T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SERBEST CİSİM DİYAGRAMI ÇİZEBİLME DÜZEYLERİNİN MEKANİK KONULARI KAPSAMINDA İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİLİZ ERDOĞAN

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ ESİN ŞAHİN

ÇANAKKALE – 2024

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SERBEST CİSİM DİYAGRAMI ÇİZEBİLME DÜZEYLERİNİN MEKANİK KONULARI KAPSAMINDA İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİLİZ ERDOĞAN

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ ESİN ŞAHİN

ÇANAKKALE – 2024

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Filiz ERDOĞAN tarafından Dr. Öğr. Üyesi Esin ŞAHİN yönetiminde hazırlanan ve **30/01/2024** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Serbest Cisim Diyagramı Çizebilme Düzeylerinin Mekanik Konuları Kapsamında İncelenmesi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Dr. Öğr. Üyesi Esin ŞAHİN (Danışman)	……
Prof. Dr. Pervin ÜNLÜ YAVAŞ	……
Prof. Dr. Betül TİMUR	…….

Tez No : 10416327

Tez Savunma Tarihi : 30/01/2024

……..

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

Enstitü Müdürü

../../20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Filiz ERDOĞAN
30/01/2024

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve bu araştırmanın yapılmasında yardımını ve anlayışını eksik etmeyen bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren çok değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esin ŞAHİN' e teşekkürü bir borç bilir ve saygılarımı sunarım. Lisans öğrenimim ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bana vermiş olduğunuz emek ve katkılarınız için size en içten duygularımla sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Yüksek lisans savunma sınavı jüri üyelerime akademik destekleri ve bana olan katkıları için teşekkür ederim. Hayatta yeri asla doldurulamaz olan, yaptığım her işte bana güvenen yaşam boyu desteğini her daim hissettiğim, emeklerini asla ödeyemeyeceğim çok kıymetli babam Ayhan ERDOĞAN, annem Ümmühan ERDOĞAN ve ablam Fatma ERDOĞAN'a, her zaman yanımda oldukları ve beni her zaman destekledikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Filiz ERDOĞAN

Çanakkale, Ocak 2024

ÖZET

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SERBEST CİSİM DİYAGRAMI ÇİZEBİLME DÜZEYLERİNİN MEKANİK KONULARI KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Filiz ERDOĞAN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esin ŞAHİN
30/01/2024, 98

Araştırmalarda öğrencilerin özellikle fizik konularını anlamakta zorlandıkları vurgulanmakta ve zorlanma nedenleri arasında fizik kavramlarının soyut olmasının yer aldığı belirtilmektedir. Ortaokul fen bilimleri dersinin içeriğinde de fizik konuları ve soyut fizik kavramları yer almaktadır. Bu nedenle geleceğin öğreticileri konumundaki fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik kavramlarını/konularını üniversite eğitim süreçlerinde doğru olarak yapılandırmaları önemlidir. Bu araştırmada, merkezinde soyut bir fizik kavramı olan kuvvet kavramının yer aldığı "serbest cisim diyagramı (SCD)"'na odaklanılmıştır. Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD çizebilme düzeylerinin mekanik konuları kapsamında incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın deseni nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasıdır. Çalışmanın katılımcıları bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği Programına kayıtlı 38 öğretmen adayıdır. Veri toplama sürecinde "Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği (SCDÇÖ)" kullanılmış ve "Görüşme" tekniğinden yararlanılmıştır. Ölçek çalışmanın katılımcılarına uygulandıktan sonra, çizimlerde anlaşılmayan kısımların netleştirilmesi için katılımcılarla görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler cisimlere etki eden kuvvetlerin belirlenmesi, yönlerinin ve büyüklüklerinin çizimlere yansıtılması açılarından analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda çoğu öğretmen adayının SCD çizme konusunda, eğimli zemin sorularında daha fazla olmak üzere çeşitli açılardan sorunlar yaşadığı görülmüştür. SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleyerek, bu kuvvetlerin yönlerini ve büyüklük kıyaslamalarını doğru yapan öğretmen adayları olmasına rağmen diyagramda olmaması gereken kuvvetleri çizimlerine ekleyen çok sayıda katılımcı

olduğu da görülmüştür. Bu nedenle öğretmen adaylarının problem çözümlerinde sorun yaşama olasılıklarının düşürülebilmesi için, eğitimcilerin SCD'ye eğitim süreçlerinde daha fazla ağırlık vererek hataların sebeplerini belirlemeleri ve eğitim süreçlerini bu doğrultuda yapılandırmalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Serbest Cisim Diyagramı, Fizik, Fen Bilgisi Öğretmen Adayları

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE FREE BODY DIAGRAM DRAWING LEVELS OF SCIENCE TEACHER CANDIDATES WITHIN THE SCOPE OF MECHANICS TOPICS

Filiz ERDOĞAN
Çanakkale Onsekiz Mart University
School of Graduate Studies
Department of Science and Mathematics Education
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Esin ŞAHİN
01/30/2024, 98

Research emphasizes that students have difficulty understanding physics subjects, and it is stated that the abstract nature of physics concepts is among the reasons for the difficulty. The content of the secondary school science course includes physics subjects and abstract physics concepts. For this reason, it is important for prospective science teachers, who are the teachers of the future, to structure physics concepts/topics correctly during their university education processes. In this research, we focused on the subject of the "free body diagram", which has the abstract concept of "force" at its center. This research aims to examine the ability of science teacher candidates to draw free body diagrams within the scope of mechanics subjects. The design of the research is a case study, one of the qualitative research designs. The participants of the study were 38 teacher candidates enrolled in the Science Teaching Program of a state university. The “Free Body Diagram Drawing Scale” and “Interview” techniques were used during the data collection process. After the scale was applied to the participants of the study, interviews were held with the participants to clarify the parts that were not understood in the drawings. As a result of the research, it was seen that most teacher candidates had problems in various aspects regarding drawing SCD, especially in the inclined surface questions. Although there were pre-service teachers who determined the forces that should be in the SCD and made correct directions and magnitude comparisons of these forces, it was also observed that there were many participants who added forces that should not be in the diagram to their drawings. For this reason, it is thought that it is important for educators to determine the causes of errors and structure their

educational processes accordingly, by giving more emphasis to SCD in the educational processes, to reduce the possibility of pre-service teachers experiencing problems in problem solving.

Keywords: Free Body Diagram, Physics, Science Teacher Candidates

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI……... i
ETİK BEYAN…… ii
TEŞEKKÜR…….. iii
ÖZET ……..…….. iv
ABSTRACT …….. vi
İÇİNDEKİLER ……..…… viii
SİMGELER ve KISALTMALAR……..……. xi
TABLOLAR DİZİNİ…….…. xii
ŞEKİLLER DİZİNİ……..……...…….….. xii

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu..... 1
1.1.1. Problem Cümlesi ve Alt Problemler…..... 3
1.2. Araştırmanın Amacı..... 3
1.3. Araştırmanın Önemi..... 3
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları..... 5
1.5. Araştırmanın Varsayımları..... 5
1.6. Tanımlar..... 6

İKİNCİ BÖLÜM
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 8

2.1. Fen Eğitimi ve Fen Okuryazarlığı..... 8
2.2. Kuvvet..... 9
2.3. Kuvvet ile ilgili Çalışmalar..... 9
2.4. Çizim Yöntemi..... 12
2.5. Çizim Yöntemi ile ilgili Çalışmalar..... 13
2.6. Serbest Cisim Diyagramı..... 17
2.7. Serbest Cisim Diyagramı ile ilgili Çalışmalar 18

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM 21

3.1. Araştırmanın Modeli..... 21
3.2. Çalışma Grubu..... 22
3.3. Veri Toplama Araçları..... 23
3.2.1. Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği (SCDÇÖ)..... 23
3.2.2. Görüşme..... 24
3.4. Verilerin Toplanması..... 25
3.5. Verilerin Analizi..... 25

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI 28

4.1. SCDÇÖ'deki Soru Türleri Temelinde Elde Edilen Genel Bulgular…… 28
4.2. SCDÇÖ'deki Sorulara Göre Bulgular …..…..... 31
4.2.1. Birinci Sorudan Elde Edilen Bulgular …..... 31
4.2.2. İkinci Sorudan Elde Edilen Bulgular …..... 33
4.2.3. Üçüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular …..... 36
4.2.4. Dördüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular …..... 40
4.2.5. Beşinci Sorudan Elde Edilen Bulgular..... 47
4.2.6. Altıncı Sorudan Elde Edilen Bulgular..... 51
4.2.7. Yedinci Sorudan Elde Edilen Bulgular..... 57
4.2.8. Sekizinci Sorudan Elde Edilen Bulgular..... 63
4.2.9. Dokuzuncu Sorudan Elde Edilen Bulgular..... 65
4.3. Sorulardan Elde Edilen Bulguların Koordineli Analizi Sonucunda Elde Edilen Bulgular..... 69

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER 79

5.1. Tartışma ve Sonuç 79
5.2. Öneriler 84
KAYNAKÇA ..…… 86
EKLER ……..……. I

EK-1: Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği I
EK-2: Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği- Cevap Anahtarı V
EK-3: Kodlama Tablosu ve Kodlama Örnekleri IX
EK-4: Etik Kurul Raporu X

SİMGELER VE KISALTMALAR

SCD	Serbest Cisim Diyagramı
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
SCDÇÖ	Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Katılımcıların sınıf düzeylerine göre sayı ve yüzdelik dağılımları	22
Tablo 2	Soru Türü ve alt problemlere göre elde edilen bulgular	29
Tablo 3	SCD'de olması gereken ancak, çizilen SCD'de yer verilmeyen kuvvetlere dair ayrıntılar	69
Tablo 4	SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerinde yapılan hatalara dair ayrıntılar	72
Tablo 5	SCD'de olmaması gerektiği halde çizilen SCD'de yer alan kuvvetlere dair ayrıntılar	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Soru 1 için elde edilen bulgular	31
Şekil 2	Ö3, Ö27 ve Ö35'in birinci soruya ait çizimleri	32
Şekil 3	Ö2 ve Ö9'un birinci soruya ait çizimleri	32
Şekil 4	Ö20'nin birinci soruya ait çizimi	32
Şekil 5	Ö1, Ö15, Ö25'in birinci soruya ait çizimleri	33
Şekil 6	Soru 2 için elde edilen bulgular	34
Şekil 7	Ö7 ve Ö24'in ikinci soruya ait çizimleri	35
Şekil 8	Ö2 ve Ö9'un ikinci soruya ait çizimleri	35
Şekil 9	Ö2, Ö5, Ö6, Ö14'ün ikinci soruya ait çizimleri	35
Şekil 10	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö13'ün ikinci soruya ait çizimleri	36
Şekil 11	Ö20, Ö29, Ö30'un ikinci soruya ait çizimleri	36
Şekil 12	Soru 3 için elde edilen bulgular	37
Şekil 13	Ö12, Ö24, Ö28'in üçüncü soruya ait çizimleri	38
Şekil 14	Ö5, Ö10 ve Ö31'in üçüncü soruya ait çizimleri	38
Şekil 15	Ö20'un üçüncü soruya ait çizimi	38
Şekil 16	Ö7, Ö10, Ö15, Ö30'un üçüncü soruya ait çizimleri	39
Şekil 17	Ö1, Ö19 ve Ö37'nin üçüncü soruya ait çizimleri	39
Şekil 18	Ö2, Ö13 ve Ö14'ün üçüncü soruya ait çizimleri	39
Şekil 19	Soru 4a için elde edilen bulgular	40
Şekil 20	Ö4, Ö15 ve Ö38'in 4a. soruya ait çizimleri	41
Şekil 21	Ö9, Ö16, Ö5 ve Ö8'in 4a. soruya ait çizimleri	41
Şekil 22	Ö37 ve Ö28'in 4a. soruya ait çizimleri	42
Şekil 23	Ö4, Ö20, Ö27'nin 4a. soruya ait çizimleri	42

