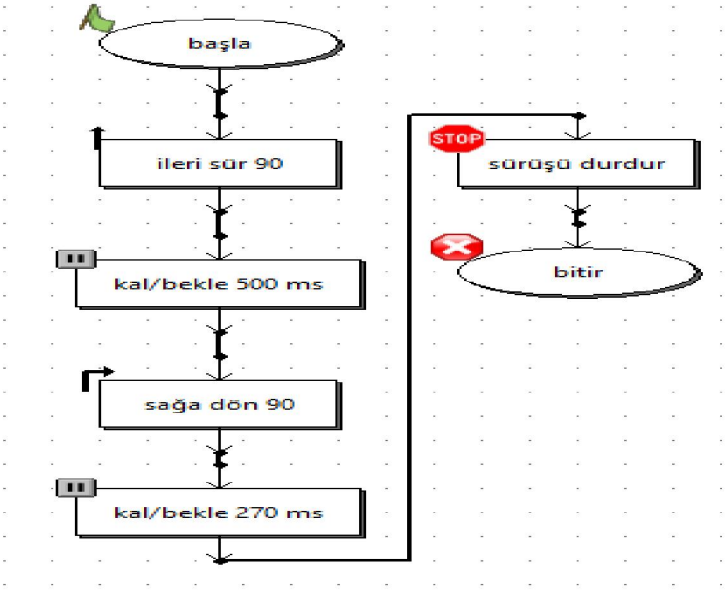
Ilgaz : *Çok doğru. Kare iyidir.*

Bir arada tartışma süreçlerinde karenin bir iç açı ölçüsünden faydalanarak algoritma yazan katılımcıların düzgün beşgensel bölge etrafında hareket edecek robot için *108^0*'nin ifade edilmesi de kodlama yaparken temel geometri bilgilerini işe koşmalarının gerekliliğini de ortaya koymuştur. Bununla birlikte basit bir algoritma yazma konusunda anlaştıkları gözlemlendi. Nedeni sorulduğunda basit bir algoritmayı uygulayan robotları gözlemesi, uygulaması dolayısıyla denkleminin ve grafiğinin yazımının da daha kolay olacağı konusunda hem fikir olmaları olduğunu belirttiler. Yapılan tartışmalarda bahsedilen kodlar basit değildir ancak denklem yazmaktan çekinip kod yazmaktan çekinmemeleri de üzerine düşünülmesi gereken bir noktadır.



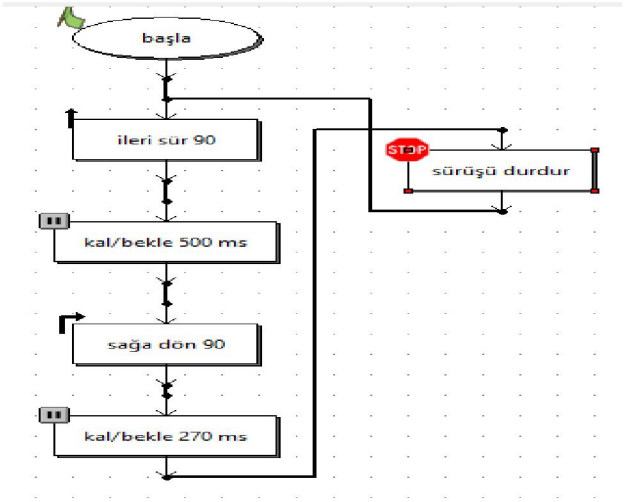
Şekil 79. III. Oturum İlk Algoritma

İlk algoritmada 500 ms boyunca düz giden ardından 90^0 dönen ardından bunu yeniden tekrarlayan dolayısıyla karesel bir şekil etrafında dönen bir robot algoritması yazdıkları görülmektedir.



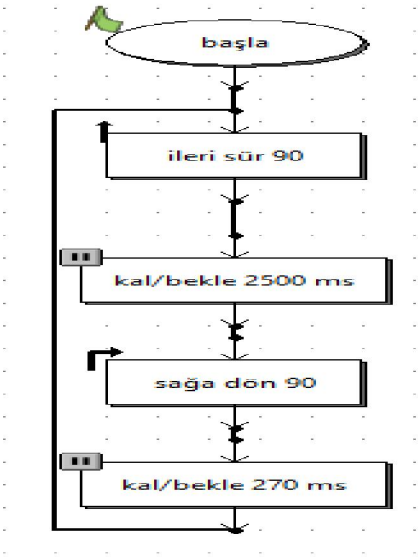
Şekil 80. III. Oturum İkinci Algoritma

İkinci algoritmada robotun biraz duraksamasını istediklerini belirtmişler, ancak yazdıkları kodun anlamı 500 ms boyunca düz giden ardından 90^0 derece dönüp duran robot olduğunu simülasyonda görünce yazdıkları kodun istedikleri gibi olmadığını fark etmişlerdir.



Şekil 81. III. Oturum Üçüncü Algoritma

Üçüncü algoritmadaki revize de eksik bir revize olmuştur, çünkü kal/bekle koymadıkları bir sürüşü durdur komutu eksiktir. Simülasyonda yine istediklerine ulaşamadıklarını görünce son revize gerçekleşmiştir.



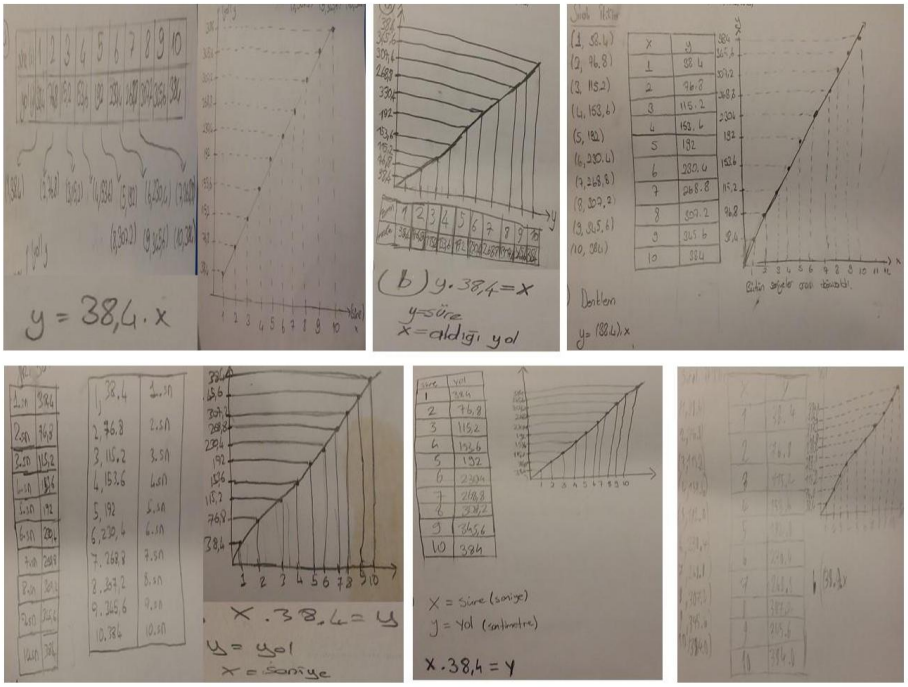
Şekil 82. III. Oturum Dördüncü Algoritma

Son algoritma aslında ilk yazdıklarına çok benzer durumdadır. Tek farkı kendi söylemleriyle gözlemesi daha kolay olacak biçimde 2500 ms boyunca düz giden robot ardından 90^0 derece dönecektir. 2500 ms seçilmesinde ise 10 saniyelik hareketi tamamlamanın baz alındığı diyaloglarında gözlenmiştir. (270 ms dönme esnasında

kaybedilen süreyi farketmişler ancak görmezden gelinebileceği araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

4.4.2.Cebirsel Akıl Yürütme Becerisini Ölçmede Kullanılan Sorular ve Analizleri

Bu kısımda öncelikli olarak katılımcılar, robotlar için yazdıkları kodu simülasyonda izleyip orada 2500 ms giden robotun bulunduğu eksende 38.4 cm gittiğini görmüşler, ardından "*Dönme sürelerini görmezden gelirsek sabit hızla gitmeye devam eder.*" demişler ve kendi kâğıtlarını yanıtlamaya geçmişlerdir. Ayrı ayrı yanıt verecekleri sorularda ise robotun aldığı yolun sıralı ikililerinin yazılması, alınan yolun zamana bağlı tabloya yazılması, tercih edecekleri bir zaman aralığının genel sürece yayılmış kabul edip zamana bağlı alınan yolun denklemini yazmaları beklenmiştir. Bu sayede "genellemeleri formüle etme (CAYK1), matematiksel argüman oluşturma (CAYK2), problem durumunu analiz etme (CAYK3), matematiksel ilişkiyi kurmak için tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanma (CAYK4)" becerileri incelenmiş,



Şekil 83. Katılımcıların III. Oturumda Yanıtları

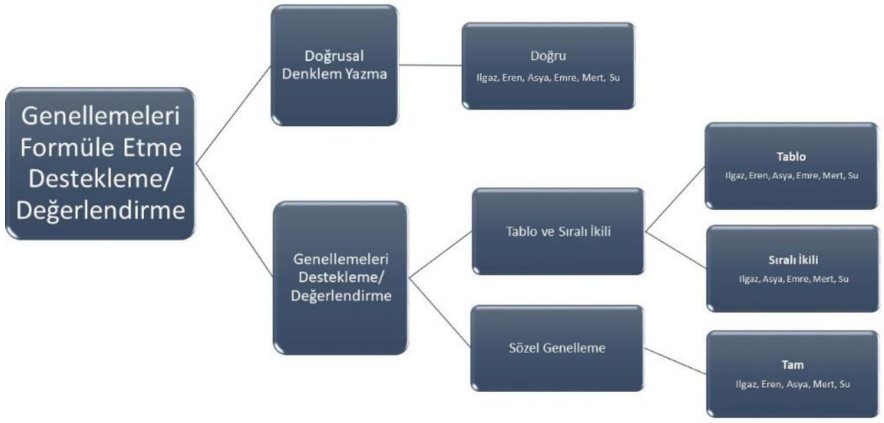
4.5. Son Testlerin Cebirsel Akıl Yürütme Kriterleri Doğrultusunda Analizi

Son Testte bir işveren mutfağında çalıştıracak mutfak personeli için iki aşçıyı deneme sürecine almış, bu iki aşçının günlük çalışma performanslarının hazırlık süresine bağlı tabak sayısı grafiğe verilmiştir. Ardından katılımcılardan bu grafiğe yönelik tablo ve

sıralı ikili yazma, sözel genelleme kurma, hazırlama süresine bağlı hazırlanacak tabağın denklemini yazma, hangi aşçının daha hızlı olduğuna karar verme ve hangi aşçıyı işe almak gerektiğine dair karar vermesi istenmiştir. Bir de ön testte verilen grafik üzerinden yeniden topun süreçteki yüksekliği üzerinden hangi spor olabileceğini yorumlamaları ve kendi sevdikleri bir spor dalı için zamana bağlı topun yerden yüksekliği için grafik çizmeleri istenmiştir. Bu bölümde katılımcılardan alınan bulgular Son Testte verilen yanıtlar doğrultusunda temalar halinde incelenmiştir.