Şekil 24 Ö15, Ö24'ün 4a. soruya ait çizimleri 43

Şekil 25 Ö8, Ö13 ve Ö27'nin 4a. soruya ait çizimleri 43

Şekil 26 Soru 4b için elde edilen bulgular 44

Şekil 27 Ö4, Ö5, Ö7, Ö8'in 4b. soruya ait çizimleri 45

Şekil 28 Ö9, Ö29'un 4b. soruya ait çizimleri 45

Şekil 29 Ö17, Ö14, Ö25'in 4b. soruya ait çizimleri 46

Şekil 30 Ö3, Ö8, Ö21'in 4b. soruya ait çizimleri 46

Şekil 31 Soru 5 için elde edilen bulgular 48

Şekil 32 Ö13 ve Ö24'ün beşinci soruya ait çizimleri 49

Şekil 33 Ö9, Ö30'un beşinci soruya ait çizimleri 49

Şekil 34 Ö20, Ö22, Ö25, Ö31'in beşinci soruya ait çizimleri 49

Şekil 35 Ö26, Ö33, Ö36'nın beşinci soruya ait çizimleri 49

Şekil 36 Ö17, Ö7, Ö9'un beşinci soruya ait çizimleri 50

Şekil 37 Soru 6a için elde edilen bulgular 51

Şekil 38 Ö1, Ö12, Ö16''nın soru 6a'ya ait çizimleri 52

Şekil 39 Ö36, Ö24, Ö8, Ö13, Ö30un soru 6a'ya ait çizimleri 52

Şekil 40 Ö4 ve Ö27'nin soru 6a'a ait çizimleri 53

Şekil 41 Soru 6b için elde edilen bulgular 54

Şekil 42 Ö12, Ö33'ün soru 6b'ye ait çizimleri 55

Şekil 43 Ö3, Ö6, Ö9, Ö24'ün soru 6b'ye ait çizimleri 55

Şekil 44 Ö5 ve Ö26'nın soru 6b'ye ait çizimleri 56

Şekil 45 Ö9, Ö16, Ö19'un soru 6b'ye ait çizimleri 56

Şekil 46 Soru 7a için elde edilen bulgular 58

Şekil 47 Ö20, Ö24, Ö31 ve Ö37'nin soru 7a'ya ait çizimleri 58

Şekil 48 Ö8, Ö12, Ö19, Ö21'in soru 7a'ya ait çizimleri 59

Şekil 49 Soru 7b için elde edilen bulgular 60

Şekil 50 Ö4, Ö5, Ö10, Ö12'nin soru 7b'ye ait çizimleri 60

Şekil 51 Ö14, Ö17, Ö24, Ö31 'in soru 7b'ye ait çizimleri 61

Şekil 52 Soru 7c için elde edilen bulgular 61

Şekil 53 Ö8, Ö20, Ö24'ün soru 7c'ye ait çizimleri 62

Şekil 54 Ö21, Ö30, Ö33, Ö35'in soru 7c'ye ait çizimleri 62

Şekil 55 Soru 8 için elde edilen bulgular 63

Şekil 56 Ö14, Ö24, Ö26'nın soru sekize ait çizimleri 64

Şekil 57 Ö6, Ö21, Ö33, Ö36'nın soru sekize ait çizimleri 64

Şekil 58 Soru 9a için elde edilen bulgular 65

Şekil 59 Ö5, Ö14, Ö29, Ö37'nin soru 9a'ya ait çizimleri 66

Şekil 60 Ö10, Ö13, Ö31'in soru 9a'ya ait çizimleri 66

Şekil 61 Soru 9b için elde edilen bulgular 67

Şekil 62 Ö3, Ö7, Ö17, Ö16'nın soru 9b'ye ait çizimleri 68

Şekil 63 Ö4, Ö8, Ö24'ün soru 9b'ye ait çizimleri 68

Şekil 64 Ö13, Ö23, Ö28'in soru 9b'ye ait çizimleri 68

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, önemi, sınırlılıkları, varsayımları ve araştırma ile ilgili olan kavramların tanımlarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Ülkelerin kalkınmasında fen konularının önemi günümüzde tartışmasız olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple her öğretim kademesinde fen konularının öğretim süreçlerinin doğru yapılandırılması gerekmektedir. Fen konuları incelendiğinde ağırlıklı olarak soyut kavramlar içerdiği görülmektedir. Birçok araştırma sonucuna göre, fen konuları içerisinde öğrenciler en çok fizik konularını anlamakta zorlanmaktadır (Timur vd., 2016). Öğrencilerin fizik konularını anlamakta zorlanma sebepleri arasında ise, fizik kavramlarının soyut olması ilk sıralarda yer almaktadır (Şahin ve Yağbasan, 2012; Timur vd., 2016). Devamında ise öğrencilerin kavramları görselleştirmekte zorlanmaları, bilgilerini pratikte uygulayamamaları, konuları günlük hayatla ilişkilendirememeleri gibi nedenler yer almaktadır (Şahin ve Yağbasan, 2012). Fizik konularıyla ilgili olarak benzer tespitler farklı çalışmalarda da yer almaktadır (Aycan ve Yumuşak, 2003; Oon ve Subramaniam, 2011; Örnek vd., 2008). Bu durumda, soyut olan fen, özellikle de öğrencilerin anlamakta zorlandıkları fizik kavramlarının anlamlı ve kalıcı olarak öğrenilmesi hususunda günlük hayatla ilişkilendirmeler de yapılarak problem çözme becerilerinin kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Günlük hayatımızda hemen hemen her an iç içe olduğumuz soyut fizik kavramlarından biri kuvvettir. Bu nedenle kuvvet kavramının anlaşılması her sınıf düzeyindeki öğrenciler için önemli olmakla birlikte, özellikle fizik konularının öğretiminden sorumlu öğretmenler için daha da önemlidir. Ortaokul öğrencileri ve öğretmenlerinin dahil olduğu bir araştırmaya göre hem öğrencilere hem de fen bilgisi öğretmenlerine göre en fazla "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde zorlanılmaktadır (Timur vd., 2016). Bu nedenle geleceğin fen bilgisi öğretmenlerinin üniversite eğitim süreçlerinde hareket konusunun temelinde yer alan kuvvet kavramını zihinlerinde doğru olarak yapılandırmaları gerekmektedir. Bu amaca hizmet etmek üzere kuvvet ve hareket konularının öğretim süreçlerinde serbest cisim

diyagramından yararlanılmaktadır. Serbest cisim diyagramı (SCD), soru çözümlerinde kilit role sahip olup cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin vektörel olarak gösterildiği diyagramdır (Serway ve Beichner, 2012, s.123-139). SCD sayesinde sistemin hareketi de analiz edilebilmektedir. Nitekim, özellikle hareket sorularının çözümünde birçok kitapta cisimler için SCD çizilmesi önerilmektedir (Bueche ve Jerde, 2003, s.73; Serway ve Beichner, 2012, s.123-139; Yavuz ve Özdemir, 2009). Ayrıca SCD çizimleri konunun öğretimi süreçlerinde kullanılabileceği gibi, öğrencilerin ön bilgilerini tespit etme ve ölçme-değerlendirme amaçlarıyla öğrencilerde bulunan hatalı bilgileri ya da kavram yanılgılarını tespit etmek için de kullanılabilmektedir. Fizik dersi, doğası gereği soyut olduğu için bu derste özellikle kavram yanılgıları sıklıkla karşılaşılan bir durumdur (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Belirtilen sebeplerle, özellikle geleceğin öğretmenleri konumunda olacak bugünün fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD çizebilme durumlarının tespit edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Alanyazında SCD ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, Türkiye'de sadece iki çalışmaya ulaşılabilmiştir. Bu çalışmalardan biri lise öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olup eğik düzlemdeki nesne için SCD çizimlerini kapsamaktadır (Temiz ve Kızılcık, 2016). Diğeri ise matematik öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen ve çeşitli düzlemlerdeki cisimler için SCD çizimlerini kapsayan bir araştırmadır (Durukaya, 2021). Uluslararası alanyazında ulaşılan, SCD'nin dahil edildiği çalışmalar incelendiğinde ise, yapılan çalışmaların SCD'nin problem çözmeye etkisi (Berge ve Weilenman, 2014; Rosengrant vd., 2009; Sirait vd., 2018; Pranata Ogi Danika vd., 2017), sonraki konulara katkısı (McCarthy ve Goldfinch, 2012) ve SCD çizme konusunda yaşadıkları sorunlar (Winarno vd., 2019) araştırılmıştır. Bunun dışında ulaşılan SCD çalışmaları incelendiğinde çalışmaların çoğunluğunun eğitim alanında değil mühendislik, ziraat ve tıp alanlarında gerçekleştirildiği görülmüştür (Yıldırım ve Esim, 2011; Atiş ve Kılınç , 2014; Sarı ve Akış, 2020; Demiralp ve Türkeş, 2011; Lekesiz, 2018; Güllü ve Kopmaz, 2003; Özkan ve Söğüt, 2018; Sivri ve Temel, 2022; Yavuz, 2021; Pekbey ve Özdamar, 2002; Balyacı vd., 2022; Yazıcı ve Keskin, 2019; Şan ve Demirsoy, 2021; Savukluk ve Ankaralı, 2021; Saçılık ve Çolak, 2002; Roselli vd., 2006; Madetti vd., 2015; Aviani vd., 2015). Yani hem ulusal hem de uluslararası alanyazın incelendiğinde eğitim alanında gerçekleşen SCD çalışmalarının sayısının oldukça sınırlı olduğu söylenebilir. Bu sınırlı sayıdaki çalışmaların çoğunun da sadece SCD'ye odaklanmak yerine SCD'yi de içine alan çeşitli amaçlarının olduğu görülmüştür. Bu araştırmanın merkezinde ise SCD çizimleri

yer almakta olup, araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD çizebilme düzeylerinin derinlemesine araştırılması planlanmıştır.

1.1.1. Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Araştırmanın problem cümlesi "Fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD çizebilme düzeyi nedir?" olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın alt problemleri;

1- Fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleme düzeyleri nasıldır?

2- Fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD'de vektörlerin yönlerini doğru olarak çizebilme düzeyleri nasıldır?

3- Fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD'de vektörlerin uzunluklarını kuvvetlerin büyüklükleri ile orantılı olarak çizebilme düzeyleri nasıldır?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının SCD çizebilme düzeylerinin mekanik konuları kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Fen bilgisi eğitimi ülkelerin gelişimi için önemlidir. Fakat Fen konuları soyut kavramlar içerdiği için ortaokul düzeyinde öğrenciler kavramları somutlaştırma konusunda sorun yaşamaktadır (Şahin ve Yağbasan, 2012; Timur vd., 2016; Aycan ve Yumuşak, 2003; Oon ve Subramaniam, 2011; Örnek vd., 2008). Her birey faklı düşünme şekillerine sahiptir dolayısıyla her birey konu ile ilgili farklı şemalar çizmektedirler. Şemaların belirlenmesi ve

somutlaştırılması konusunda kullanılan yöntemlerden biri çizim yöntemidir (Ayaş,2006, aktaran Yıldırım,2016; Atasoy, 2004, aktaran Uzunkavak, 2009; Anagün ve Duban, 2014; Köse, 2008). Çizim yönteminin kullanılmış olduğu Serbest Cisim Diyagramında kişilerin cisme etki eden kuvvetler konusundaki şemaları somutlaştırılmış olur. Bu sebeple bu çalışmada SCD yöntemi tercih edilmiştir.

Alanyazın incelendiğinde Türkiye merkezli olarak gerçekleştirilen iki adet makaleye ulaşılmış olup yüksek lisans ve doktora tezi düzeyinde serbest cisim diyagramı temelinde çalışılmadığı görülmektedir. Durkaya (2021), matematik öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmasında Newton hareket yasalarının uygulanması sırasında serbest cisim diyagramını çizme becerilerini test etmiştir. Temiz ve Kızılcık (2016) ise, lise ikinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarını öğrencilerin sürtünmeli eğik düzlemde hareketin dinamiğine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirmiş olup çalışma sürecinde öğrencilerin SCD çizimlerini incelemiştir. Uluslararası alan yazın incelendiğinde de SCD ile ilişkili eğitim alanında gerçekleştirilmiş sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Sirait vd. (2018) fizik öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmada problem çözmeye yönelik görüşleriyle kuvvet problemlerini çözmeleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Winarno vd. (2019) yaptıkları çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının Newton yasalarında özellikle SCD çizme konusunda yaşadıkları sorunları incelemişlerdir. Berge ve Weilenman (2014), mühendislik öğrencileri ile yaptıkları çalışmada problem çözmede SCD kullanılmasının rolünü araştırmışlardır. Rosengrant vd. (2009), fizik öğrenen öğrencilerin, problemleri çözmelerine yardımcı olmak için SCD'leri kullanıp kullanmadıklarını ve öğrencilerin çizdikleri diyagramların kalitesinin, problem çözme başarılarıyla ilişkili olup olmadığını araştırmışlardır.

İlgili çalışmalar incelendiğinde, eğitim çalışmaları kapsamında SCD ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmaların ulusal ve uluslararası alanyazında oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Özellikle Türkiye merkezli olarak üniversite düzeyinde fen bilimleri öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen SCD ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenlerle bu çalışmanın alan yazına hem fen eğitimcileri açısından hem de araştırmacılar açısından önemli katkılarının olabileceği düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın sınırlılıkları aşağıda belirtilmiştir;

- Öğrencilerin serbest cisim diyagramı çizimlerindeki bazı hatalar bu araştırmanın alt problemlerinin dışında kalması sebebiyle analiz süreçlerinde dikkate alınmamıştır. Bazı öğrencilerin vektörleri nesneye temas ettirmeden çizmeleri, bazı öğrencilerin vektörün başlangıç noktasını hatalı almaları (örneğin sürtünme kuvveti vektörünü çizerken nesnenin merkezinden başlatmaları) bu çizim hatalarına örnek olarak verilebilir.

- Araştırmanın üçüncü alt problemi "Fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD'de vektörlerin uzunluklarını kuvvetlerin büyüklükleri ile orantılı olarak çizebilme düzeyleri nasıldır?" şeklindedir. Öğrenciler çizimlerinde milimetrik kağıt kullanmadıkları için, bu alt probleme yönelik olarak analiz süreçlerinde orantı yerine büyüklük kıyaslamaları dikkate alınmıştır.

- Araştırma 2022-2023 eğitim öğretim yılında Türkiye'de bulunan bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 38 birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.

- Araştırma bulguları Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği ve yapılan görüşmelerden elde edilen cevaplar ile sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırma esnasında kabul edilmiş olan varsayımlar aşağıda belirtilmiştir;

- Çalışmaya katılan öğrencilerin Serbest Cisim Diyagramını yeterince anladığı varsayılmıştır.

- Bu çalışmada elde edilen çizimlerin katılımcıların herhangi bir kaynak veya kişiden yardım almadan sadece ön bilgilerini kullanarak çizdikleri varsayılmıştır.

- Çizimlerde vektörlerin yönleri analiz edilirken, milimetrik kağıt kullanılmadığı için, açılardaki milimetrik kaymalar dikkate alınmamıştır. Örneğin düz zemindeki bir cismin ağırlığını aşağı doğru çizerken zemine tam olarak dik çizememiş olsalar da tam olarak zemine dik çizdikleri varsayılmıştır.