4.5.1. Genellemeleri Formüle Etme

İlk tema Cebirsel Akıl Yürütme Kriterlerinden olan "Genellemeleri Formüle Etme, Destekleme/Değerlendirme" dir. Bu başlık denklemi yazabilme ve yazılan denklemi destekleyip değerlendirebilme olarak iki alt temaya ayrılmıştır. Bu verilen yanıtlar, yanıtın doğruluk derecesinin yanı sıra bu alt temaların da yanıtlar üzerinde ki alt temalarına göre sınıflandırılmıştır.



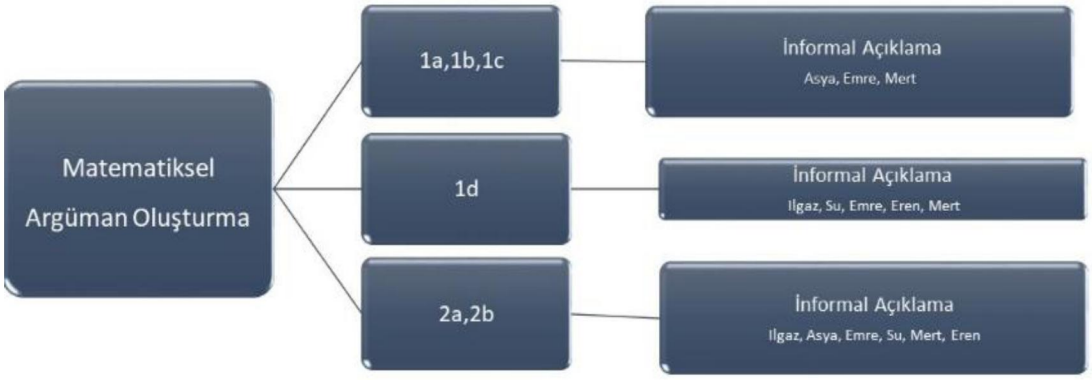
Şekil 84. Son Testin Genellemeleri Formüle Etme Destekleme/Değerlendirme Kriterine Göre Tematik Analizi

Katılımcılardan Eren'in yanıtları incelendiğinde ilk soruda sorulan "Aşçı A ve Aşçı B için hazırlık süreleri ve hazırlanan tabak sayılarına yönelik tablo ve sıralı ikili hazırlama" sorusu incelendiğinde Tablo'nun sonuna fazladan bir bölüm daha açtığı ve o bölüme her iki aşçının da değişkenlere göre oluşan denklemi de yazdığı görülmektedir. Nedeni sorulduğunda "*Zaten çizecektim, üstelik tabloya bakarak denklemi yazması daha kolay*" Demiştir.

Ön Testin aksine Son Testte katılımcıların tamamının genelleme sürecine ulaşma, tablo ve sıralı ikili yazma ve doğrusal denklem yazabilmeye ulaştığı gözlenmiştir.

4.5.2. Matematiksel Argüman Oluşturma

Bir diğer kategori ise matematiksel argüman oluşturmadır. Sorulan sorularda verilen yanıtlar bir argüman niteliği taşıyor mu, taşıyorsa formal ya da informal mi kriterler doğrultusunda verilen yanıtlar incelenmiş, soruların doğası gereği birinci sorunun ilk kısmı olan a,b ve c şıkları bir arada; d şıkkı ayrı, ikinci soru ve alt şıklar ayrı değerlendirilmiştir.



Şekil 85. Son Testin Matematik Argüman Oluşturma Kriterine Göre Tematik Analizi

Verilen yanıtlar genel olarak incelendiğinde verilen yanıtların informal kökenli olduğu, formal herhangi bir yanıtın olmadığı ancak argüman oluşturma becerisinde artış olduğu gözlenmiştir.

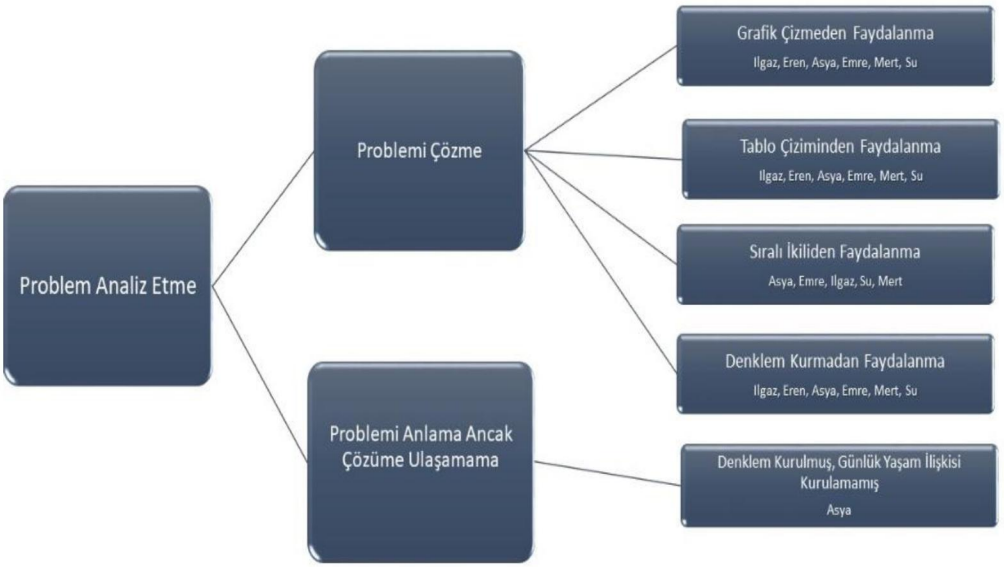
Katılımcılardan Emre'nin "*Aşçı A'nın 150 dakikada, Aşçı B'nin 100 dakikada kaç tabak hazırlayacağına*" dair soruda "*Aşçı B 100 dakikada 6 tabak hazırlar, 7.yi hazırlıyor vaziyette olur. Aşçı A 150 dakikada 14 tabak hazırlar*" diyerek informal ve bir yanıt vermiştir. Bir yandan "*Aşçı B'nin 7.tabağı hazırlıyor*" olduğunu ifade etmesi günlük yaşama dönük bir yanıt verdiğini de gösterir.

Katılımcılardan Ilgaz'ın "*İşveren deneme süreci sonunda hangi aşçıyla çalışmaya devam etmelidir?*" sorusuna "*İşveren deneme süreci sonunda A aşçısı ile çalışmalıdır. Çünkü A aşçısı aynı tabakları daha kısa sürede hazırlamaktadır*" diyerek informal bir yanıt vermiştir.

Katılımcılardan Su'nun 2.soruda grafiğinin sonucunu yanıtlarken "*Bu spor basketbol olabilir. Çünkü top yükselmiş, alçalmış, yere değmiştir. Bence potaya girerken yükselmiş ve potaya girince oradan da aşağıya düşer"* demesi informal bir yanıt verdiğinin göstergesidir.

4.5.3. Problem Durumunu Analiz Etme

Bir diğer Cebirsel Akıl Yürütme Kriteri olan "Problem Durumunu Analiz Etme" kriteri incelenirken katılımcılar problemi anlamış mı, soruyu eksiksiz ve tam çözebilmiş mi, temsil biçimlerinden hangileri kullanmıştır sorularıyla temalara ayrılmıştır.

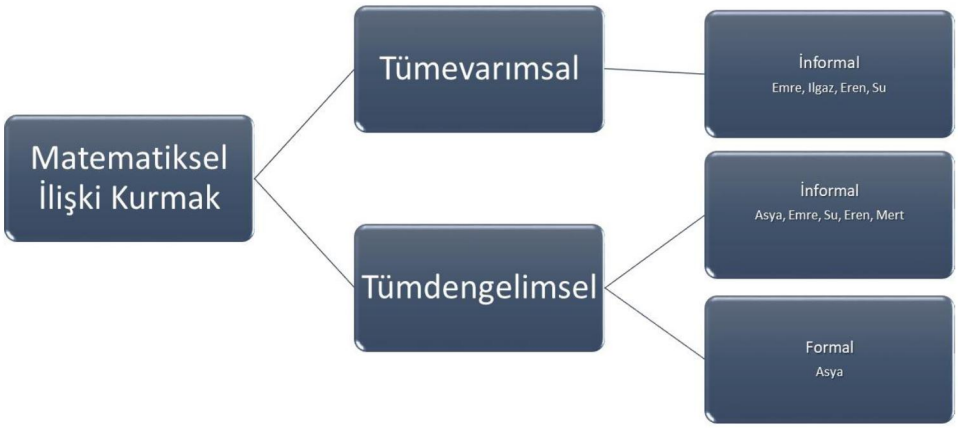


Şekil 86. Son Testin Problem Durumunu Analiz Etme Kriterine Göre Tematik Analizi

Sorulan iki soru ve alt şıklarını yanıtlamada artış olduğu her kriter de olduğu gibi burada da karşılaşılan bir durumdur. Ancak katılımcılardan Asya'nın problemi çözebilmek adına ön testte ifade ettiğinin aksine grafik çizebildiği, tablo ve sıralı ikilileri doğru ifade edebildiği, doğrusal denklemi oluşturabilmesine rağmen problem çözümünde günlük yaşam ilişkisini kuramadığından doğru yanıta ulaşamamıştır. Bu yargıya "Aşçı B'nin 100 dakikada, Aşçı Anın 150 dakikada kaç tabak hazırlayacağı" sorulduğunda "Aşçı A=14, Aşçı B=6,6" yanıtıyla günlük yaşam ilişkisini eksik bıraktığı görülmektedir. Yine aynı soruda "hangi aşçıyla işverenin çalışmaya devam etmesi gerektiği" sorulduğunda "Aşçı B'yle çalışmaya devam etmelidir. Çünkü Aşçı B daha az sürede tabak hazırlamaktadır. 1 tabağı Aşçı A 20 dakikada hazırlarken Aşçı B 15 dakikada hazırlamaktadır. Bu yüzden Aşçı B'yi daha pratik olduğu için seçmelidir" diyerek ilk birinci tabağın hazırlanması sürecine odaklanmış, aşırı genelleme yapmıştır. Denklemini doğru kurduğu ve birçok temsil biçiminde ifade edebildiği bir durumu doğru yorumlayamamıştır.

4.5.4. Matematiksel İlişki Kurma

Bir diğer Cebirsel Akıl Yürütme Kriteri olan "Matematiksel İlişki Kurmak" dikkate alınan teorik çerçevede formal ve informal biçimlerde tanımlanmış olup bu ilişkiler bir de tümevarımsal ve tümdengelimsel olarak sınıflandırılmıştır. Tüm bu kategoriler doğrultusunda tema ve alt temalar oluşturulmuş ve yanıtlar bu doğrultuda sınıflandırılmıştır.



Şekil 87. Son Testin Matematiksel İlişki Kurma Kriteri Temasına Göre Analizi

Katılımcılardan Emre "*işveren deneme süreci sonunda hangi aşçıyla çalışmalı*" nın sorulduğu soruda "*Aşçı A ile devam etmelidir. Çünkü daha kısa sürede daha fazla tabak hazırlamaktadır*" yazarak tümevarımsal informal akıl yürütmede bulunduğu görülmüştür.

Katılımcılardan Mert "*Aşçı B'nin 100 dakikada, Aşçı A'nın 150 dakikada kaç tabak hazırlayacağını hangi aşçının daha hızlı olduğunu*" nun sorulduğu soruda

Katılımcılardan Asya ise "*Aşçı B'nin 100 dakikada, Aşçı A'nın 150 dakikada kaç tabak hazırlayacağını hangi aşçının daha hızlı olduğunu*" nun sorulduğu soruda denklem kurmuş, kurduğu denklemler sonucunda "A=14, B=6,6" yazmıştır. Bu da Asya'nın formal tümdengelimsel akıl yürütmede bulunduğunun göstergesidir.

4.5.5. Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama

Cebirsel Akıl Yürütme kriterlerinden bir diğeri olan "Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama" kriteri açısından bakıldığında da Ilgaz'ın sorulan "*işveren deneme süreci sonunda kiminle çalışmalıdır*" sorusuna verdiği yanıt *"işveren deneme süreci sonunda A aşçısı ile çalışmalıdır çünkü A aşçısı aynı tabakları daha hızlı hazırlamaktadır"* yönünde

olmuştur, klinik mülakatta yanıtı üzerine konuşulurken bu yanıtı "*hem denklemden hem de ilk şıktaki tablodan rahatlıkla görebiliyorum*" demiştir.

Katılımcılardan Su "*Aşçı B'nin 100 dakikada, Aşçı A'nın 150 dakikada kaç tabak hazırlayacağını hangi aşçının daha hızlı olduğunu*"nun sorulduğu soruda her iki aşçının da 100 dakikada ne kadar tabak hazırladığına odaklanarak yanıt vermiş "*Aşçı B 6 tabak hazırlar ve 7.tabağı hazırlıyordur. Aşçı A daha hızlıdır çünkü 100 dakikada 9 tabak hazırlar, Aşçı B ise 7.tabaktadır*" demiştir. Aynı zamanda denklemlerini kurup x=10y+10 a bakarak Aşçı A, 10 dakikada bir, x=15y'ye bakarak Aşçı B, 15 dakikada bir tabak hazırlar" demiştir. Buradan Su'nun sonuca ulaşmak için farklı yöntemlerle sonucunu doğruladığı görülmektedir.

Son test analizlerini genel olarak ele almak gerekirse genellemeleri destekleme temasında tablo kullanımı yine her bir katılımcıda gözlenmiştir. Ancak ön testten farklı olarak sayı örüntüsüyle ve sözel genellemelerle desteklemede artış görülmüştür. Argüman oluşturma temasına bakıldığında yine yanıtlar informal argümanlarla desteklenmiş ve bu bölümde de yanıtlayan katılımcı sayısına da ön teste göre artış gözlenmiştir. Problem durumunu analiz etme temasında problem çözerken kullanılan alt tema sayısında artış ve bu temaları yanıtlayanların sayısındaki artış ise ayrı bir dikkat çekilmesi gereken durumdur. Matematiksel ilişki kurmada yine informal yönelim oldukça fazla olup doğru yanıtta artış görünmektedir. Ön testle paralel olarak çeşitli konulardaki sonuçları doğrulama oldukça sınırlıdır.

Yapılan tüm çalışmalar ve analizlerin genel olarak ele alınması ve gelişimin de yorumlanabilmesi amacıyla ön test ve son test karşılaştırılmalı tablosu Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 gözden geçirildiğinde, katılımcıların tamamının doğrusal denklem yazabildiği, sözel genelleme yapabilme, sayı örüntüsü kurma, tablo oluşturma gibi farklı temsil biçimlerinde ifade etmede artış olduğu görülmektedir. Tasarlanan öğretim deneylerinde robota algoritma yükleme, yüklenen kodların gözlenmesi, gözlenen durumların tabloya, sayı örüntüsüne, sözel genellemeye ve denkleme dönüştürülmesinin beklenmesinin çoklu temsilleri kullanma ve birbirine dönüştürmeye katkı sunduğu açıktır.

Bununla birlikte matematiksel argüman oluştururken informal argümanlarla açıklama yönelimi oldukça yoğundur. Oturumlarda formal açıklamalar yapılsa da tüm katılımcılarda görülen bir gelişme değildir. İnformal açıklamada gelişimin olmasında robotik kodlama sürecinin ve birbirleriyle oluşturdukları tartışma süreçlerinin etkisi olmuştur. Ancak matematiksel durumlara dair argüman geliştirebilmenin gelişiminin matematiksel anlamaya da cebirsel akıl yürütmeye de katkı sunduğu ulaşılan noktada açıktır.

Tablo 4.
Katılımcıların Akıl Yürütme Temalarına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Akıl Yürütme Temasının Adı	Ön Test	Son Test
Genellemeleri Destekleme	**Doğrusal Denklem Yazma:** Emre **Tablo Yazma:** Tüm Katılımcılar **Sayı Örüntüsü:** Asya, Eren, Mert **Sözel Genelleme:** Asya, Emre, Eren, Su	**Doğrusal Denklem Yazma:** Tüm Katılımcılar **Tablo Yazma:** Tüm Katılımcılar **Sayı Örüntüsü:** Asya, Emre, Mert, Ilgaz, Su **Sözel Genelleme:** Ilgaz, Asya, Eren, Su, Mert
Argüman Oluşturma	**1a-b-c:** Asya, Emre, Eren **1d:** Asya, Ilgaz, Su **2a-b:** Emre, Su, Mert	**1a-b-c:** Asya, Emre, Mert **1d:** Ilgaz, Su, Emre, Eren, Mert **2a-b:** Tüm Katılımcılar
Problem Durumunu Analiz Etme	**Grafik Çizme:** Emre **Tablo Çizme:** Tüm Katılımcılar **Denklem Kurmadan Faydalanma:** Su **Örüntüden Faydalanma:** Asya, Eren, Mert	**Grafik Çizme:** Tüm Katılımcılar **Tablo Çizme:** Tüm Katılımcılar **Denklem Kurmadan Faydalanma:** Tüm Katılımcılar **Sıralı İkili Yazma:** Asya, Emre, Ilgaz, Su, Mert
Matematiksel İlişki Kurma	**Tümevarımsal İlişki:** Asya, Ilgaz, Eren, Su **Tümdengelimsel İlişki:** Asya, Emre, Ilgaz, Eren, Mert	**Tümevarımsal İlişki:** Emre, Ilgaz, Eren, Su **Tümdengelimsel İlişki:** Asya, Emre, Su, Eren, Mert
Çeşitli Konulardaki Sonuçları Doğrulama	Emre	Ilgaz Su

Ön testte problem durumunu analiz etmede sorun yaşayan katılımcıların son testte rahatlıkla problem durumunu analiz edebildiği, problem durumunu açıklamada temsil biçimi kullanırken temsil biçiminin ne anlamlandırmanın arttığı gözlenmiştir. Bunda birbirinden

farklı problem durumlarıyla karşılaşma ve bu problemlere kod yazarken birlikte, ardından kendi kendilerine yanıt üretmeye çalışmalarının katkısı olduğu düşünülmektedir.

Matematiksel ilişki kurmada tümevarımsal ve tümdengelimsel ilişki biçimlerinin yine görece kullanımının arttığı görülmektedir. Ancak çeşitli konularda sonuçları doğrulama kriterinin beklenen düzeyde gelişim göstermediği söylenebilir. Bunda sınırlı sayıda öğretim deneyi oturumunun gerçekleşmesi neden olmuş olabilir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Katılımcılar problem durumları karşısında geliştirilen algoritmaların da içerisinde belirli örüntü ve genelleme süreçleri bulundurması nedeniyle yapılan analizler sonucunda cebirsel akıl yürütme becerilerinde ön test ile son test karşılaştırıldığında gelişim gözlenmiştir. Öğretim deneyi oturumları sürecinde gerek kodlama yazma gerekse kodladıkları algoritmaları robotlara yükleyip gözlemleme, ardından bu durumların doğrusal denklemini yazma sonunda durumlara özgü çoklu temsil biçimlerini sözel genellemelere ulaşabildikleri ve bu durumu denkleme dönüştürdükleri, ancak özellikle sabit terimi bulunan doğrusal denklemlerin grafiklerini çizmede hala yer yer zorlandıkları görülmüştür. Bunda öğretim deneyi sayısının arttırılması ve daha çok grafik çizme etkinliği gerektiren problem durumlarının yetersiz kaldığı söylenebilir.