- Veri toplama aracının araştırmanın amacına ulaşılmasını sağlayacak yeterlilikte ve geçerli bilgileri ortaya çıkaracak nitelikte olduğu varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Fen eğitimi: Fen eğitimi, yaşanılan çevrenin anlaşılıp yorumlanarak karmaşıklığa bir anlam getirilme fikrini tetikleyen beceri ve bilgiler bütünüdür. Yaşadığı çevrede bulunan ilgi çekici zenginliğin eğitimidir. Fen eğitimi çocuklarda problem çözme becerisini geliştirerek günlük hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretebilmelerini desteklemektedir (Hançer, Şensoy ve Yıldırım, 2003).

Kuvvet: Hareket eden cisimleri durdurabilen, duran cisimleri hareket ettirebilen, cisimlerin şeklini değiştirebilen, cisimleri hızlandırabilen veya yavaşlatabilen yani cisimleri ivmelenmeye zorlayan eyleme kuvvet denir (Önengüt,2009; Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2010; Güner, 1986; Bayvas, 2003; Muratlı, 2007).

Serbest Cisim Diyagramı: Bir cisme etki eden bütün kuvvetlerin yön, doğrultu ve büyüklükleriyle birlikte gösterilmesine Serbest Cisim Diyagramı denir. Diyagram çizilirken sadece ilgili cismi etkileyen kuvvetler çizilir (Serway, Beichner, 2012 s.123 ve s.139).

Çizim Yöntemi: Çizim; bireylerin herhangi bir sınırlama olmadan, kendilerini özgürce ifade edebilmelerini sağlayan ve birinci elden veri elde etmeyi sağlayan araçtır (Anagün ve Duban, 2016, s.317). Öğrencilerin ilgili konuyla ilgili kavramı, öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları şekilde kâğıda çizmeleriyle ortaya çıkan diğer yöntemlere kıyasla daha kısa sürdüğü ve detaylı bilgi içerdiğinden dolayı daha etkili bir yöntemdir. (Ayaş,2006, aktaran Yıldırım, 2016; Atasoy, 2004, aktaran Uzunkavak, 2009).

İKİNCİ BÖLÜM
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde Fen Eğitimi ve Fen okuryazarlığı, Kuvvet, Çizim Yöntemi, Serbest Cisim Diyagramı ve ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Fen Eğitimi ve Fen Okuryazarlığı

Fen eğitiminin amacı, bilgileri geçici olarak öğrenen, ezberleyen bireyler yetiştirmekten ziyade temel fen konularını anlamlandıran, kavramlar arasındaki bağlantıyı kurabilen, bilgiye nasıl ulaşacağını bilen, içinde yaşadığı toplumun sorunlarına çözümler üretebilen, toplumu ileriye götürebilecek buluşlar yapabilen bireyler yetiştirmektir (Atasoy vd., 2007). Nitelikli birey yetiştirme, bireylerde var olan bilgiler ile yeni şeyler üretebilmesini sağlama, bilgiye nasıl ulaşabileceğinin yollarını gösterme fen eğitiminin amaçları arasındadır (Ayvacı ve Çoruhlu, 2012). Fen eğitimi araştıran sorgulayan bireyler yetiştirmenin yanı sıra, karşılaşılan problemlere çözüm üretebilen, doğa olayları ile ilgili kavram ve olguların anlaşılması ve arasında bağ kurulmasını sağlayan süreçtir. Fen okuryazarlığının sağlanması için eğitim öğretim ortamında öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıracak şekilde farklı öğretme ve öğrenme metotları kullanılmalıdır (Günel vd., 2009).

Fen eğitim ve öğretimi karmaşık bir süreçtir. Yanlış kavramlar ve kavram yanılgıları fen öğretiminde hem öğrenci hem öğretmen için öğrenmeyi zorlaştıran etmenlerdir. Bu, özellikle soyut olduğu için fizik dersi ve fizik konularında sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Öğrenciler okula gelmeden önce öğrenilecek olan konu hakkında doğru veya yanlış bilgiye sahip olabilirler ve bu bilgiyi zihinlerinde yaşantıları ile ilgili şema oluştururlar (Yalçın, 2011). Öğrenciler fen dersi öğrenmeye başlamadan önce var olan ön öğrenmeleri ve önyargıları fen konularının öğrenilmesinin önünde bir engel oluşturmaktadır. Günlük yaşamda fen konuları hayatın her yerinde karşımıza çıkmaktadır. Günlük hayatta yapılan yanlış veya bilimsel olmayan açıklama ve kullanımlar öğrencilerin fen dersini öğrenme aşamasında öğrenmeyi zorlaştırmaktadır. Öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenme

sağlayabilmesi için ön öğrenmeler ve okulda öğrendikleri bilgi arasında tutarsızlık olmaması gerekmektedir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Fen dersinde öğrencilerin ön bilgileri bilinmeli ve sonrasında kavramsal değişimlerin takibinin yapılması önemlidir. Eğer tutarsızlık mevcut ise bunların açığa çıkarılarak giderilmesi gerekmektedir. Burada öğretmenlere büyük görev düşmektedir (Akgün vd., 2005).

2.2. Kuvvet

Hareket eden cisimleri durdurabilen, duran cisimleri hareket ettirebilen, cisimlerin şeklini değiştirebilen, cisimleri hızlandırabilen veya yavaşlatabilen yani cisimleri ivmelenmeye zorlayan eyleme kuvvet denir (Önengüt,2009; Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2010; Güner, 1986; Bayvas, 2003; Muratlı, 2007). Mekanik konularının temelini kuvvet ve hareket oluşturmakla birlikte mekanik konularıyla ilgili ileri seviye kavramların öğrenilmesi için kuvvet ve hareketin temel yapı taşı olduğu söylenebilir (Şimşek vd., 2019).

2.3. Kuvvet ile İlgili Çalışmalar

Alanyazında kuvvet kavramı ile ilişkili olmak üzere öğrencilerin bilgi düzeyi ve kavram yanılgıları gibi durum tespitine yönelik çalışmalar yer almaktadır. Durum tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Demirci (2007) 33 Fizik öğretmen adayı, Anadolu liselerinde görev yapan 25 Fizik öğretmeni ve 33 lise ikinci sınıf öğrencisi ile yaptığı çalışmada Kuvvet ve Hareket konularında olan kavramsal düzeylerini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında Kuvvet ve Hareket Kavram Testi kullanılmıştır. Bu test 29 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Araştırma sonucunda fizik öğretmen adaylarının başarı ortalaması %55,74, Fizik öğretmenlerinin ortalaması %67,43, ve lise ikinci sınıf öğrencilerinin başarı düzeyi %24,57 olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre katılımcıların kuvvet ve hareket konusunda zorlandıkları konuların: “impetus görüşü”, “merkezkaç kuvvetinin varlığı”,

“aktif kuvvet veya büyük kuvvet hareketi belirler” ve “sürtünme ve yer çekim kuvvetinin yanlış yorumlanması” olduğu tespit edilmiştir.

Genç (2008), altıncı sınıf öğrencileri ile yürüttüğü yüksek lisans tezinde kuvvet ve hareket konusunu anlamlandırma seviyelerini ve var olan kavram yanılgılarını araştırmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin direkt bilgi ile ilgili sorulan soruları cevaplayabildikleri fakat yorumlama ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi gereken sorularda başarı gösteremedikleri tespit edilmiştir.

Şimşek vd. (2018), 92 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile yürüttükleri çalışma kapsamında kuvvet ve hareket ile ilgili kavramsal anlayışları ve kavram yanılgılarının tespit edilmesi amaçlamıştır. Araştırmada 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan KHBT uygulanmıştır. 7 öğrenci ile de yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Araştırma sonucunda katılımcıların farklı yaygınlık seviyelerinde kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Kuru ve Güneş (2005), 456 lise ikinci sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmanın amacı mekanik konularının özünü oluşturan kuvvet konusunda var olan kavram yanılgılarını belirlemektir. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından “Kavram Yanılgısı Testi” geliştirilmiştir. Hazırlanmış olan bu test 20 sorudan oluşmaktadır. Analiz sonucuna bakıldığında öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun (%71) özellikle “Newton’un Hareket Kanunları” ile ilgili olan sorularda kavram yanılgısına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Yıldız ve Büyükkasap (2006) Fizik alanında öğrenim görmekte olan 149 öğrencinin katılım sağladığı çalışmanın amacı kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanılgıları ve dersi veren öğretim elemanlarının öğrencilerin alternatif düşüncelerinin ne düzeyde farkında oldukları araştırılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak üç aşamalı açık uçlu sorular kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde 20 öğretim elemanı ile görüşmeler yapılarak öğrencilerin verebileceği cevapları tahmin etmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çok sayıda kavram yanılgısına sahip olduğu ve öğretim elemanlarının düşünceleri arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda açıklandığı üzere alanyazında durum tespitine yönelik gerçekleştirilen çalışmalar olduğu gibi, bu durum tespiti çalışma sonuçlarında da görülen olumsuz tabloyu iyileştirmek için gerçekleştirilen deneysel çalışmalar da yer almaktadır. Aşağıda bu deneysel çalışmalardan bazıları özetlenmiştir:

Aksoy ve Gürbüz (2013), 57 yedinci sınıf öğrencisi ile yaptıkları çalışmada "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde yapılan 5E modeli ile MEB ders kitaplarının önermiş olduğu öğretim yöntem ve tekniklerinin kıyaslanarak öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada iki farklı yöntemin akademik başarıya etkisini karşılaştırabilmek için ön-test son-test yöntemi kullanılmıştır. Araştırma kapsamında bir sınıfa (27 öğrenci) normal öğretim yapılırken diğer sınıfa (30 öğrenci) 5E modeliyle hazırlanmış olan etkinlikler uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak "Kuvvet ve Hareket Akademik Başarı Testi" kullanılmıştır. Bu test 20 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Veriler SPSS programından kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda 5E yönteminin uygulandığı sınıfın MEB'in onayladığı ders kitaplarındaki öğretim yöntem ve tekniklerin uygulandığı sınıftan daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Candan vd. (2006) beşinci sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada kuvvet ve hareket ile ilgili kavramlarının anlama ve kavram yanılgılarına etkileri araştırılmıştır. 50 öğrencinin katılım sağladığı bu çalışmada deneysel araştırma yapılmıştır. Öğrenciler iki eşit gruba ayrıldığında deney grubunda yer alan öğrencilere kavram haritalarıyla konu öğretilirken kontrol grubuna geleneksel öğretim yapılmıştır. Bu uygulama altı hafta sürmüştür. Veri toplama aracı olarak 30 sorudan oluşan başarı testi ve sınıftan seçilen 10 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. t-testi ile elde edilen veriler incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Uluay ve Aydın (2018), 78 adet yedinci sınıf öğrencisiyle yürüttükleri çalışmada "Kuvvet ve Hareket" ünitesi öğretimi esnasında argümantasyon odaklı öğretim sürecinin yürütülmesinin akademik başarıya etkisi araştırılmıştır. Araştırmada deney kontrol grubu

oluşturularak bir gruba mevcut program öğretimi yapılırken bir gruba argümantasyon odaklı öğretim yapılmıştır. Ön-test son-test yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacıların geliştirmiş olduğu "Kuvvet ve Hareket Ünitesi Başarı Testi" kullanılmıştır. Bu test 24 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Verilerin analizi sürecinde ön-test sonuçları ve son-test sonuçları arasında anlamlı fark olup olmadığı SPSS programı aracılığıyla t-testi ile araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında argümantasyona dayalı eğitim yapılan grubun akademik başarısı mevcut öğretim programının uygulandığı grubun akademik başarısından yüksek çıkmıştır. Anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir.

2.4. Çizim Yöntemi

Fen öğretiminde anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlanabilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de çizim yöntemidir. Çizimler; insanların kendilerini sınırlandırma gereksinimi duymadan, özgür bir şekilde ifade edebilmelerine yardımcı olarak ilgili konu ile ilgili zihinlerinde var olan kavramsal şemaların detaylı şekilde açığa çıkarılmasını sağlayarak birinci elden veri toplamaya yardımcı olan araçtır (Anagün ve Duban, 2014). Çizim yöntemi, soyut olan fen derslerinde konuyu soyuttan somuta çevirebilmektedir. Özellikle kuvvet kavramı ile ilişkili olarak, kuvvetlerin yönlerinin ve büyüklüklerinin çizilmesi görme duyusunu da aktifleştirdiği için öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca öğrencilerde var olan kavram yanılgılarının giderilmesinde de kullanılmaktadır (Köse, 2008). Çizim yöntemi kavram ile ilgili var olan bilgi, düşünce, tutumlar ve anlama açısından yüksek nitelikli ve doğal veriler elde edilmesini desteklemesi açısından fayda sağlamaktadır (White ve Gunston, 1992; akt: Kurt ve Ekici, 2013). Çizim yönteminin Fen alanındaki birçok araştırmada yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Çeliker, Kara, 2012; Ayvacı vd., 2016; Eryılmaz Muştu ve Ucer, 2018; Atasoy vd., 2007; Devetak ve Glazar, 2010; Artun ve Özsevgeç, 2014; Durmuş, 2017; Kurt ve Ekici, 2013; Bahar vd., 2008; Kelleci, 2021; Nurbaety vd., 2016; Kunt, 2013; Oren ve Ormancı, 2014; Tarkın vd., 2019; Tatar vd., 2012).

2.5. Çizim Yöntemi ile ilgili Çalışmalar

Çizim yöntemi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde daha çok biyoloji ve kimya alanlarında oldukları görülmektedir. Aşağıda çizim yöntemi ile ilgili çalışma örnekleri sunulmuştur.

Ayvacı vd. (2016) altıncı sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada Hücre konusu ile ilgili zihinsel modellerini çizim yöntemiyle incelemişlerdir. Araştırma Trabzon'da yer alan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 18 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama tekniği olarak yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde öğrencilerin psikomotor becerilere bağlı olarak tanımlar yaptıkları, model konusunda kavram yanılgılarına sahip oldukları, iletişim ve bilgi teknolojilerini etkili kullandıkları ve bu kullanımın süreci etkilediği sonucuna varılmıştır.

Atasoy vd. (2007) iki aşamada gerçekleştirdikleri çalışmada öğrencilerin çizim ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. İki aşamada gerçekleşen çalışmanın ilk aşamasında onuncu sınıf öğrencileriyle analoji kullanarak kimyasal tepkimeler konusu işlendikten sonra çizim yapmaları istenirken, ikinci aşamasında onuncu sınıf öğrencileriyle gazlar konusu işlendikten sonra yaratıcı düşünmeye destek olacak teknikler kullanılarak ıraksak düşünme yetkinlikleri ortaya konulmuştur. İki farklı okuldan 46 öğrenciyle yürütülen çalışmada iki ölçek kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ise öğrencilerin hayal kurma yeteneklerini aktif şekilde kullanarak çizimler yaptıklarını ve ıraksak düşünme gerektiren açıklamalarda bulunabildikleri ortaya çıkarılmıştır.

Bahar vd. (2008) fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının kalbin iç yapısını anlama düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır. 120 üçüncü sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada veri toplama aracı olarak çizim yaptırılmıştır. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunda kalbin iç yapısıyla ilgili kavram yanılgıları ve bilgi eksiklerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Çelikler ve Kara (2012) 163 Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının periyodik tablo hakkındaki bilgilerini çizim yoluyla araştırmışlardır. Öğretmen adaylarından periyodik tabloyu çizmeleri ve periyot, grup boyunca değişiklik gösteren özellikleri yazarak açıklamaları istenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler gerekli ölçütlere göre incelendiğinde öğretmen adaylarının %45.40'ının kısmen doğru çizim yaptığı, % 39.26'sının ise eksik bilgiye sahip oldukları bulunmuştur. Sonuca bakıldığında ise periyodik tablo bilgilerinin yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Devetak ve Glazar (2010) 386 ortaokul öğrencisiyle yaptıkları çalışmada bağımsız değişkenlerden hangilerinin öğrencilerin Alt Mikro Temsilleri (SMR) çizme ve okuma üzerinde en iyi etkiye sahip olduğunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada farklı amaca hizmet eden dört farklı test ve bir adet anket kullanılmıştır. Araştırma sonucunda çizme ve okumaya dayalı öğrencilerin motivasyonları, mikroskobik düzeyde kimya bilgileri ve resmi muhakeme becerileri arasında orta düzeyde, fakat istatiksel olarak anlamlı ilişki olduğu bulunmuştur. Görselleştirme yetenekleri, SMR' leri çizme ve okumaları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Cinsiyet değişkenine bakıldığında anlamlı farklılık olduğu sonucuna varılmıştır.

Durmuş (2017) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında 3. ve 4. Sınıf öğrencilerinin, donma, erime, buharlaşma kavramlarını zihinlerinde nasıl tasarladıklarını belirlemeyi amaçlamıştır. 100 öğrenci ile gerçekleşen çalışmada veri toplama aracı olarak çizim kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler analiz edildiğinde erime kavramıyla ilgili kavram yanılgısına sahip oldukları, donma kavramını ise yaşadıkları çevreyle ilişkilendirerek zihinlerinde oluşturdukları belirlenmiştir. Buharlaşma kavramında ise sebep sonuç ilişkisi kurmada kötü oldukları belirlenmiştir.

Eryılmaz Muştu ve Ucer (2018) ortaokul öğrencilerinin "atom" kavramıyla ilgili var olan bilgilerinin hangi kaynaktan edindikleri ve bilgi düzeylerinin tespit edilmesi için yaptıkları çalışmaya 90 öğrenci katılım sağlamıştır. Veri toplama aracı olarak 6 tane açık uçlu soru kullanılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen veriler incelendiğinde beşinci ve altıncı sınıf düzeyinde öğrencilerin genellikle yanlış cevap verdiği, yedinci ve sekizinci sınıf

düzeyinde ise genellikle doğru cevaplar verdikleri ve atomu "maddenin en küçük yapı birimi" olarak ifade ettikleri saptanmıştır. Yanlış cevap veren 5,6 ve 7. Sınıf öğrencileri atomu patlayıcı madde olarak ifade ederken 8. Sınıf öğrencileri hücre kavramını baz alarak açıklama yapmışlardır. Buradan hareketle araştırmacılar 5,6 ve 7. Sınıf öğrencilerinin atom kavramını atom bombası ile, 8. Sınıf öğrencilerinin de hücre kavramı ile karıştırdıkları sonucuna varmışlardır.

Kelleci (2021) Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan çizgilerini ile ilgili bilgilerini çizim yöntemiyle araştırdığı çalışmasına 27 Fizik öğretmen adayı katılım sağlamıştır. Veri toplama aracı olarak Elektrik Alan Çizgileri Ölçeği geliştirerek çalışmada kullanmışlardır. Veri analizini betimsel olarak gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılar doğru çizim yaptıklarında 1 puan alırken yanlış yapılan çizimlerde 0 puan almışlardır. Katılımcıların aldıkları puanlar belirlenen kurallara göre farklılık gösterdiği görülmüştür.

Kunt (2013) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada insanların iç organlarının konumları ve şekilleri ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesini amaçlamıştır. 81 üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayının katılım sağladığı çalışmada veri toplama aracı olarak çizim yöntemi kullanılmıştır. Veriler analiz edildiğinde katılımcıların çoğunluğunun organların şeklini ve yerini yeterli düzeyde bildikleri tespit edilmiştir.

Kurt ve Ekici (2013) biyoloji öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdikleri çalışmada "osmoz" kavramı ile ilgili alternatif kavram ve bilişsel yapılarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak iki aşamadan oluşan bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniğini kullanmışlardır. Araştırma sonucu alınan veriler içerik analizi ile analiz edilmiş olup kodlayıcılar arasında güvenirlik bağlantısı kelime ilişkilendirme testi için %96, çizme-yazma tekniği için ise %93 olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda osmoz ile ilgili bilişsel yapılar için model oluşturulurken NVivo9.3 programından faydalanılmıştır. Bağımsız kelime ilişkilendirme testinde kullanılan kelimeler ve osmoz kavramı ile ilgili yapılan çizimlerde kullanılan kelimeler birbirini destekler niteliktedir. Beş ayrı kategoride toplanan kelimeler; "osmozu tanımlama", "osmozun gerçekleştiği yerler ve yapılar", "osmoz

ortamları", "bitkilerde osmozun önemi", "osmozda madde taşınma şekilleri ve maddelerin özellikleri" şeklindedir. Baskın olarak kullanılan "osmozun tanımı" olduğu için araştırmacılar bunun sebebinin ezberci eğitimden kaynaklanabileceğini öne sürerek osmozla ilgili yapılan diğer çalışmalarla desteklemişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen bir diğer sonuç ise biyoloji öğretmen adaylarının osmoz kavramı ile ilgili alternatif bazı kavramlara sahip oldukları şeklindedir.

Nurbaety vd. (2016) yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin fotosentez konusunda bitki yapısı ile ilgili kavram yanılgılarını çizim yöntemi ile tespit etmeyi amaçlamışlardır. 32 sekizinci sınıf öğrencisinin katılım sağladığı çalışmada veri toplama aracı olarak çizim, anket ve görüşme teknikleri kullanılmıştır. Çizimler beş seviye çizim kriterine göre sınıflandırılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin fotosentez ile ilgili fotosentezin nerede ne zaman gerçekleştiği, bitkinin yapı ve fonksiyonlarını belirleme noktasında çoğunlukla kavram yanılgısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin kök, sürgün ve fotosentezi de tam kavrayamadıkları belirlenmiştir.

Oren ve Ormancı (2014) yaptıkları çalışmada Fen bilgisi öğretmen adaylarının sindirim sistemiyle ilgili fikirlerinin çizim yöntemi ile tespit etmeyi amaçlamışlardır. Üçüncü ve dördüncü sınıfta eğitim görmekte olan 95 öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak çizim testi ve araştırmacıların çizimlerin analizi için geliştirmiş oldukları DADST-R kullanılmıştır. Araştırma sonuçları analiz edildiğinde en iyi çizdikleri kısmın sindirim sistemi organları olduğu, en zorlanılan kısmın ise organlar arası bağlantı kurmak olduğu tespit edilmiştir.

Tarkın vd. (2019) 36 Kimya öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının "çözünürlük" konusuyla ilgili submikroskopik olarak anlama seviyelerini tanecik boyutundaki çizimlerle belirlemektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması araştırmanın deseni olarak belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak "çözünürlük" ve "çözünürlüğü etkileyen faktörler" ile ilgili tanecik boyutunda çizim yaprak açıklama yapmaları beklenen boşluk doldurma, çizim ve açıklama yapmalarını gerektiren açık uçlu sorulardan oluşan bir test kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde

edilen verilerin analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda doğru/kısmen doğru/ yanlış cevap çizim olarak kategorilere ayrılmıştır. Elde edilen veriler kimya öğretmen adaylarının submikroskopik seviyede anlama düzeylerinin düşük olduğu tespit edilmiş olup molekül, tanecik veya iyonları göstermede zorlandıkları saptanmıştır.

Tatar vd. (2012) yaptıkları çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının fen eğitimi ile ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmaktır. Bunun yanı sıra sınıf düzeyleri ve cinsiyet arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığı da bu araştırma kapsamında incelenmiştir. Araştırmanın örneklemi 111 erkek, 189 kadından oluşan 300 kişilik fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır. "Fen Bilgisi Öğretmeni Test-Kontrol Listesi Çiz (DASTT-C)" adında iki bölümden oluşan veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. İlk bölümde "Fen bilgisi öğretmeni olarak kendilerinin bir resmini çizmeleri" istenmiş olup ikinci bölümde "Fen bilgisi öğretmeni ne yapıyor, öğrenciler ne yapıyor?" sorusunu yanıtlamaları beklenmiştir. Çizimler ile ilgili veriler derecelendirilerek SPSS aracılığıyla analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda fen öğretimine yönelik zihinsel modellerin kavramsal öğretim (%61), sorgulayıcı veya keşfedici öğretim (%22) ve doğrudan öğretim (%17) kategoriler oluşturulmuştur. Sınıf düzeyleri arasında son sınıfların lehine anlamlı fark bulunurken, erkek ve kız öğrenciler arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

2.6. Serbest Cisim Diyagramı (SCD)

Serbest cisim diyagramı (SCD), soru çözümlerinde kilit role sahip olup cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin vektörel olarak gösterildiği diyagramdır (Serway ve Beichner, 2012, s.123-139). Ayrıca SCD hareketli cisimleri analiz etme hususunda da önemlidir. SCD çizilirse, hem problem için uygulanacak temel bilgileri kolayca kullanır hem de problem daha kolay çözümlenir (Serway ve Beichner, 2012, s.123-139). Yani SCD problemi betimleme ve anlamlandırma sürecinde kullanılabilir. SCD sayesinde kuvvetlerin büyüklükleri, yönleri ve kuvvetlerin birbirlerine göre durumları bir bütün halde incelenebilir (Durkaya, 2021). Fizik konularında problemleri çözme aşamasında öncelikle kuvvetler ve bu kuvvetlerin birbirleriyle etkileşimi belirlenmelidir. Bunu yapmanın en önemli yolu SCD'nin çizilmesidir (Yavuz ve Özdemir, 2009). Tüm kuvvetler belirlendikten sonra eğer

bazı kuvvetler çözülmeye çalışılan problemin çözümünde etkisiz ise ihmal edilebilir, gösterilmesi zorunlu değildir (Temiz ve Kızılcık, 2016). Çizim esnasında yalınlaştırabilmek amacıyla basit şekiller kullanılabilir, önemli olan cisim değil cisme etki eden kuvvetlerin yön, büyüklük ve doğrultu olarak gösterilmiş olmasıdır (Temiz ve Kızılcık,2016).

2.7. SCD ile ilgili Çalışmalar

Berge ve Weilenman (2014) yaptıkları çalışma da mühendislik öğrencilerinin fizik temel kavramsal konulara çalışırken etkileşim kalıplarının neler olduğu ve SCD'nin bu etkileşimde oynadığı rolü araştırmışlardır. Mühendislik okuyan 3-4 öğrencinin oluşturduğu gruplarda iki problemin çözüldüğü bir projenin parçası olarak veriler toplanmıştır. Veri toplama aşamasında gruplar videoya alınıp sonrasında da röportaj yapılmıştır. Araştırma sonucunda mühendislik öğrencilerinin SCD çizme konusunda başarılı olduklarını gösterirken birlikte çözme konusunda karmaşa yaşadıkları tespit edilmiştir.