Kriterlerden olan CAYK5 olarak kodlanan "Başkalarının düşüncelerini/fikirlerini/ yaklaşımlarını anlamlandırma ve bunların arkasındaki mantığı sağlama" kriteri ve CAYK6 olarak kodlanan "Yanlış anlama ya da anlaşmazlık durumlarında sorular sorma ve tartışmayı arttırma" kriteri tematik analizde gerek ön testte gerek son testte ele alınmamıştır. Çünkü bu kriterler kişiler arası iletişimle gözlenebilecek ve gelişimine dair yorum yapılabilecek kriterlerdir. Bu kriterlerin oturumlar sürecinde gelişimine bakıldığında, ilk oturumlarda bu etkileşim daha az iken II. oturumda gerçekleşen değişken kavramı üzerine tartışma, III. oturumda da yazılacak ortak algoritma üzerine tartışmada gelişim gösterdiği açıktır. Steffe'ye (1991) göre matematiksel bir kavram olarak Yakınsak Gelişim Alanı, yapılandırmacı bir öğrenme ortamında etkileşim neticesinde ortaya çıkar. Daha yetkin veya yetişkin birey ile olan etkileşimdeki matematiksel fikir alışverişi neticesinde, öğrenen birey mevcut matematiksel bilgisini yeniden yapılandırır. Bu yapılandırma süreci iki düzey arasındaki farkın kapanmasını sağlar (Pritchard ve Woollard 2010). Çalışmamızda da üç katılımcının akademik anlamda orta, üçünün iyi olması; kimi katılımcıların daha önceden farklı robotik kodlama programları biliyor olması bu gelişime katkı sunduğu saptanmıştır.

Öğrencilerde doğrusal denklemin grafiklerinin çizimi ve genel yapıları ile ilgili bilgi eksikliklerinin bulunması, Türkdoğan'ın (2006) yaptığı çalışmasında da benzer şekilde sonuçlanmıştır. Aynı şekilde Elia ve Spyrou (2006) da üniversite öğrencilerinin fonksiyon kavramının farklı temsillerde gösterimlerini nasıl anladıklarını araştırdıkları çalışmalarında,

öğrencilerin grafik gösterimlerinde diğer temsil biçimlerine göre daha düşük başarı sergilediğini belirlemişlerdir.

Öğrencilerin Ön Test ve Son Testte sorulan "ilginizi çeken bir sporun zamana göre yer değişim grafiğini çiziniz" sorusunu yanıtlarken oluşturulan grafikler incelendiğinde Ön Testte eksen üzerindeki noktaların eşit aralıklı olmalarını dikkate almadıkları dikkat çeken bir hatadır. Bu hatanın doğrusal denklemlerde grafik çizilmesini inceleyen başka çalışmalarda da ortaya çıktığı görülmüştür. 8. sınıf öğrencilerinin çoklu temsiller arasındaki geçişleri inceleyen bir çalışmada, öğrencilerin birimler arasındaki uzaklıklara dikkat etmediği ve sayıları yerleştirdikleri görülmüştür (Gürbüz ve Şahin, 2015). Öğrencilerin ilişkilendirme becerileri doğrusal denklem grafikleri konusu için incelendiğinde çoğu öğrencinin problem durumlarını günlük yaşamla ilişkilendirdiği, grafik temsilden yola çıkarak tablo değerlerini oluşturabildikleri, grafik temsilden cebirsel ifadeye geçişin öğrencilerin yarısı tarafından gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin grafik temsilden yola çıkarak denklem oluşturmakta zorlandıkları belirtilmiştir (Knuth, 2000; Tekay ve Doğan, 2009). Knuth (2000) öğretim sırasında kullanılan görevlerin (task), farklı gösterim çeşitlerini birbirleriyle ilişkilendirmek için etkili olduğunu ancak bazen de kısıtlayıcı olduğunu vurgulamıştır. Genellikle verilen görevlerde, denklem gösterimden grafik gösterime bir geçişin sağlandığını bunun içinse öğrencilerin öncelikle tablo temsile dönüşüm yapıp ardından grafiğe geçildiğinden bahsetmiştir. Knuth (2000) araştırmasında grafik temsilin kullanıldığı görevler vererek, denklem temsile geçişi sağlamaya çalışmıştır. Bu çalışmada katılımcılar grafiği yorumlar değişkenlerin aldıkları değerleri tablo ile ifade etmiş, tablo temsili oluşturan katılımcıların tablo değerlerinden cebirsel ifadeye geçiş yaparak denklemi doğru şekilde yazmayı tercih etmişlerdir.

Ön Test ve Son Test karşılaştırıldığında öğretim deneyi sürecinin grafik çizmeye katkı sunduğu görülmektedir. Başlangıçta grafik çizemeyen, çizse de satır ve sütun isimlerine, bu isimlerin yanına eklenmesi gereken birimlere, birimler arası eşit aralıklara dikkat etmeyen katılımcılar, süreç sonunda bu konuda ilerleme kat etmişlerdir. Bu da eğitsel robotik uygulamalarının sürece olumlu katkılarından biridir.

Yine ön test ve son test karşılaştırıldığında problem çözme, çözerken çeşitli temsil biçimlerinden faydalanmada da artış görülmektedir. Silik'in (2016) da belirttiği gibi robotik uygulamalarda öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenme, problem çözme, problemlere pratik çözümler bulma, eleştirel düşünme, kendi yeteneklerinin farkına varma, kullanma düzeylerinde artma ve teknoloji kullanmaya daha istekli olma gibi birçok beceriyi

kazandıkları görülmüştür. Çalışmamızın bu sonucunun Silik'in ifade ettiği durumlarla örtüştüğü söylenebilir.

Son testte Su, Eren ve Ilgaz'ın y=ax+b formatındaki denklemi kurabildikleri ancak 150.dakikada kaç tabak hazırlamıştır sorusunu yanıtlarken sabit terimi göz ardı edip yanlış sonuçlar elde ettikleri gözlenmiştir. Doğrusal denklemlerin grafikleri konusunda yapılan bir başka hata, değişim oranının belirlenmesinde yaşanmaktadır. Asya'nın kendisinden istenen tablo ve sıralı ikiliyi yazabildiği, sözel genellemeye ulaşabildiği, denklemi yazabilip istenen grafiği çizebildiği görülmüştür. Temsil biçimlerini doğru kullanıp birbirine dönüştürebilen Asya'nın soruda sorulan "*hangi Aşçı daha hızlıdır*" kısmını yanlış yanıtladığı, bunu da 1.tabağı hazırlama sürecinden yola çıkarak yanlış sonucunda ulaştığı görülmüştür. Aynı şekilde Su da "*Aşçı B 100 dakikada, Aşçı A 150 dakikada kaç tabak hazırlar*" sorusuna "*Aşçı A 50 dakikada 4 tabak hazırlamıştır. Dakikada ise 12 tabak hazırlar*" yorumuyla sabit terimi dikkate almayarak hatalı bir orantısal akıl yürütme yapmıştır. 7. sınıf öğretim programında doğrusal denklemler alt öğrenme alanında "değişim oranı" kavramı geçmemektedir (MEB; 2018). Ancak bu kavram isim olarak geçmiyor olsa da, öğrencilerin doğrusal denklem grafiklerini oluştururken bu değişim oranından faydalanmaları gerekmektedir. Öğrencilerin değişim oranını belirlerken hata yapmaları, benzer araştırmalarda da ortaya çıkmıştır (Bike-Kalkan, 2014; Cai, Moyer, Wang, Hwang, Nie, Garber, 2013; Hattikudur, Prather, Asquith, Alibali, Knuth, & Nathan, 2012).

Ön testte Su'nun "*Tablonun değişkenlerine bakarak denklemi kurması kolay geliyor"* demiştir. *Y*ine son test sürecinde de Eren'in "*Zaten çizecektim, üstelik tabloya bakarak denklemi yazması daha kolay*" demesi, Emre'nin de son testte tablonun sonuna ekstra bir bölüm açıp denklemi yazması katılımcılarda tablo sonuna bir bölüm açma ve denklem kurma eğilimi olduğunu göstermiştir. Doğrusal denklem kurma sürecinde katılımcıların tablodan faydalanmasının süreci kolaylaştırdığı görülmektedir. Verilen senaryolardan kod yazma, kodu robota uygulatma, bu gözlem üzerinden tablo-grafik çizimi ve diğer temsil biçimleriyle ifade etme ve bu ifadeleri anlamlandırmalarında gelişme olmuştur. En başarılı oldukları temsil biçiminin de tablo çizme olduğu söylenebilir. Literatürde yer alan başka araştırmalarda, öğrencilerin farklı temsil türlerinden tablo temsile dönüştürme becerilerinin diğer temsil türlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Gürbüz ve Şahin, 2015; Sert, 2007).

Öğretim deneylerinde senaryolarla sorulan sorularda, son kısımlar verilen ifadenin katılımcının kabulü üzerinden yeniden şekillenen kısımlardır. Bu kısımların katılımcıların cebirsel akıl yürütmelerine daha çok katkı yaptığı söylenebilir, çünkü durumu analiz edip

doğrusal artış/azalış üzerinden yargıda bulunma katılımcıyı daha aktif kılmaktadır. Bu da katılımcının anlamlandırmasına, denklemi açıklama ve ikinci oturumda gözlendiği üzere savunmasına sebep olmuştur. Öğrencilere cebir öğretirken anlamlı öğrenmeye destek olmak için öğrenme ortamlarının çeşitlendirilmesi ve buna yönelik etkinliklere yer verilmesi bu durum için büyük bir öneme sahiptir (Kaya ve Keşan, 2014). Bu tez çalışmasında öğrenme ortamları eğitsel robotik uygulamaları ve öğretim deneyindeki senaryolar ve kendi kabüllerini oluşturmaları ile çeşitlendirilmiştir.

Kod yazma sürecinin matematiksel temel bilgileri gerektirdiği, genellemeyi temsil ederken cebirsel ifade yazarcasına kod yazdığı gözlenmiştir. Zira cebir, bilinmeyeni ve değişkeni temsil biçimi ise kodlar da çağımızın cebiri olma yolunda ilerlemektedir.

Yine kod yazarken konular arası ilişkilendirmenin oldukça önemli olduğu görülmüştür. Öğretim deneyi III. Oturumdaki algoritma belirleme süreci ortaya koymaktadır. Katılımcıların beşgensel şekil etrafında dönmek için 108^0, karesel şekil etrafında dönmek için 90^0, dikdörtgensel şekil etrafında yol alınıyorsa, 90^0 nin yanı sıra robotun etrafında yol alacağı dörtgensel bölgenin kenar uzunlukları oranında, robotun gideceği süreyi belirlemeleri kod yazma sürecinin matematiksel temel bilgileri gerektirdiği en önemli göstergelerdir.

III. Oturumda katılımcıların ortak bir algoritma yazarak robotlara koreografi yaptırma etkinliğini katılımcıların kendi aralarında tartışmaları esnasında robotun aldığı yolun dışarıdan daha iyi algılanması için Mert "*robotun alt kısmına bir kalem yerleştirelim*" demiş, Emre ise *"kalem güzel olabilir ama zeminin durumu robotların sürtünmesini arttırır. Pil ömrü nedeniyle bile simülasyonda gösterdiği hassaslıkta gidemediğini görüyoruz uygulamalarımızda, işimizi zorlaştırır" demiştir.* Katılımcılar süreçte yaptıkları denemeler ve simülasyon gözlemleri, hata yapılması halinde yeniden kod yazma girişimlerinin, kodu bulunan robotun uyguladıklarını tabloya kaydetmenin, oradan bir genellemeye ulaşmanın, kendi aralarında soruna çözüm ararken sadece sürece matematiksel değil; sürtünme, pil ömrü, simülasyon ile gerçek yaşam arası farklılık gibi durumları göz önünde bulundurarak yorum yapma ve süreci şekillendirme eğiliminde oldukları görülmüştür. Alan yazınına bakıldığında robotik etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini arttırdığına (Özdoğru 2013, Sullivan 2008) ulaşılmıştır.

Robotik destekli eğitimin dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan birkaçı; algoritmanın eksik yazılması durumunda robotun gerekli komutları gerçekleştirmemesi ve uzun bir kodlamada bunun fark edilmesinin zaman alıcı olması, kodlama süreciyle kalmayıp

sensörün analog mu dijital mi olduğunu belirleyip doğru jakla eşleştirmesi, bu bağlantıyı programda doğru tanımlama, pilin yeterli düzeyde olmaması durumunda simülasyonda görünen durumların robot üzerinden birebir etki etmemesi, düzeneğin oluşturulması gibi oldukça fazla teknik süreç bulunmaktadır. Ancak oturumlar incelendiğinde katılımcılar da bu durumlarla da ilgili farkındalık oluştuğu açıkça görülmüştür. 21.yüzyıl becerilerine uyum sağlamada bu tür sınıflama, problemleri tanımlayıp buna yönelik çözüm yolları geliştirme gibi becerilerin de yeri ve gerekliliği olduğu açıktır.

Çalışmada 7. Sınıf doğrusal denklemler konusu, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı müfredatı kapsamında ve sınırlılığında yürütülmüştür. Cebirsel akıl yürütme kriterleri ele alındığında ön test ve son test karşılaştırılmasında önemli bir gelişme olduğu gözlenmektedir. Bunun yanında oturumlardaki diyalogların başkalarının fikirlerini anlamlandırma, yanlış anlaşmazlık durumunda tartışmayı arttırma kriterlerine katkı sağladığı açıktır. Bu nedenle bu öğretim deneyi sürecinin cebirsel akıl yürütme gelişimine katkı sağladığı açıktır. Tüm bu sebeplerle;

Bu çalışma doğrultusunda öğretim programlarında yer alan farklı konular ve öğrenme alanları ile ilgili çalışmalar ve sonuçları araştırılmalıdır. Örneğin robotun belirli açıyla dönmesi üzerine konuşulurken açı değerlerinin konuşulması, geometri alanında çokgenler konusunda çalışmaların yapılabileceğinin önemli bir göstergesidir.

Kodlama eğitimleri ülkemizde ve dünyada anasınıfı düzeyinde başlamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma başka sınıf düzeylerinde de yapılması ve sonuçlarının tartışılması, bu çalışma açısından da anlamlı olacaktır.

Çalışma süreci altı kişi ile sınırlı olup çalışmalar iki kişilik gruplarla yürütülmüştür. Bu uygulama 20 kişi gibi kalabalık gruplarla çalışılması durumunda sınıf yönetiminde ve teknik aksaklıkları gidermede dezavantajlar yaşanabilir. Çünkü I. oturumda yapılan kodlamadan da örneklendirilebileceği gibi eksik yazılan kodda robotların çalışmaması, kablo temassızlıkları, sensörün bozulması, pilin azalması gibi nedenlerle anında müdahale etmek gerekmektedir. Birden fazla grupta bu tür problemler yaşanması durumunda sürecin işlerliği olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle birden fazla eğitimci ile süreci yönetmek verimi arttıracak önemli bir durumdur.

İleri ki bir çalışmada katılımcıların cebirsel akıl yürütmelerinin yanı sıra, kodlamayla birlikte cebirsel düşünme düzeylerinde ki gelişim incelenebilir. Çünkü kodlama sürecinin içinde bulunan genellemeye varma, algoritma yazma durumunun ne derece cebirsel düşünme düzeyini etkilemektedir. Bu da merak konusudur.

Üstün yetenekli öğrencilerin birden fazla disiplinlerle ilişkilendirilmiş zengin öğrenme ortamlarına daha çok ihtiyaç duydukları göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmanın üstün yetenekli bireylerde etkisinin nasıl olacağı merak konusudur.

Yine çalışmanın sonuçlarından biri olan robotik kodlama ve öğretim deneyi sürecinin problem çözme becerisi gelişiminde artışın derinlemesine araştırılması alan yazınına katkı sunacaktır. Çünkü kodlama sürecinde karşılaşılan matematiksel problemler katılımcının problem çözme gelişimine çalışmamız boyunca katkı sunmuştur.

Çalışmamız kodlama sürecinin konular arası ilişkilendirmenin gerekliliğini ortaya koymuştur. Bundan sonra ki çalışmalarda kodlamanın konular arası ilişkilendirmeye katkısı da incelenebilir.

KAYNAKÇA

Ackermann, E. (1995). Construction and transference of meaning through form. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 341-354). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Akgün, L. ve Özdemir, M. E. (2006). Students` understanding of the variable as general number and unknown: A case study. *The Teaching of Mathematics 9*(1), 45-51.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. *İstanbul: Scala Basım.*

Akkaya, R. ve Durmuş, S. (2006). Misconceptions of elementary school students in algebra initiative of the national instutute on student achievement, curriculum and assesment. *The Algebra Initiative Colloquium, 2*, 237-242.

Alfieri, L., Higashi, R., Shoop, R., & Schunn, C. D. (2015). Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills. *International Journal of STEM Education*, *2*(1), 4-16.

Arcavi, A. & Schoenfeld, A. (1988). On the meaning of variable. *Mathematics Teacher, 81*(6), 420-427.

Baghdad, O., & Saban, P. A. (2014). Ilkögretim 8. Sınıf ögrencilerinin cebirsel düsünme becerilerinin solo taksonomisi ile incelenmesi.[Investigation of the 8th grade students' algebraic thinking skills with solo taxonomy]. *The Journal of Academic Social Science Studies (JASS)*, *26*, 473-496.

Barreto, F. & Benitti, V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education, 58*(3), 978-988.

Bike Kalkan, D., (2014). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve cebirsel muhakeme yapıları,* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Caci, B., Cardaci, M., & Lund, H. H. (2003). Assessing educational robotics by the "Robot edutainment questionnaire". Technical report. The Maersk Mc-Kinney Moller Institute for Production Technology, University of Southern Denmark.

Cai, J., Moyer, J. C., Wang, N., Hwang, S., Nie, B., & Garber, T. (2013). Mathematical problem posing as a measure of curricular effect on students' learning. *Educational Studies in Mathematics*, *83*(1), 57-69.

Cobb, P. (2000). Conducting teaching experiment in collaboration with teachers. In A. E. Kelly and R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (307-333). London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Cobb, P., & Steffe, L. (2011). *A journey in mathematics education research*. Netherlands: Springer.

Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, *32*(1), 9-13.

Czarnocha, B. & Prabhu, V. (2004). *Teaching-research and design experiment–two methodologies of integrating research and classroom practice*. E-proceedings of episteme-1, *International Conference to Review Research on Science, Technology and Mathematics Education*, (s.78-80) içinde. Goa, India.

Çavaş, B., & Çavaş, H. P. (2005). Technology Based Learning: Robotics Club AB-2005. Gaziantep Üniversitesi. 2-4 Şubat. Gaziantep

Çelik, D. (2007). *Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerinin analitik incelenmesi.* Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Dede, Y. (2004). Değişken kavramı ve öğrenimindeki zorlukların belirlenmesi. *Kuram Dergisi, 1*(13), 139-148.

Dede, Y. (2005). Değişken kavramı üzerine. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 1*(13), 139-148.

Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Değişken kavramının öğretimi: harf sembollerinin farklı kullanımları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi, 4*(6), 39-51.

Dede, Y., Yalın, H. ve Argün, Z. (2002). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanılgıları. UFBMEK. 16-18 Eylül. ODTÜ, Ankara.

Dinçer Kucuş, B. ve Cantürk Günhan, B. (2017). Eğitsel robotik uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine etkisi. Türkbilmat Sempozyumu. 17-19 Mayıs. Afyon.

Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking: a guide for teachers, grades 6-10.* Heinemann: Portsmouth.

Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 4006-4014).

Elia, I. & Spyrou, P. (2006). How students conceive function: a triarchic conceptual-semiotic model of the understanding of a complex concept, *The Montana Mathematics Ensthusiant,* ISSN 1551–3440, 3(2). 256–272.

Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Ozimek, D. J., & Rebello, N. S. (2004). The teaching experiment- what it is and what it isn't. Vol. 720. In *Physics Education Research Conference* (pp. 157-160).

English, L. & Warren, E. (1998). Introducing the variable through pattern exploration, *The Mathematics Teacher, 91*(2), 166- 170.

Erbaş, A.K., Çetinkaya, B. ve Ersoy, Y. (2009). Öğrencilerin basit doğrusal denklemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlükler ve kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim, 34*, 44-59.