Durkaya (2021), 33 matematik öğretmen adayı ile yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarının Newton hareket yasalarının uygulanması sürecinde, SCD çizebilme düzeylerini belirlemek ve karşılaştıkları problemleri tespit etmeyi amaçlamıştır. Örneklemi belirlerken katılımcıların 'Fizik-2' dersini almış olmaları kriter olarak belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak açık uçlu sorulardan oluşan iki bölüme ayrılmış olan yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacı tarafından geliştirilerek kullanılmıştır. Görüşme formunda yer alan sorular Fizik-2 dersi kapsamında bulunan çeşitli konulardan oluşmaktadır. Verilerin analizi 19 kriterden oluşan kontrol listesi hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde öğretmen adaylarının sürtünmeli düzlemde bulunan hareketli cisimler ile ilgili yaptıkları SCD çizimlerinde büyük çoğunluğun daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra "Düzgün dairesel" ve "Basit harmonik hareket" yapan cisimler için yapılmış olan SCD çizimlerinde katılımcıların düşük başarı oranına sahip oldukları belirlenmiştir.

McCarthy ve Goldfinch (2012) mühendislik mekaniğinde öğrenim gören öğrencilerin anlaması gereken kritik kavramlardan birinin SCD olduğunu göstermişlerdir. Yaptıkları çalışmada öğrencilerin basit düzeydeki SCD'lerdeki bilgilerini kontrol etmek ve

sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesini amaçlamışlardır. Veri toplama aracı olarak çevrimiçi olarak düzenlenen SCD sınavı tasarlanarak uygulanmıştır. Öğrenciler SCD çizme konusunda uzmanlaşana kadar öğrencilere öğretim materyali takip desteği sağlanmıştır. SCD sınavının sonraki Mühendislik mekaniği konularındaki performansı olumlu anlamda etkilediği görülmüştür.

Pranata Ogi Danika vd. (2017) 35 lise öğrencisi ile gerçekleştirdikleri çalışmada SCD destekli interaktif gösterim yoluyla öğrencilerin dönme dinamiği ile ilgili kavram öğrenimlerini ölçmeyi amaçlamıştır. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada veri toplama aracı olarak 10 adet çoktan seçmeli soru kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde öğrencilerin kavramları öğrenme düzeylerinin orta düzeyde olduğu, çalışmanın öğrencilerin kavram öğrenmelerini büyük ölçüde etkilediği bulunmuştur. Katılımcılar SCD'ye çizdikleri kuvvetlerin yönlerini belirlemede sorun yaşamışlardır. Ayrıca kuvvet ve tork kavramlarını da birbiri ile karıştırdıkları tespit edilmiştir.

Rosengrant vd. (2009) fen bilimleri ana dalında öğrenim görmekte olan 500 katılımcı ile iki yıl süren çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacı katılımcılara SCD'nin nasıl çizilmesi gerektiği ile ilgili bilgiler vererek fiziksel süreçler hakkında akıl yürütme ve problem çözme için resimlerden nasıl faydalanacakları hakkında eğitim vermiştir. Araştırma sürecinde; etkileşimli dersler, problem çözme oturumları, ev ödevleri ve öğretim laboratuvarı etkinleri gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak iki yıl yapılmış olan sınavlardan SCD olmadan çözülmesi zor olan 12 soru seçilmiş olup dereceli puanlama anahtarı ile 0-3 arasında puanlanmıştır. Sınav esnasında SCD çizilmesi ile ilgili yönerge verilmemesine rağmen katılımcıların çoğunun problemi çözmek için SCD çizdiği tespit edilmiştir. Ayrıca SCD'yi doğru çizen katılımcıların problemi çözme konusunda daha başarılı oldukları bulunmuştur.

Sirait vd. (2018) yaptıkları çalışmada fizik öğretmen adaylarının problem çözmeye yönelik görüşleri ve kuvvet ile ilgili problemleri çözmeleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Veri toplama aracı olarak 30 maddeden oluşan Fizik problem çözme anketi ve iki açık uçlu soru kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin tutumları ile kuvvet konusu arasında pozitif bir korelasyon olduğu bulunurken anketteki temsillerle olumlu görüş

içinde olan katılımcıların bu temsillerden biri olan SCD çizme performansının da yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Temiz ve Kızılcık (2016), 108 lise ikinci sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada sürtünmeli eğik düzlemdeki cismin hareket şartları ile ilgili görüşleri, SCD çizebilme düzeyleri ve diyagramda olması gereken kuvvetleri belirleyebilme düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak iki bölümden oluşan "Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Testi (SEDHT)" kullanılmıştır. Verilerin analizi sürecinde istatistik yazılımlarından faydalanılarak betimsel analiz yapılmıştır. Açık uçlu sorularda ise güvenirliğin sağlanması amacıyla iki araştırmacı birbirlerinden bağımsız şekilde ayrı ayrı inceleme yapmış sonrasında ise karşılaştırma yaparak ortak karar vermişlerdir. Açık uçlu sorular için sınıflamadan yararlanılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen veriler incelendiğinde;

- Öğrencilerin büyük kısmının, sürtünmeli eğik düzlemde bulunan cisme etki etmeyen değişkenlerin (konumu, kütlesi) cisim hareket ederken etki ettiğini düşündükleri,
- Çizilen SCD'lerin çoğunun hareketin temelindeki kuvvetlerin gösterilmediği ya da yanlış gösterildiği,
- Diyagramda olmaması gereken kuvvetleri varmış gibi düşünüp çizip ekstra kuvvet çizimi yaptıkları,
- Çizilen kuvvetlerden hareketi sağlayan veya engelleyen kuvvetleri gerçek düşünceden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Winarno vd. (2019) yaptıkları çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının Newton yasalarında özellikle SCD çizme hususunda yaşadıkları sorunları incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın örneklemini 230 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak yazılı test ve mülakat yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının Newton yasaları konusunda SCD çizmede zorluk yaşadıkları, Normal kuvveti çizmedikleri ve eğimli düzlemde problem yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcılar fizik çok fazla formülden oluştuğu için zorlandıklarını, lisede okurken fizik kavramlarını anlama konusunda hala zorlandıklarını belirtmişlerdir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, araştırma için belirlenen çalışma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, araştırma süreci ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Fen bilgisi öğretmen adaylarının mekanik konularında SCD çizebilme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması modeli kullanılarak gerçekleştirilmiş bir araştırmadır. Nitel araştırma yöntemi, olay ve algıların doğal ortamda olduğu gibi gerçekçi ve bütün olarak açığa çıkarılmasına yönelik süreçtir (Guba ve Lincoln, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel araştırmalar, sosyal olaylar ve psikolojik araştırmalar ile ilgili nicel veriler ile karşılaştırıldığında daha derinlemesine bilgi edinmeyi sağlar, soruların geleneksel yöntemlerle değerlendirilmediği zor soruların cevaplanması için gereklidir (Büyüköztürk vd., 2018:252). Nitel araştırma yönteminde araştırmacının kendisi veri toplama aracıdır ve nitel araştırma araştırmacıya esneklik sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu araştırma nitel araştırma yöntemlerinden olan durum çalışması modelinin iç içe geçmiş tek durum deseni ile gerçekleştirilmiştir. “Durum çalışması, güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan, görgül bir araştırma yöntemidir” (Yin,1984: 23; akt. Yıldırım ve Şimşek, 2018: 289). İç içe geçmiş tek durum deseni, bir tek durum içinde çoğu kez birden fazla birim veya tabaka olduğu durumlarda birden fazla analiz birimi olduğunda kullanılır. Bir kurumu çalışmak isteyen araştırmacı, çoğu zaman kurumu bütün olarak veya tek analiz birimi olarak düşünmenin yerine, kurumu oluşturan alt birimleri analiz birimi olarak kullanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018:301).

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye'de bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf düzeylerindeki fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacının geliştirmiş olduğu 'Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği (SCDÇÖ)' ve görüşme tekniği kullanılmıştır. SCDÇÖ'ye 2022-2023 eğitim öğretim yılında Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim görmekte olan 39 öğretmen adayı gönüllü olarak katılım sağlamıştır. Ancak öğretmen adaylarının birinden elde edilen veriler, ölçeğe verdiği cevapların anlaşılamaması ve çizimlerinin SCD'ye uymaması sebepleriyle analizlerin dışında bırakılmıştır. Söz konusu öğretmen adayının yabancı uyruklu olmasından kaynaklı olarak soruları tam olarak anlamlandıramadığı için cevaplayamadığı düşünülmektedir. Bu nedenle araştırmanın katılımcıları Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim görmekte olan 38 öğretmen adayıdır. Katılımcıların sınıf düzeylerine göre sayısal ve yüzdesel dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo1

Katılımcıların sınıf düzeylerine göre sayı ve yüzdelik dağılımları

Katılımcılar	**N**	**%**
Birinci Sınıf	12	31,57
İkinci Sınıf	9	23,68
Üçüncü Sınıf	5	13, 15
Dördüncü Sınıf	12	31,57
Toplam	38	100

Tablo 1'de görüldüğü gibi birinci ve dördüncü sınıftan 12, ikinci sınıftan dokuz ve üçüncü sınıftan beş öğretmen adayı araştırmaya gönüllü olarak katılım sağlamıştır. Sınıf düzeyi dağılım oranları ise %13,15 ile %31,57 aralığında değişmiştir. Bu araştırmada çeşitlilik sağlamak amacıyla tüm sınıf düzeylerinden öğretmen adayı dahil edilmesi kararlaştırıldığından, veriler üzerinde sınıf düzeyine göre bir karşılaştırma yapılması amaçlanmadığından dolayı, oran ve sayıların bu haliyle yeterli olduğuna karar verilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği (SCDÇÖ) kullanılmış ve görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. Çalışma grubundaki tüm öğretmen adayları SCDÇÖ'yü cevaplamıştır. Ölçekten elde edilen veriler incelendiğinde anlaşılmayan bazı çizimler, isimlendirilmeyen kuvvetler, büyüklük kıyaslaması yapılmamış ve okların uzunluğundan büyüklük kıyaslaması anlaşılamayan durumlar göz önüne alınarak bir öğrenci hariç diğer tüm katılımcılar ile görüşme yapılmıştır.

3.3.1. Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği (SCDÇÖ)

Serbest Cisim Diyagramı Çizim Ölçeği (SCDÇÖ) araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin geliştirilme süreçlerinde öncelikle mekanik konuları kapsamında dokuz soru (alt sorularla birlikte toplamda 14 soru) oluşturulmuştur. Ölçek, ikisi fizik eğitimi, biri fen bilgisi eğitimi alanında uzman akademisyen, biri yüksek lisansını tamamlamış olan MEB'e bağlı bir ortaokulda görev yapmakta olan fen bilgisi öğretmeni, biri fizik eğitimi alanında uzman MEB'e bağlı bir lisede görev yapmakta olan fizik öğretmeni olmak üzere toplam beş uzmana gönderilmiştir. Uzman görüş ve önerileri doğrultusunda bazı düzenlemeler yapılarak ölçek son haline getirilmiştir. Dokuz ana soru olmak üzere alt sorular ile birlikte toplamda 14 sorudan oluşan ölçeğin son hali Ek-1'de sunulmaktadır. Ölçekte yer alan sorular çeşitlilik göstermekte olup düz zemin, eğimli zemin ve zemin harici ortamları kapsamaktadır. Ölçekte bu üç ortam için hareketli ve hareketsiz durumları yansıtan sorular yer almaktadır. Sorular son haline getirildikten sonra cevap anahtarı oluşturulmuştur. Oluşturulan cevap anahtarı için, ölçeğin geliştirilme sürecinde görüş alınan uzmanlardan uzman görüşü alınarak öneriler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmış ve cevap anahtarı son halini almıştır. Cevap anahtarının son hali Ek-2'de sunulmaktadır.

Ölçeğin pilot uygulaması 10 fen bilgisi öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamaya gönüllü olarak katılım sağlayan öğretmen adaylarının sınıflara göre dağılımı; beşi birinci sınıf, üçü ikinci sınıf ve ikisi üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayı şeklindedir. Pilot uygulama süreci başlangıçta yüz yüze sınıf ortamında gerçekleştirilecek şekilde planlanmıştır. Ancak, ülkemizde yaşanan deprem nedeniyle üniversitelerin çevirim içi eğitime geçmesinden dolayı uygulama süreci çevirim içi ortamda gerçekleştirilmiştir. Üniversitemizin çevirim içi eğitim süreçlerinde kullandığı Microsoft Teams programı aracılığıyla eş zamanlı olarak tüm katılımcılar aynı toplantıda yer almıştır. Toplantı öncesinde katılımcılardan toplantıya boş kâğıt ve kalem ile katılmaları istenmiştir. Toplantının başında, ölçeğin başında yer alan "Hatırlatma" başlığının altındaki tüm bilgi ve maddeler hem ekrana yansıtılmış hem de yüksek sesle okunmuştur. Böylece tüm katılımcıların SCD'yi hatırlamaları sağlanmış ve önemli noktaları dikkate almaları gerektiği vurgulanmıştır. Ardından, sorular sırasıyla ekrandan gösterilmiş, katılımcıların her bir soru için SCD'yi önlerindeki kâğıda soru numarasını belirterek çizmeleri istenmiştir. Tüm sorular için çizimler tamamlandığında katılımcılar önlerindeki kağıtların fotoğrafını çekerek araştırmacıya iletmişlerdir. Pilot çalışma sonrasında sorularda herhangi bir değişiklik yapılma gereği duyulmamıştır. Bu nedenle pilot uygulamada elde edilen veriler çalışmaya asıl veri olarak dahil edilmiştir. Bir başka deyişle araştırmanın çalışma grubunu oluşturan 38 katılımcının 10'u pilot uygulamaya katılan öğretmen adaylarıdır.

3.3.2. Görüşme

Görüşmelere 2022-2023 eğitim öğretim yılında Fen bilgisi Öğretmenliği birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf düzeylerinde öğrenim görmekte olan 37 öğretmen adayı katılmıştır. Görüşmelerin gerçekleştirildiği katılımcılar 12'si birinci sınıf, dokuzu ikinci sınıf, beşi üçüncü sınıf ve 11'i dördüncü sınıfta öğrenim gören 37 öğretmen adayından oluşmaktadır. Görüşme kapsamında, katılımcıların SCDÇÖ'ye verdiği cevaplarda anlaşılmayan çizimler, isimlendirilmeyen kuvvetler ve büyüklüğü anlaşılmayan kuvvetlerin arasındaki büyüklük ilişkisi sorulmuştur. Bu nedenle her bir katılımcı ile gerçekleştirilen görüşmeler her bir katılımcıya özel olarak yapılandırılmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

SCDÇÖ'nün uygulanması süreçleri Microsoft Teams programında çevirim içi ortamında birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının katılım sağladığı bir toplantı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Toplantı öncesinde katılımcılardan toplantıya boş kâğıt ve kalem ile katılmaları istenmiştir. Ölçekte yer alan sorulara geçmeden önce, ekran paylaşımı da yapılarak SCD'nin ne olduğu kısaca açıklanmış ve sorular ile ilgili dikkat edilmesi gereken noktalar vurgulanmıştır. Bu açıklama ve vurgular SCDÇÖ'de sorulardan önce yer almaktadır. Ardından sorular ekrana verilerek süreç ilerletilmiştir. Soru soru ilerleyerek tüm katılımcıların çizimlerini yapabilecekleri zaman tanınmıştır. Süreç boyunca, araştırmacı toplantıda aktif olarak katılım sağlayarak katılımcıların sorularının olması durumunda soruları cevaplamak ve süreci yönetmek üzere hazır bulunmuştur. Tüm katılımcılar soruları cevapladıktan sonra, çizimlerinin fotoğraflarını çekerek araştırmacıya göndermişlerdir.

SCDÇÖ'nün uygulanmasının ardından gerçekleştirilen görüşmeler çevirim içi süreçlerinde her bir katılımcı ile ayrı ayrı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Görüşme süreleri katılımcıya göre 5dk ile 15dk aralığında değişkenlik göstermiştir. Görüşme sürecinde katılımcılardan görüşmeyi kayıt altına almak için izin istenerek izin veren katılımcıların görüşmeleri kaydedilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Bu süreçte öncelikle SCDÇÖ'den ve görüşmelerden elde edilen veriler Microsoft excel dosyasına aktarılmıştır. Excel dosyası üzerinde her soru için ayrı bir sayfa açılarak soru ile ilgili tüm analizlerin gerçekleştirileceği tablolar oluşturulmuştur. Öğrenciler "Ö1-38" şeklinde kodlanarak bu tablolara işlenmiştir. Tablolar, analiz sürecinde araştırmacılar tarafından gerekli görüldüğü taktirde değişiklikler yapılarak son şeklini almıştır. Böylece soru temelinde tüm alt problemlere yönelik verilerin tek tabloda görülebileceği bir düzen oluşturulmuştur. Tablo sütunlarında alt problemler doğrultusunda belirlenen başlıklar, satırlarında ise katılımcılara verilen kodlar yer almıştır. Kodlamalar SCDÇÖ için hazırlanan

cevap anahtarına göre araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk dokuz katılımcının tüm kodlamaları araştırmacı ve fizik eğitimi uzmanı bir akademisyen ile uzlaşmaya varılmak suretiyle koordineli bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte kodlama tablosu da şekillenerek son halini almıştır. Geriye kalan 29 katılımcının verileri araştırmacı tarafından bireysel olarak kodlanmıştır. Kodlama güvenirliğinin sağlanması amacıyla bu 29 katılımcının verileri ayrıca bir uzman (yüksek lisansını fen bilgisi eğitimi alanında tamamlamış olan bir fen bilimleri öğretmeni) tarafından da bireysel olarak kodlanmıştır. Kodlayıcılar arası tutarlılığın belirlenmesi için Miles ve Huberman (1994)'ın güvenlirlik formülü ($\frac{Görüş\ Birliği}{Görüş\ Birliği+Görüş\ Ayrılığı}$x100) kullanılmıştır. Kodlayıcılar arasındaki uyum oranı %93 olarak hesaplanmıştır. Ardından iki kodlayıcı online ortamda bir araya gelerek, görüş ayrılığı olan kodlamaları tartışmış ve ortak karar vererek kodlamalarda düzenlemeler yapılmıştır. Soruların içerikleri farklı olduğundan her bir soru için oluşturulan kodlama tablosu da diğer sorularınkinden farklıdır. Ek-3'te ilk dört soru için oluşturulan kodlama tabloları ve ikişer katılımcı için örnek kodlamalar sunulmuştur.

Kodlama süreçlerinde bütünlüğün sağlanabilmesi için aşağıdaki noktalara dikkat edilmiştir:

- Katılımcılar vektör isimlerini belirtirken aynı kavrama yönelik olarak farklı isimlendirmeler kullanmışlardır. Aynı kavrama yönelik kullanılan isimlendirmeler kodlama süreçlerinde tek bir hücrede kodlanmışlardır. Örneğin tepki kuvvetini temsil ederken bazen N, bazen T gibi harfler kullanmışlar, bazen de harf kullanmak yerine normal kuvvet, tepki kuvveti gibi kavramsal ifadeler kullanmışlardır. Analiz süreçlerinde kodlama tablosunda bu isimlendirmelerin hepsi N olarak kodlanmış, bulgular verilirken ise oluşturulan tablo ve şekillerde kavramsal ifade olan "tepki kuvveti" olarak yer almıştır.

- Üst üste iki farklı cisimin olduğu durumlarda katılımcıların bazıları her iki cismi tek bir vektörle göstermiş, bazıları ayrı ayrı göstermiş, bazıları sadece birini göstermiştir. Örneğin kitap üzerinde portakal olan üçüncü soruda, bazı katılımcılar kitabın ağırlığı ile portakalın ağırlığını tek bir vektörde göstermiş, bazıları portakal için ve kitap için ayrı ayrı vektör çizmiş, bazıları ise sadece portakalın ağırlığı için veya sadece kitabın ağırlığı için

vektör çizmiştir. Analiz süreçlerine bu farklılık yansıtılmamış, kodlama tablosunda her iki cisim için ağırlıklar ayrı ayrı yer almıştır. Üstünde portakal olan kitap örneğinde mg(kitap) ve mg(portakal) ayrı ayrı yer almıştır.

- SCDÇÖ'nün doldurulma süreçlerinde, katılımcıların soruları doğrultusunda, ölçeğin başındaki maddelerde yazsa da çizimlerinde vektör büyülüklerini çizimlerine yansıtmaları gerektiği tekrar vurgulanmıştır. Çizimlerden anlaşılamaması durumu için büyüklük kıyaslamalarını çizimin yanına yazıyla belirtebilecekleri de söylenmiştir. Analiz süreçlerinde, çizimlerden net anlaşılamaması durumunda vektörlerin büyüklük kıyaslamasını yazıyla yapan öğrencilerin kıyaslamaları dikkate alınmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Araştırmanın üç alt problemi birbiriyle ilişkili ve birbirini tamamlayan nitelikte olduğundan bulgular sunulurken alt problemler birlikte ele alınmıştır. Araştırmanın problem cümlesi, alt problemleriyle birlikte bir cümle ile şu şekilde ifade edilebilir: "Fen bilgisi öğretmen adaylarının SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleyebilme, kuvvetlerin yönlerini çizebilme ve vektörleri büyüklükleri ile orantılı olarak çizebilme düzeyleri nasıldır?". Araştırmanın veri toplama aracı olan SCDÇÖ'de; nesnelerin düz zemin, eğimli zemin, zemin harici ortamlarda hareketli ve durgun olmalarını kapsayacak şekilde soru türleri yer almaktadır. Bu nedenle bu bölümde öncelikle soru türleri temelinde elde edilen genel bulgular, ardından her bir sorudan elde edilen ayrıntılı bulgular ve son olarak tüm sorulardan elde edilen bulguların koordineli analizi sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki alt başlıklarda sunulmuştur.

4.1. SCDÇÖ'deki Soru Türleri Temelinde Elde Edilen Genel Bulgular

Araştırmanın alt problemlerini de yansıtacak şekilde, SCD'de olması gereken kuvvetlerin tamamının belirlenmesi, tamamının yönlerinin cevap anahtarına uygun olarak çizilmesi ve tamamının büyüklük kıyaslamalarının da cevap anahtarına uygun olarak yapılarak çizimlere yansıtılması problem çözme süreçlerinde özellikle gerekmektedir. Bu nedenle Tablo 2'de soru türleri temelinde her bir alt problem açısından SCD'yi tamamen doğru olarak oluşturan öğretmen adayları ile ilgili ayrıntılar verilmiştir. Böylece Tablo 2'de; birinci alt problem doğrultusunda SCD'de olması gereken kuvvetlerin tamamını belirleyen ve SCD'ye fazladan kuvvetler çizen öğretmen adaylarının sayıları ile yüzdelik oranları; ikinci alt problem doğrultusunda SCD' de olması gereken kuvvetlerin yönlerinin tamamını doğru olarak çizen öğretmen adaylarının sayıları ile yüzdelik oranları; üçüncü alt problem doğrultusunda ise SCD'de olması gereken kuvvetlerin büyüklüklerinin tamamının büyüklük kıyaslamasını doğru olarak yapan öğretmen adaylarının sayıları ile yüzdelik oranları verilmiştir.

Tablo 2

Soru türü temelinde alt problemlere göre elde edilen bulgular

Soru Türü		Soru No ve İçeriği	1. Alt Problem SCD'de olması Gereken Kuvvetler				2. Alt Problem SCD'de Olması Gereken Kuvvetlerin Yönleri		3. Alt Problem SCD'de Olması Gereken Kuvvetlerin Büyüklükleri	
			Kuvvetlerin Tamamını Belirleyenler		Fazladan Kuvvet Çizenler		Kuvvetlerin Tamamının Yönünü Cevap Anahtarına Uygun (Doğru) Çizenler		Kuvvetlerin Tamamının Kıyaslaması Cevap Anahtarına Uygun (Doğru) Olanlar	
			N	%	N	%	N	%	N	%
Düz Zemin	Durgun	1-Ayakta duran *kadın*	36	94.7	3	7.9	35	92.1	33	86.8
		3-Üstünde portakal olan *kitap*	29	76.3	5	13.2	29	76.3	24	63.2
	Hareketli	2-Koşan *kadın*	35	92.1	32	84.2	2	5.3	31	81.6
		6a-Üzerinde kadın olan *kızak*	17	44.7	3	7.9	16	42.1	0	0.0
Eğimli Zemin	Durgun	4a-Kaydıraktaki *çocuk*	20	52.6	17	44.7	11	28.9	2	5.3
		5-Üzerinde kedi olan *sandık*	19	50.0	25	65.8	7	18.4	0	0.0
	Hareketli	4b-Kaydıraktaki *çocuk*	29	76.3	30	78.9	16	42.1	1	2.6
		6b-Üzerinde kadın olan *kızak*	7	18.4	14	36.8	1	2.6	0	0.0
Zemin Harici	Durgun	7b-Havadaki *top*	36	94.7	18	47.4	36	94.7	-*	-*
		9a-İpteki *maymun*	33	86.8	7	18.4	33	86.8	23	60.5
	Hareketli	7a-Havadaki *top* (yukarı fırlatılan)	38	100.0	35	92.1	38	100.0	-*	-*
		7c-Havadaki *top* (aşağı düşen)	38	100.0	27	71.1	38	100.0	-*	-*
		8-Havadaki *top* (aşağı fırlatılan)	38	100.0	35	92.1	38	100.0	-*	-*
		9b-İpteki *maymun*	30	78.9	10	26.3	28	73.7	23	60.5

* Tek kuvvet olduğundan büyüklük kıyaslaması gerekmemektedir.

Tablo 2 birinci alt problem açısından incelendiğinde; dört soru (6a, 4a, 5 ve 6b) haricinde katılımcıların çoğunun veya tamamının SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleyebildikleri görülmektedir. Buna karşın her bir soruda SCD'ye fazladan kuvvet çizen katılımcılar olmuştur. Özellikle 7a, 7c ve 8 (havada hareket eden top) sorularında yüzdeler en üst düzeye ulaşmış olsa da bu sorularda katılımcıların çoğu (sırasıyla %82.1, %71.1 ve %92.1) SCD'ye fazladan kuvvet çizmişlerdir. 4a ve 5 sorularında katılımcıların sırasıyla %52.6'sı ve %50'si kuvvetleri belirleyebilmişler, buna karşın sorularda fazladan kuvvet

çizen katılımcı oranları ise sırasıyla %44.7 ve %65.8 olmuştur. Eğimli zemin için kuvvetlerin belirlenme yüzdeleri diğer kategorilere göre daha düşüktür. Buna karşın fazladan çizilen kuvvetler açısından soru türü kategorilerine göre bir genelleme yapılamamaktadır.

Tablo 2 ikinci alt problem açısından incelendiğinde; düz zemin-durgun kategorisi ile zemin harici-durgun ve hareketli kategorilerinde SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerinin doğru olarak belirlenme yüzdelerinin genel olarak yüksek olduğu (%73.7-%100 aralığında) görülmektedir. Düz zemin-hareketli ile eğimli zemin-durgun ve hareketli kategorilerinde yüzdeler daha düşüktür (%2.6-%42.1 aralığında).