Erdem, E. (2011). *İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel ve olasılıksal muhakeme becerilerinin incelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., & Hall Giesinger, C. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition* (pp. 1-60). The New Media Consortium.

Gerecke, U., & Wagner, B. (2007). The challenges and benefits of using robots in higher education. *Intelligent Automation and Soft Computing, 13*(1), 29–43.

Greenes, C. & Findell, C. (1998). *Groundworks: Algebra puzzles and problems (Grades 4, 5, 6 and 7).* Chicago: Creative Publications.

Gürbüz, R. ve Şahin, S. (2015). 8. sinif öğrencilerinin çoklu temsiller arasindaki geçiş becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *23*(4), 1869-1888.

Hattikudur, S., Prather, R. W., Asquith, P., Alibali, M. W., Knuth, E. J., & Nathan, M. (2012). Constructing graphical representations: Middle schoolers' intuitions and developing knowledge about slope and y- intercept. *School science and mathematics*, *112*(4), 230-240.

Herbert, K. & Brown, R. (1997). Patterns as tools for algebraic reasoning. *Teaching Children Mathematics, 3*, 340-345.

Johnson, J. (2003). Children, robotics and education. In Proceedings of 7th international symposium on artificial life and robotics (Vol. 7, pp. 16–21), Oita, Japan.

Jones, G. A., Langrall, C. W., Thornton, C. A., Mooney, E. S., Wares, A., Jones, M. R., ... & Nisbet, S. (2001). Using students' statistical thinking to inform instruction. *The Journal of Mathematical Behavior*, *20*(1), 109-144.

Kaf, Y. (2007). Matematikte model kullanımının 6. Sınıf öğrencilerinin cebir erişilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kaput, J. J. (1999). Teaching and learning a new algebra. In E. Fennema and T.A. Romberg (Eds.) *Mathematics classrooms that promote understanding* (pp. 133-155). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Karsan Erbaş, S. (2014). Temel robotik uygulamalar ve bilgisayar destekli tasarım eğitimindeki yeri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 3*(3), 304-312.

Kasmer, L. (2008). *The role of prediction in teaching and learning of algebra.* Dissertation Abstracts International. (UMI Number: 3303469).

Kaya, D., Keşan, C., İzgiol, D., ve Erkuş, Y. (2016). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel muhakeme becerilerine yönelik başarı düzeyi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 7*(1), 142-163.

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

Kaya, D., ve Keşan, C. (2014). İlköğretim seviyesindeki öğrenciler için cebirsel düşünme ve cebirsel muhakeme becerisinin önemi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), 3*(2), 38-48.

Kazez, H., ve Zülfü, G. (2016). İlkokul matematik öğretiminde yeni bir yaklaşım: Lego MoretoMath. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education, 5*(2), 59-71.

Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.

Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York:Macmillan.

Kieran, C. & Chalouh, L.(1993). Prealgebra: the transition from arithmetic to algebra. In Douglas T. Owens (Ed.), *In Research ideas for the Classroom: Middle Grades Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Knuth, E. J. (2000). Understanding connections between equations and graphs. *The Mathematics Teacher, 93*(1), 48-53.

Koç Şenol, A. ve Büyük, U. (2015), Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: robolab. *Turkish Studies, 10*(3), 213-236.

Küchemann, D. (1981). Algebra. In K. Hart (Ed.), *Children's understanding of mathematics.* Murray: London.

Lacampagne, C., Blair, W. & Kaput, J. (Ed.). (1995). Conceptual framework for the algebra initiative of the national instutute on student achievement, curriculum and assesment. *The algebra initiative colloquium, 2*, 237-242.

Lempp, H., & Kingsley, G. (2007). Qualitative assessments. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, *21*(5), 857-869.

Lesh, R., & Kelly, A., (2000) Multitiered teaching experiments. In A. Kelly, R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education*. (pp. 197-230). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.

Lin, C., Liu, E. Z., Kou, C., Virnes, M., Sutinen, E., & Cheng, S. S. (2009). A case analysis of creative spiral instruction model and students' creative problem solving performance in a Lego® robotics course. In: Chang, M., Kuo, R., Kinshuk, Chen, G.-D., Hirose M. (eds.) *Edutainment 2009. LNCS, vol. 5670,* pp. 501-505. Springer, Heidelberg.

MacGregor, M., & Stacey, K. (1997). Students'understandıng of algebraıc notatıon: 11–15. *Educational studies in mathematics*, *33*(1), 1-19.

MEB (2018). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).* T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.

NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Norton, A., & D'Ambrosio, B. S. (2008). ZPC and ZPD: Zones of teaching and learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, *39*(3), 220-246.

Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, *42*(4), 391-408.

Öner, A. T. & Ertekin, E. (2016). Gelişen dünyada değişen matematik eğitimi: 21. yüzyılda matematik eğitiminde yaklaşımlar. M. Yavuz (Ed.), *Yeni nesil okul* içinde (pp.187-222). Konya, TR: Eğitim Yayınevi.

Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için Lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*, Yayınlanmış doktora tezi, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Papert, S. (1971). *Teaching Children Thinking. Artifical Intelligence*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

Papert, S. (1993). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas (2nd ed.). New York, NY: Basic Books.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative education and research methods.* United States of America: Sage Publication.

Petre, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'back door' learning. *Education and Information Technologies, 9*(2), 147–158.

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child.* New York: Basic Books. Pritchard.

Pritchard, A., & Woollard, J. (2010). *Psychology for the classroom: Constructivism and social learning*. London and New York: Routledge.

Rosnick, P. (1981). Some misconceptions concerning the concept of variable. Are you careful about defining your variables? *Mathematics Teacher, 74*(6), 418-420.

Schoenfeld, A., Arcavi, A. & Smith, J. (1993). Learning. In R. Glaser (Ed.), *Advances Thinking, Grades K- 12* (pp. 5- 7). Reston, VA: NCTM.

Silik, Y. (2016). Eğitsel robotik uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karedeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Soylu, Y. (2006). Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30*, 211-219.

Soylu, Y. (2008). 7. Sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve harf sembollerini (değişkenleri) yorumlamaları ve bu yorumlamada yapılan hatalar. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 25,* 237-248.

Star, J. R., Chen, J. A., Taylor, M. W., Durkin, K., Dede, C., & Chao, T. (2014). Studying technology-based strategies for enhancing motivation in mathematics. *International Journal of STEM Education*, *1*(1), 7.

Steffe, L. P. & Thompson, P. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp.267 – 306). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications. In E. Von Glasersfeld (Ed.), *Radical Constructivism in Mathematics Education* (pp. 177-194). New York: Kluwer Academic Publishers.

Steffe, L. P., & Ulrich, C. (2014). Constructivist teaching experiment. In *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 102-109). Netherlands: Springer.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(3), 373-394.

Sutherland, R. ve Rojana, T. (1993). A Spreadsheet approach to solving algebra problems. *Journal of Mathematical Behaviour*, *12*(4), 351- 383.

Şenol, A. K., ve Büyük, U. (2015). Rotobik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları robolab. *Electronic Turkish Studies*, *10*(3), 213-236.

Şişman, B., ve Küçük, S. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik türkçe robotik tutum ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, *19*(1), 284-299.

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB). (2006a). İlköğretim Fen ve Teknoloji dersi (6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Yazar.

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB). (2006b). İlköğretim Teknoloji ve Tasarım dersi öğretim programı ve kılavuzu (6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Yazar.

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB). (2009). İlköğretim Matematik dersi 1-5. Sınıflar öğretim programı. Ankara: Yazar.

Tekay T. (2012). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemlerin grafiklerini kartezyen koordinat sistemine aktarma becerileri,* On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

Tekay, T., ve Doğan, M. (2015). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemlerin grafikleri ile ilgili soruları çözme becerilerinin değerlendirilmesi. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, *2*(1),1-10.

Türkdoğan, A. 2006. *BDMÖ yoluyla sınıf öğretmeni adaylarının denklemler ve grafikleri konusundaki öğrenme ürünlerinin incelenmesi,* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Usiskin, Z. (1997). Doing algebra in grades K- 4. In B. Moses (Eds.). *Algebraic Thinking, Grades K- 12* (pp. 5- 7). Reston, VA: NCTM.

Uzun, S. M., ve Bülbül, A. (2013). A teaching experiment on development of pre-service mathematics teachers' proving skills. *Education and Science*, *38*(169), 372-390.

Üçgül, M. (2013). History and educational potential of lego mindstorms NXT. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(2), 127-137.

Vollstedt, A. M., Robinson, M, & Wang, E. (2007). Using robotics to enhance science, technology, engineering, and mathematics curricula. In Proceedings of American Society for Engineering Education Pacific Southwest annual conference, Honolulu: Hawaii

Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London, UK: Falmer Press.

Wagner, S. (1983). What are these things called variables? *Mathematics Teacher, 76*(7), 474-479.

Williams, D., Ma, Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, *40*(2), 201–216.

Wood, S. (2003). Robotics in the classroom: A teaching tool for K- 12 educators, Symposium of Growing up with Science and Technology in the 21st Century, Virginia, ABD.

Yenilmez, K., ve Teke, M. (2008). Yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(15), 229-246.