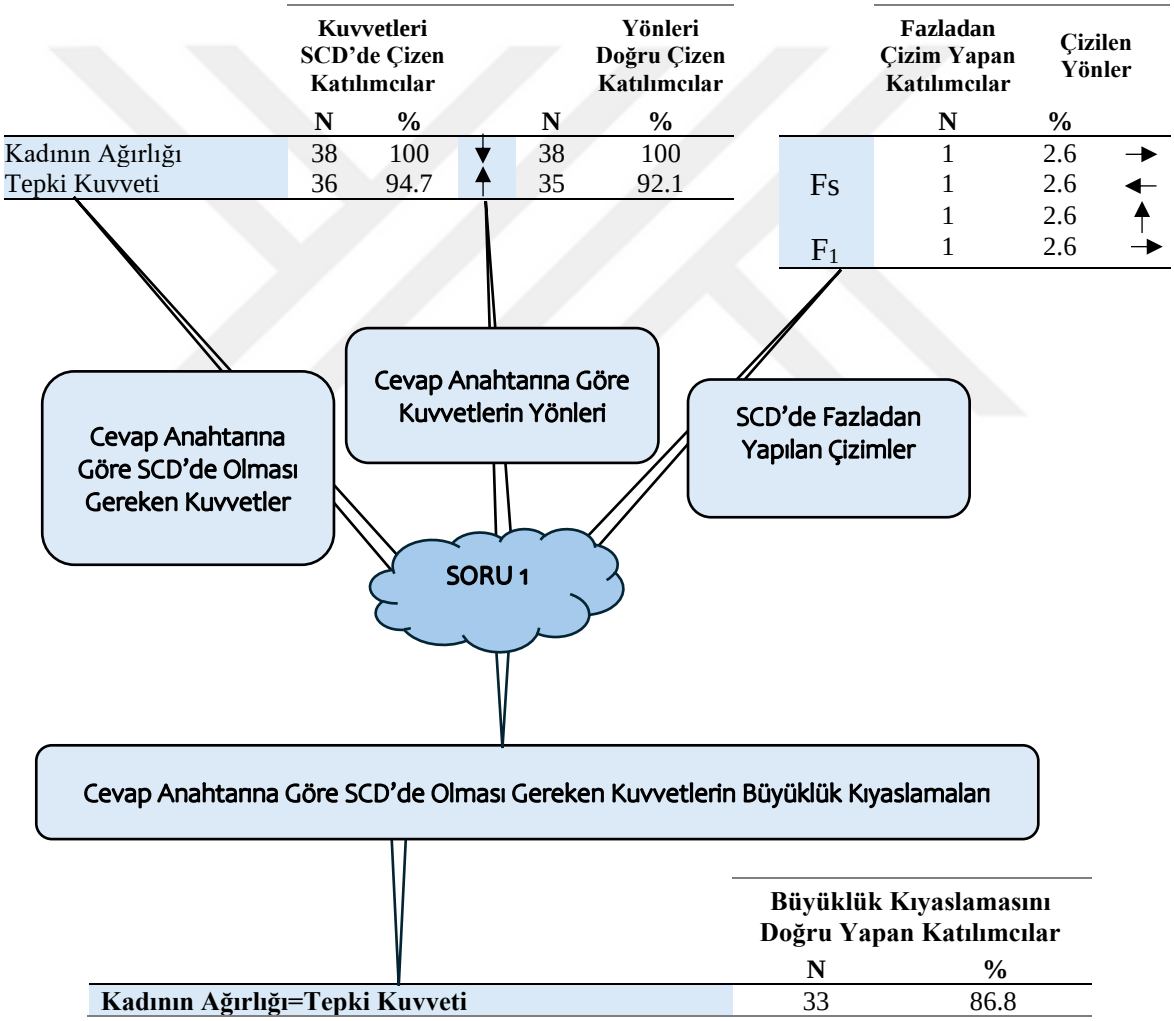
Tablo 2 üçüncü alt problem açısından incelendiğinde; birinci ve ikinci sorular için büyüklük kıyaslamalarının doğru olarak yapılma yüzdelerinin yüksek olduğu (sırasıyla %86.8 ve %81.6) görülmektedir. 6a, 5 ve 6b sorularında tüm büyüklük kıyaslamalarını doğru olarak yapan katılımcı yoktur. 4a sorusunda sadece iki, 4b sorusunda ise sadece bir katılımcı tüm büyüklük kıyaslamalarını doğru olarak yapmıştır. Özellikle eğimli zemin-durgun ve hareketli kategorilerinde katılımcıların büyüklükleri doğru olarak kıyaslama yüzdeleri diğer kategorilere göre daha düşüktür.

Tablo 2'ye dair açıklanan yukarıdaki bulgulardan, soru türlerine göre bazı genellemeler yapılmış gibi gözükse de bu genellemelerin tüm öğretmen adaylarını kapsamadığı düşünüldüğünde soruların ayrıntılı olarak incelenmesi gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Hangi kuvvetlerin doğru belirlendiği hangilerinin hatalı belirlendiği, fazladan çizilen kuvvetlerin hangi kuvvetler olduğu, hangi kuvvetlerin yönlerinin doğru ve hatalı belirlendiği, hangi büyüklük kıyaslamalarının doğru yapıldığı hangilerinin yapılamadığı gibi ayrıntıların görülebilmesi için, her bir sorunun ayrıntılı bulguları aşağıdaki alt başlıklarda sunulmuştur.

4.2. SCDÇÖ'deki Sorulara Göre Bulgular

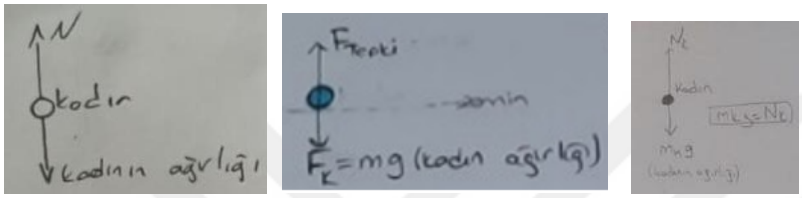
4.2.1. Birinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

SCDÇÖ'de yer alan birinci soru kapsamında düz zeminde durgun halde ayakta duran kadın için SCD çizilmesi istenmiştir. Soru 1 için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslaması ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 1'de sunulmuştur.



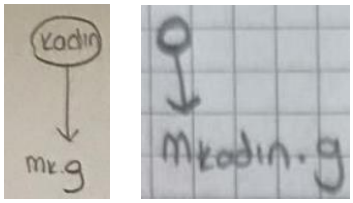
Şekil 1. Soru 1 için elde edilen bulgular

Şekil 1'e göre SCD'de olması gereken Kadının Ağırlığına katılımcıların tamamı, Tepki Kuvvetine ise tamamına yakını (36'sı) çizimlerinde yer vermiştir. Katılımcıların tamamı Kadının Ağırlığının yönünü, tamamına yakını (35'i) Tepki Kuvvetinin yönünü doğru olarak çizmiştir. Bir katılımcı ise, Tepki Kuvvetinin yönünü güneye doğru olmak üzere hatalı çizmiştir (Ö20). Kadının Ağırlığı ile Tepki Kuvvetinin her ikisine de çizimlerinde yer veren ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcılardan örnekler Şekil 2'de verilmiştir:



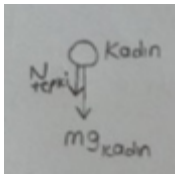
Şekil 2. Ö3, Ö27 ve Ö35'in birinci soruya ait çizimleri

Tepki kuvvetini belirtmeyen katılımcıların çizimleri Şekil 3'te verilmiştir:



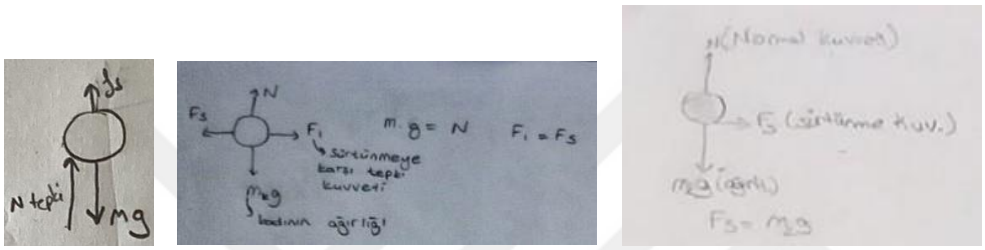
Şekil 3. Ö2 ve Ö9'un birinci soruya ait çizimleri

Tepki Kuvvetinin yönünü hatalı çizen katılımcının çizimi Şekil 4'te verilmiştir:



Şekil 4. Ö20'nin birinci soruya ait çizimi

Şekil 1’e göre sayıları çok olmamakla birlikte fazladan yapılan çizimler (Fs ve F_1) olduğu görülmektedir. Katılımcılardan üçü diyagrama fazladan sürtünme kuvveti eklemiştir. Fazladan eklenen sürtünme kuvveti ekleyen katılımcılardan biri sürtünme kuvvetinin yönünü doğuya, biri batıya, biri kuzeye doğru çizmiştir. Bir katılımcı ise, diyagrama yönü doğuya doğru olan fazladan F_1 kuvveti eklemiştir. Fazladan kuvvetlerin olduğu çizimler Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. Ö1, Ö15, Ö25’in birinci soruya ait çizimleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi katılımcıların 33’ü (%86.8) Kadının Ağırlığı=Tepki Kuvveti kıyaslamasını doğru olarak yapmıştır. Üç katılımcı (%7.9) bu kıyaslamayı hatalı olarak yapmıştır. Hatalı yapan katılımcılar Kadının Ağırlığı>Tepki Kuvveti şeklinde yapmıştır. İki katılımcı ise Tepki Kuvvetini diyagramda göstermediği için böyle bir kıyaslama yapmamıştır.

4.2.2. İkinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

SCDÇÖ’de yer alan ikinci soru kapsamında düz zeminde yürüyen kadın için SCD çizilmesi istenmiştir. Soru 2 için SCD’de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslaması ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 6’da sunulmuştur.

	Kuvvetleri SCD'de Çizen Katılımcılar			Yönleri Doğru Çizen Katılımcılar	
	N	%		N	%
Kadının Ağırlığı	38	100	↓	38	100
Tepki Kuvveti	36	94.7	↑	35	92.1
Sürtünme Kuvveti	38	100	→	2	5.3

	Fazladan Çizim Yapan Katılımcılar		Çizilen Yönler
	N	%	
F1	28	73.7	→
Kadının Hareket Kuvveti	1	2.6	→
Yere Uygulanan İtme Kuvveti	1	2.6	←
v	1	2.6	→
Yürüme Kuvveti	1	2.6	→



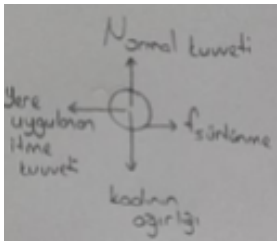
Cevap Anahtarına Göre SCD'de Olması Gereken Kuvvetlerin Büyüklük Kıyaslamaları

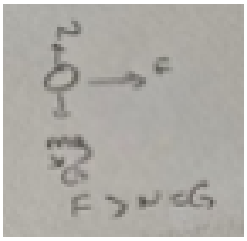
	Büyüklük Kıyaslamasını Doğru Yapan Katılımcılar	
	N	%
Kadının Ağırlığı=Tepki Kuvveti	31	81.6

Şekil 6. Soru 2 için elde edilen bulgular

Şekil 6'ya göre SCD'de olması gereken Kadının Ağırlığına ve Sürtünme Kuvvetine katılımcıların tamamı, Tepki Kuvvetine ise tamamına yakını (36'sı) çizimlerinde yer vermiştir. İki katılımcı Tepki Kuvvetini diyagramda hiç göstermemiştir. Katılımcıların tamamı Kadının Ağırlığının yönünü, tamamına yakını (35'i) Tepki Kuvvetinin yönünü, iki katılımcı ise Sürtünme Kuvvetinin yönünü doğru olarak çizmiştir. Bir katılımcı (Ö20) Tepki Kuvvetinin yönünü güney yönünde, otuz altı katılımcı ise Sürtünme Kuvvetinin yönünü batı yönünde olmak üzere hatalı çizmiştir.