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Şimşek, H., ve Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, K. (2016). *Denklemler konusunun etkinliklerle öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerine ve matematik kaygılarına etkisi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

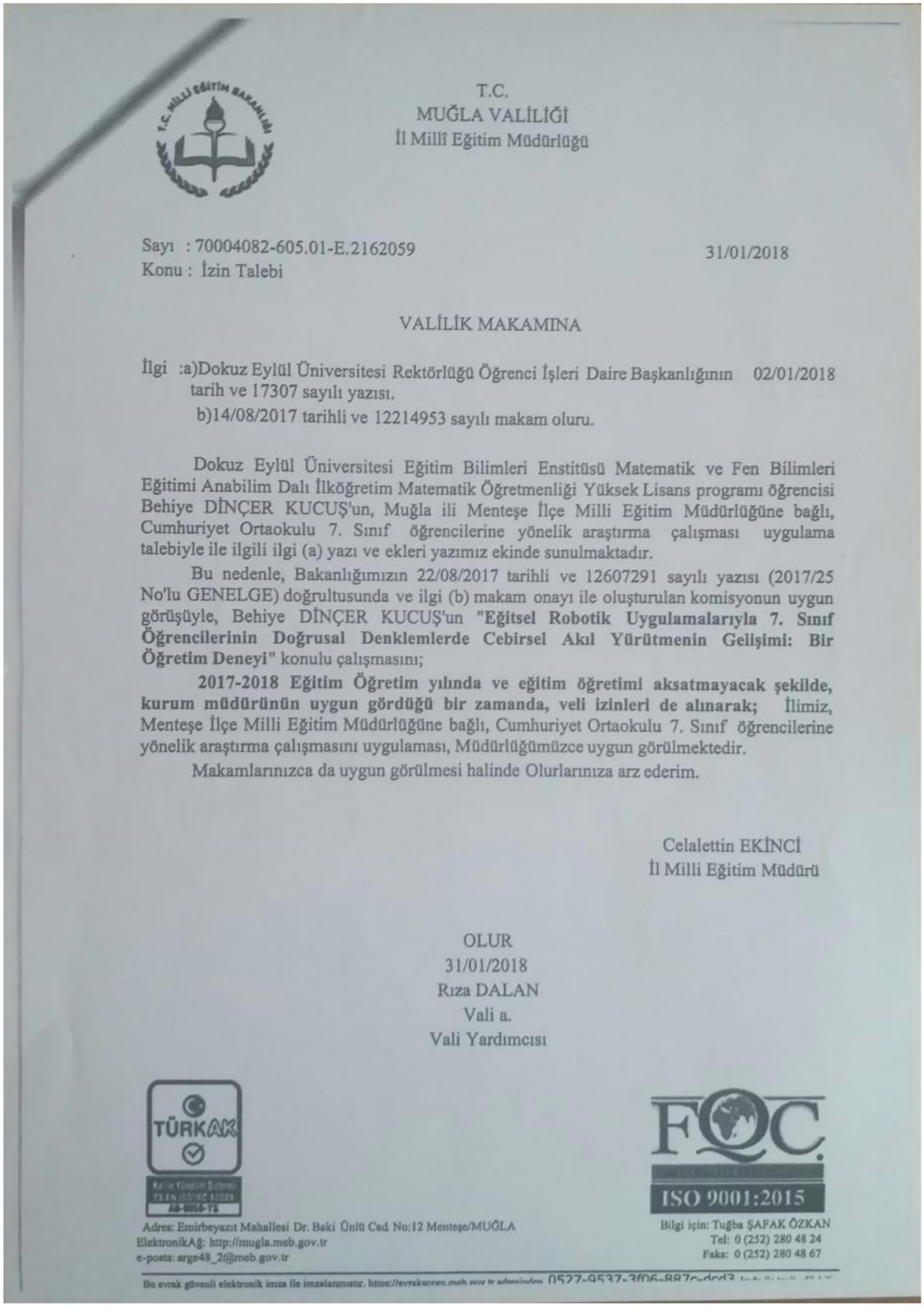
Yıldızhan, B., ve Şengül, S. (2017). 6. Sınıf öğrencilerinin harflerin anlamına yönelik kavram yanılgılarının aritmetikten cebire geçiş süreci bağlamında incelenmesi ve öğrencilerin matematik tutum ve öz yeterlilikleri ile karşılaştırılması. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, *3*(2), 249-268.

EKLER

EK 1.ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

<table>
<tr><th colspan="4">Kişisel Bilgiler</th></tr>
<tr><td>Adı ve Soyadı</td><td colspan="3">Behiye DİNÇER</td></tr>
<tr><td>E-postası/Web Sayfası</td><td colspan="3">behiyedincer@gmail.com</td></tr>
<tr><td>Bildiği Yabancı Diller</td><td colspan="3">İngilizce</td></tr>
<tr><td>Uzmanlık Alanı</td><td colspan="3">Matematik Eğitimi, Robotik Kodlama</td></tr>
<tr><th colspan="4">Öğrenim Bilgileri</th></tr>
<tr><td></td><td>Üniversite</td><td>Bölüm</td><td>Yıl</td></tr>
<tr><td>Lisans</td><td>Dokuz Eylül Üniversitesi</td><td>İlköğretim Matematik</td><td>2009</td></tr>
<tr><td>Tez Başlığı</td><td colspan="3">Eğitsel Robotik Uygulamalarıyla 7.Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemlerde Cebirsel Akıl Yürütmenin Gelişimi: Bir Öğretim Deneyi</td></tr>
<tr><td>Tez Danışmanı</td><td colspan="3">Doç. Dr. Berna CANTÜRK GÜNHAN</td></tr>
<tr><th colspan="4">Akademik Eserler
(Makale, kitap, kitap bölümü, bildiri, poster, sergi, konser vb. eserlerden kaynakça yazım kurallarına göre en fazla 10 eser yazılmalıdır.)
Tezden üretilen yayınlar * ile işaretlenmelidir.</th></tr>
<tr><td colspan="4"><u>Bildiriler;</u>
• Dinçer B., Cantürk Günhan B., Eğitsel Robotik Uygulamalarının Üstün Yetenekli Öğrencilerin Doğrusal Denklemler Konusunu Kavramsal Anlamalarına Etkisinin İncelenmesi, Ubest, İzmir,2019.
• Batıbay G., Cantürk Günhan B., Dinçer B., Yaratıcı Drama Yöntemini Kullanan Matematik Öğretmenlerinin Matematiği Öğretme Bilgilerinin Gelişiminin Ders Araştırması Modeli ile İncelenebilmesi İçin Bir Gözlem Formu Örneği Oluşturma, Ejer, Antalya, 2018.
• Dinçer Kucuş B., Cantürk Günhan B., Eğitsel Robotik Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerine Etkisi, TürkBilmat, Afyon,2017.
• Dinçer Kucuş B., Cantürk Günhan B., 7. sınıf matematik dersinde robotik uygulaması, Ejer, Denizli, 2017.</td></tr>
<tr><th colspan="4">Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler</th></tr>
<tr><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><th colspan="4">Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller</th></tr>
<tr><td colspan="4">-</td></tr>
</table>

EK 2. Etik Kurul İzni



T.C.
MUĞLA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 70004082-605.01-E.2162059 31/01/2018
Konu : İzin Talebi

VALİLİK MAKAMINA

İlgi :a)Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 02/01/2018 tarih ve 17307 sayılı yazısı.
b)14/08/2017 tarihli ve 12214953 sayılı makam oluru.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği Yüksek Lisans programı öğrencisi Behiye DİNÇER KUCUŞ'un, Muğla ili Menteşe İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı, Cumhuriyet Ortaokulu 7. Sınıf öğrencilerine yönelik araştırma çalışması uygulama talebiyle ile ilgili ilgi (a) yazı ve ekleri yazımız ekinde sunulmaktadır.

Bu nedenle, Bakanlığımızın 22/08/2017 tarihli ve 12607291 sayılı yazısı (2017/25 No'lu GENELGE) doğrultusunda ve ilgi (b) makam onayı ile oluşturulan komisyonun uygun görüşüyle, Behiye DİNÇER KUCUŞ'un **"Eğitsel Robotik Uygulamalarıyla 7. Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemlerde Cebirsel Akıl Yürütmenin Gelişimi: Bir Öğretim Deneyi"** konulu çalışmasını;

2017-2018 Eğitim Öğretim yılında ve eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde, kurum müdürünün uygun gördüğü bir zamanda, veli izinleri de alınarak; İlimiz, Menteşe İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı, Cumhuriyet Ortaokulu 7. Sınıf öğrencilerine yönelik araştırma çalışmasını uygulaması, Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde Olurlarınıza arz ederim.

Celalettin EKİNCİ
İl Milli Eğitim Müdürü

OLUR
31/01/2018
Rıza DALAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres: Emirbeyazıt Mahallesi Dr. Baki Ünlü Cad. No:12 Menteşe/MUĞLA
ElektronikAğ: http://mugla.meb.gov.tr
e-posta: arge48_2@meb.gov.tr

Bilgi için: Tuğba ŞAFAK ÖZKAN
Tel: 0 (252) 280 48 24
Faks: 0 (252) 280 48 67

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 0527-9537-3f06-887c-dcd3

Ek 3: Uygulamanın Ön Testi



Bir antik tiyatroda yukarıdaki gibi bir dizilim vardır. A ve C bölümlerinde ilk sırada 10'ar koltuk bulunmakta olup her sırada koltuk sayısı 1 artmaktadır. B bölümünde ise ilk sırada 20 koltuk bulunmakta olup her sırada koltuk sayısı 2 artmaktadır.

Bu bilgiler ışığında;

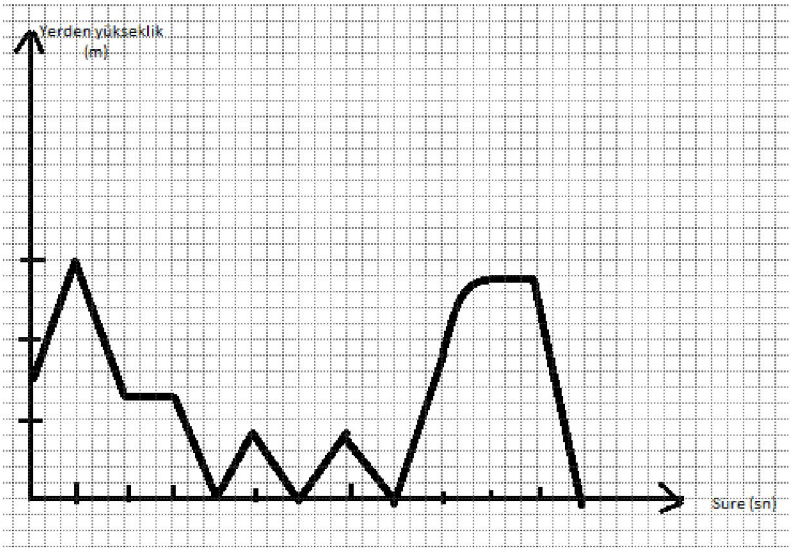
a) **A, B, C bölümleri için koltuk artış miktarlarının sayı örüntülerini yazınız, ilk 5 sırada oturacak seyirci sayısını tablo ile gösteriniz.**

b) **A, B, C bölümlerinde koltuk artışına göre oluşacak durumun genellemesinin sözel ifadesini ve doğrusal denklemini yazınız.**

c) **15. sırada toplam toplam kaç seyirci oturur, hesaplayınız.**

d) **Koltuk artışına göre oluşacak doğrusal denklemin grafiğini çiziniz.**

e) **Koltuk sayıları her sütunda (A,B,C) 2'şer artsaydı bu durumun denklemi nasıl olurdu, başlangıçtaki durumla 2'şer artışlı durumda ilk 5 sırada oturacak kişi sayısı nasıl değişir açıklayınız.**



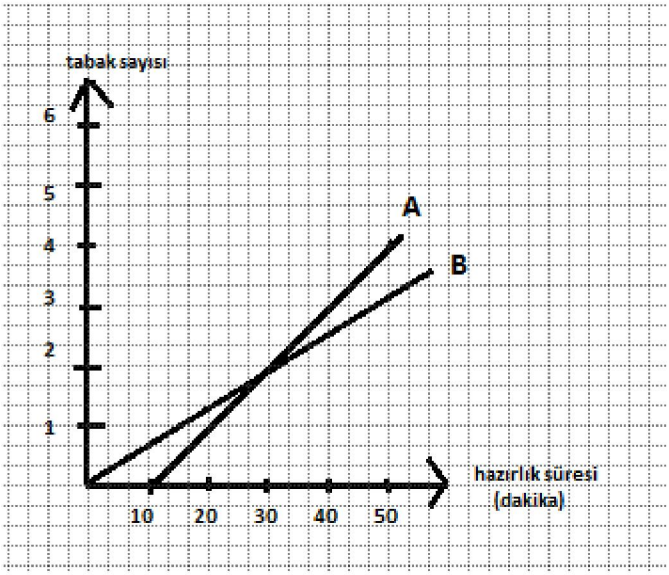
Topla yapılan bir sporda topun maç sürecinde izlediği yolun zamana bağlı grafiği verilmiştir.

a) **Bu spor ne olabilir ?**

b) **10 saniyelik süreçte grafiğin hangi saniyeler arasında doğrusal olduğunu hangi saniyeler arasında doğrusal olmadığını yorumlayınız.**

c) **İlginizi çeken bir sporu belirtip topun yerden yüksekliği ve süre grafiğini çiziniz.**

Ek 4: Uygulamanın Son Testi



Bir işveren mutfağında çalıştıracak mutfak personeli almak için iki aşçıyı deneme sürecine almış, günlük çalışma performanslarını grafiğe dökmüştür.

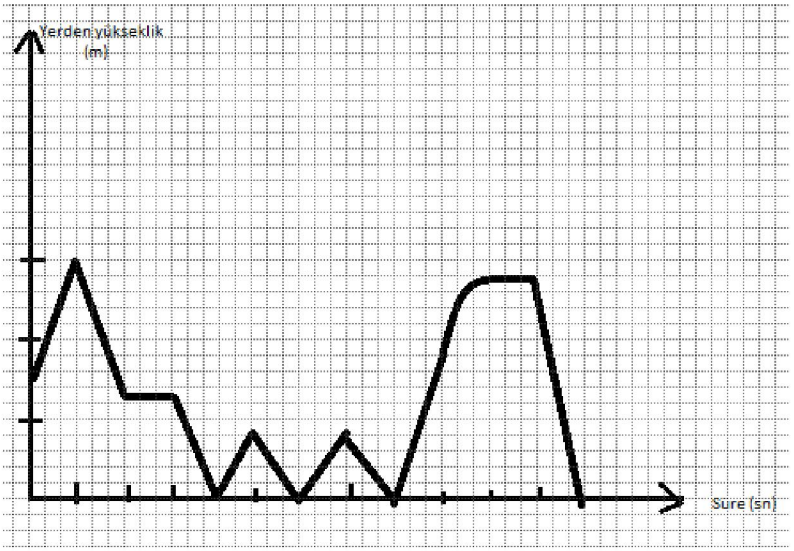
Grafiğe göre;

a) **Aşçı A'nın ve Aşçı B için hazırlık süresi ve hazırlanan tabak sayıları için tablo oluşturup sıralı ikilileri yazınız.**

b) **Aşçı B'nin 100 dakikada, Aşçı A'nın 150 dakikada kaç tabak hazırlayacağını ve hangi aşçının daha hızlı olduğunu belirtiniz.**

c) **Aşçı A ve Aşçı B için yemeği hazırlama süresi (t) ile hazırlanan tabak (p) arasında oluşan durumun genellemesinin sözel ifadesini yazıp doğrusal denklemlerini kurunuz.**

d) **İşveren deneme süreci sonunda hangi aşçıyla çalışmaya devam etmelidir? Neden?**



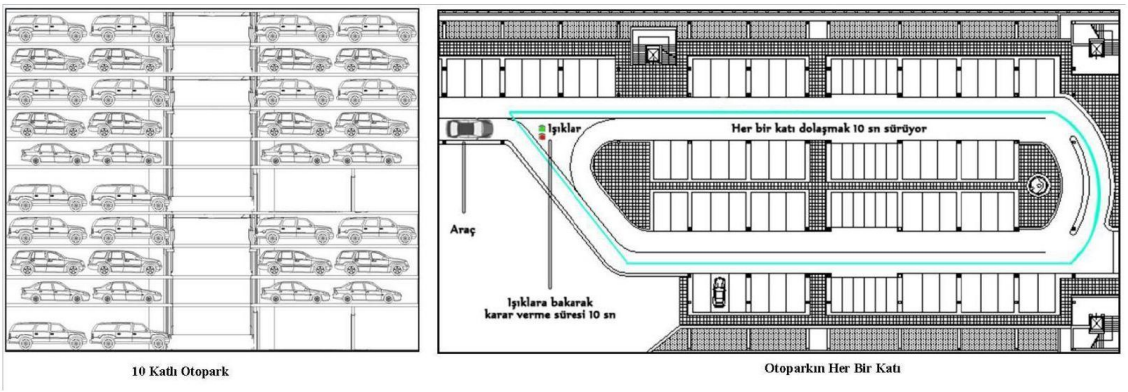
Topla yapılan bir sporda topun maç sürecinde izlediği yolun zamana bağlı grafiği verilmiştir.

a) Bu spor ne olabilir ?

b) 10 saniyelik süreçte grafiğin hangi saniyeler arasında doğrusal olduğunu hangi saniyeler arasında doğrusal olmadığını yorumlayınız.

c) İlginizi çeken bir sporu belirtip topun yerden yüksekliği ve süre grafiğini çiziniz.

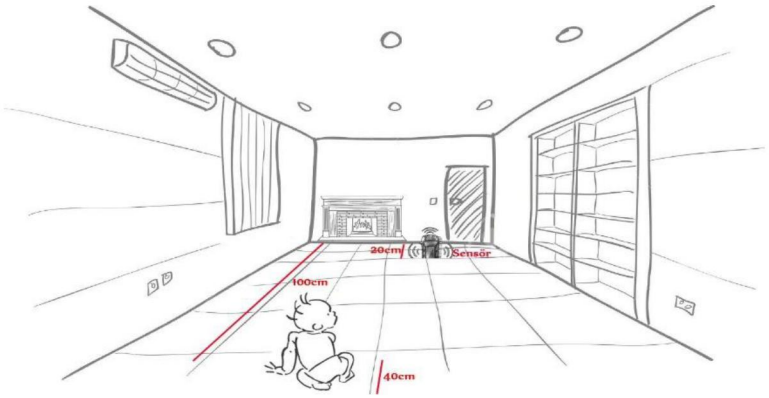
Ek 5: Öğretim Deneyi I. Oturum



Bir araç yukarıdaki otoparkta yeşille gösterilmiş kısımları 10 sn de dolaşıyor, ilgili kata geldiğinde de ışıklar yardımıyla boş yer yoksa diğer kata çıkıp yer aramaya devam ediyor. Boş yerin olup olmadığını anlaması da ortalama 10 sn sürdüğüne göre;

a) Robota gerekli algoritmayı yazdırıp robotun hareketini gözlemleyiniz.
b) İlk 5 katı çıkması sürecini sayı örüntüleri ve tablo yardımıyla ifade ediniz.
c) Yolda kaybedilen süreyle ilgili genellemeye varıp sözel ifadesini ve denklemini yazınız.
d) 71. Sn'de hangi katta olur ifade ediniz.
e) Alınan yolun süreye bağlı grafiğini çiziniz.
f) Bu otoparkta ışık sistemi kurulmasa 10 sn den fazla mı, az mı sürede o katta zaman kaybederdi tartışınız, oluşan fikre göre yeniden varsayımda bulunup denklem kurunuz.

Ek 6: Öğretim Deneyi II. Oturum



Yukarıdaki Erdem bebeğin duvara olan uzaklığı 40 cm, şömineye olan uzaklığı 100 cm dir. Emeklemeye yeni başlamış olan Erdem dakikada 10 cm yol alabiliyor ve şömine yanıkken sensör devreye girip Erdem bebeğin şömineye ulaşmasına 20 cm kala ötmekte ve ebeveynlerin duruma müdahale etme şansı olmaktadır

.

a) Erdem'in şömine yanarken şömineye 20 cm kala alarm ötebilecek şekilde bir algoritma yazınız.
b) Erdem'in şömineye yaklaşmasıyla aldığı doğrusal yolun ilk 5 dakika için tablosunu ve denklemini kurunuz.
c) Erdem 'in şömineye yaklaşırken duvardan uzaklaşma denklemini yazınız.
d) Erdem bebek dakikada 15 cm yol almaya başladığında sensör nereye konmalı ve nasıl bir algoritma ve doğrusal denklem yazılmalıdır?

Ek 7: Öğretim Deneyi III. Oturum

Şu ana kadar öğrenilen kodları kullanarak 2 robotluk,10 saniyelik bir koreografi hazırlayınız. Hazırlanan koreografinin;

a) On saniye boyunca robotun aldığı yolun cm cinsinden değerini tabloya döküp sıralı ikililer yardımıyla grafiğini çiziniz. Çizilen grafiğin hangi saniyeler arasında doğrusal, hangi saniyeler arasında doğrusal olmadığını tartışınız.
b) Tercih edeceğiniz saniye aralıklarını ele alıp tüm yolu bu biçimde alan bir robotunuz olsaydı oluşan durumun doğrusal denklemini nasıl kurardınız,(tablo ve sayı örüntülerinden faydalanabilirsiniz)?