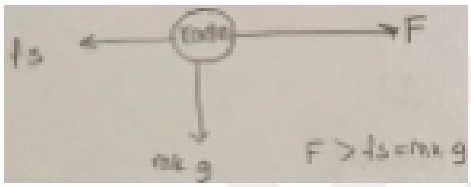
Kadının Ağırlığını, Tepki Kuvvetini, Sürtünme kuvvetini ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcıların çizimleri Şekil 7'de verilmiştir:

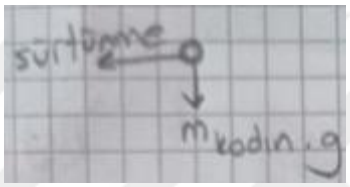




Şekil 7. Ö7 ve Ö24'in ikinci soruya ait çizimleri

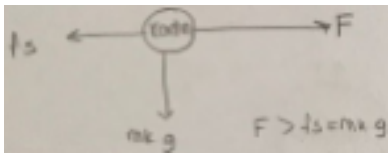
Tepki Kuvvetini belirlemeyen katılımcıların çizimleri şekil 8'de verilmiştir:

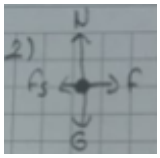


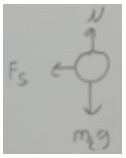


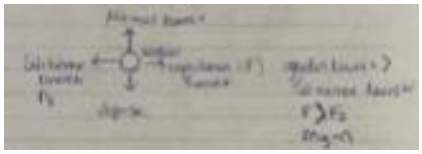
Şekil 8. Ö2 ve Ö9'un ikinci soruya ait çizimleri

Sürtünme Kuvvetinin yönünü hatalı çizen katılımcılardan örnekler şekil 9'da verilmiştir:



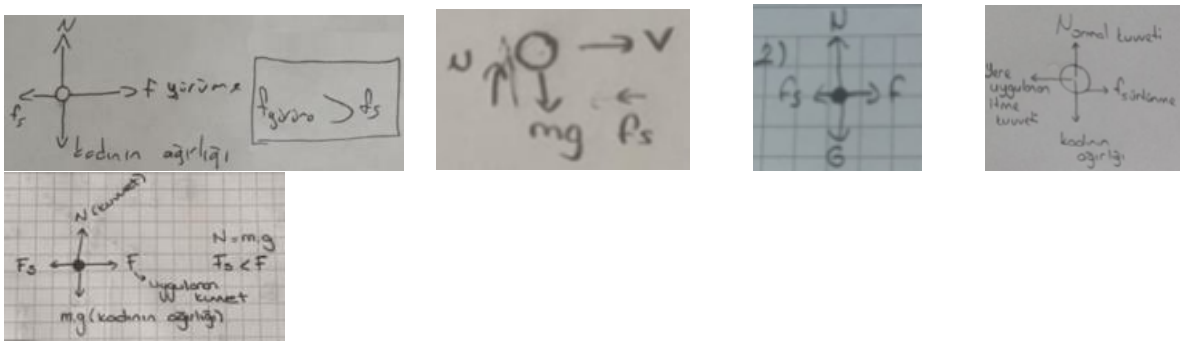






Şekil 9. Ö2, Ö5, Ö6, Ö14'ün ikinci soruya ait çizimleri

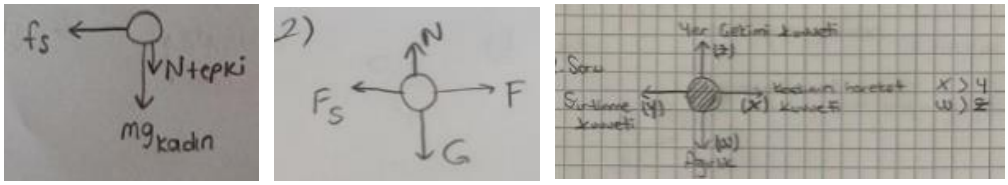
Şekil 6'ya göre fazladan yapılan çizimler (F_1, kadının hareket kuvveti, yere uygulanan itme kuvveti, V, yürüme kuvveti) olduğu görülmektedir. Fazladan yapılan çizimler arasındaki F_1 kuvveti katılımcıların çoğunda (28'i), diğerleri ise birer katılımcıda görülmüştür. F_1 kuvveti batı, kadının hareket kuvveti doğu, yere uygulanan itme kuvveti batı, V doğu, yürüme kuvveti doğu yönünde diyagrama eklenmiştir. Fazladan kuvvetlerin olduğu çizimlere örnekler Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö13'ün ikinci soruya ait çizimleri

Şekil 6'da görüldüğü gibi katılımcıların 31'i (%81.6) Kadının Ağırlığı=Tepki Kuvveti kıyaslamasını doğru olarak yapmıştır. Beş katılımcı (%13.1) bu kıyaslamayı yanlış yapmıştır (dördü Kadının Ağırlığı>Tepki Kuvveti). İki katılımcı ise tepki kuvvetini diyagramda göstermediği için böyle bir kıyaslama yapmamıştır.

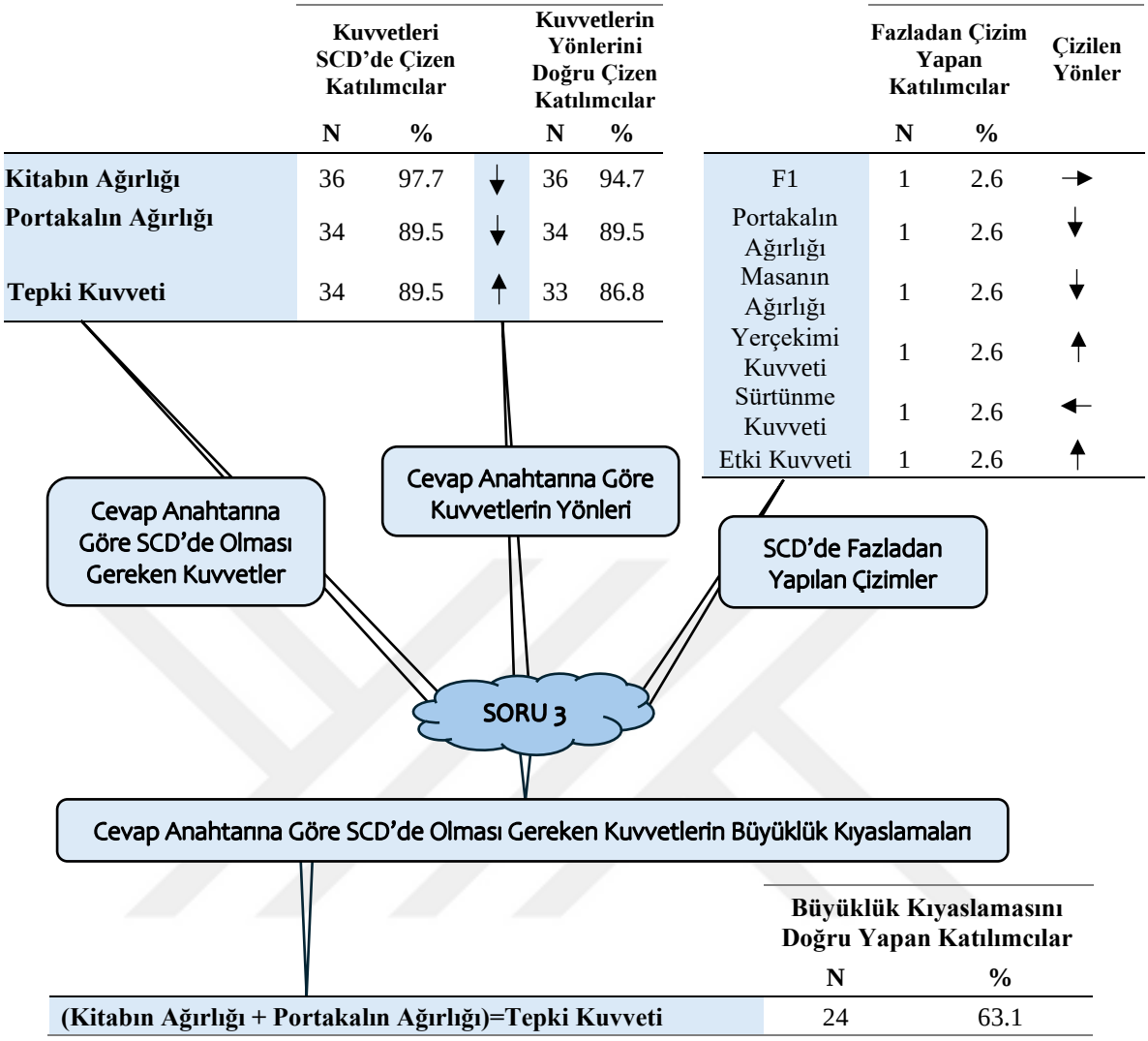
Şekil 7'deki örnekler aynı zamanda bu kıyaslamayı doğru yapan katılımcı örnekleridir. Tepki kuvvetini diyagramda göstermeyen katılımcıların çizimleri Şekil 8'de verilmiştir. Bu kıyaslamayı yanlış yapan katılımcıların çizimleri ise, Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Ö20, Ö29, Ö30'un ikinci soruya ait çizimleri

4.2.3. Üçüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular

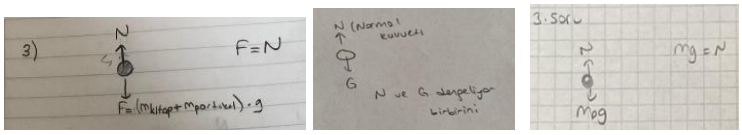
SCDÇÖ'de yer alan üçüncü soru kapsamında üzerinde portakal olan kitap için SCD çizilmesi istenmiştir. Soru 3 için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslaması ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 12'de sunulmuştur.



Şekil 12. Soru 3 için elde edilen bulgular

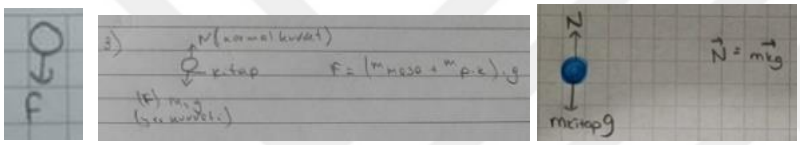
Şekil 12'ye göre SCD'de olması gereken kitabın ağırlığını katılımcıların tamamına yakını (36'sı), portakalın ağırlığı ve tepki kuvvetini katılımcıların tamamına yakını (34'ü) belirleyebilmiştir. İki katılımcı kitabın ağırlığını, dört katılımcı portakalın ağırlığını, dört katılımcı ise tepki kuvvetini diyagramda hiç göstermemiştir. Kitabın ağırlığı ve portakalın ağırlığını diyagramda gösteren tüm katılımcılar kuvvetlerin yönlerini de doğru olarak belirleyebilmişlerdir. Tepki kuvvetini çizen katılımcılardan biri (Ö20) ise yönünü hatalı belirlemiştir.

Kitabın ağırlığını, portakalın ağırlığını, tepki kuvvetini ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcılardan örnekler Şekil 13'te verilmiştir.



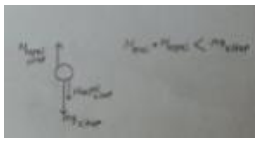
Şekil 13. Ö12, Ö24, Ö28'in üçüncü soruya ait çizimleri

Tepki kuvvetini, Kitabın ağırlığını ve portakalın ağırlığını belirlemeyen katılımcıların çizimleri sırasıyla Şekil 14'te verilmiştir:



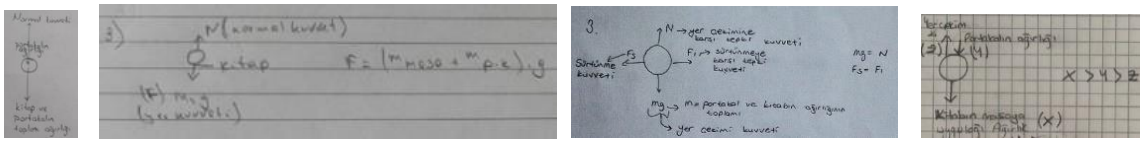
Şekil 14. Ö5, Ö10 ve Ö31'in üçüncü soruya ait çizimleri

Bir katılımcının çiziminde iki tane tepki kuvveti çizdiği görülmektedir. Yapılan görüşme esnasında bu kuvvetler sorgulandığında katılımcı yukarı yönlü olan kuvvetin etki kuvveti olduğunu aşağı yönlü olanın ise tepki kuvveti olduğunu söylemiştir. Kitaba hem etki hem de tepki kuvvetinin etki ettiğini düşünen bu katılımcının çizimi Şekil 15'te verilmiştir:



Şekil 15. Ö20'un üçüncü soruya ait çizimi

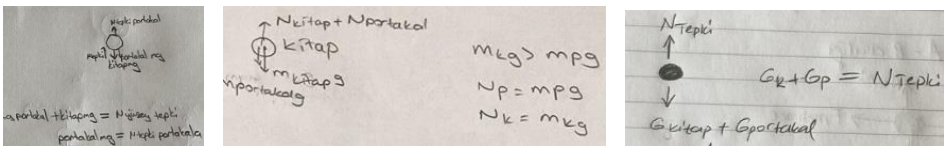
Şekil 12'ye göre altı farklı kuvvet çizimi yapılmıştır. Bu kuvvetler; bir kişi doğu yönünde F1 kuvveti, bir kişi güney yönünde portakal ağırlığı, bir kişi güney yönünde masanın ağırlığı, bir kişi kuzey yönünde yerçekimi kuvveti, bir kişi batı yönünde sürtünme kuvveti, bir kişi kuzey yönünde etki kuvveti çizmiştir. Fazladan kuvvetlerin olduğu çizimler Şekil 16'da verilmiştir:



Şekil 16. Ö7, Ö10, Ö15, Ö30'un üçüncü soruya ait çizimleri

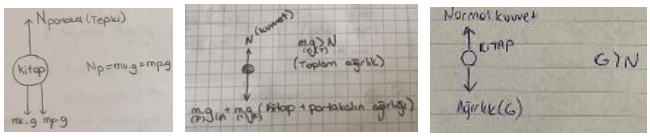
Şekil 12'de görüldüğü gibi katılımcıların 24'ü (%63,1) (Kitabın Ağırlığı+Portakalın Ağırlığı)=Tepki Kuvveti kıyaslamasını doğru olarak yapmıştır. Beş katılımcı (%13.1) bu kıyaslamayı hatalı yapmış olup katılımcıların dokuzu ise (%23.7) kıyaslama yapmamıştır. Hatalı yapan katılımcıların dördü güney yönünde olan toplam ağırlığın kuzeye doğru olan tepki kuvvetinden daha büyük olduğunu, bir katılımcı ise Kitabın Ağırlığı, Portakalın Ağırlığı ve Tepki Kuvvetinin birbirine eşit olduğunu belirtmiştir. Kıyaslama yapmayanlar diyagramda olması gereken kuvvetleri (tepki kuvveti, portakalın ağırlığı, kitabın ağırlığı) eksik belirleyen katılımcılardır.

Büyüklük kıyaslamasını doğru yapan katılımcıların örnek çizimleri Şekil 17'de verilmiştir:



Şekil 17. Ö1, Ö19 ve Ö37'un üçüncü soruya ait çizimleri

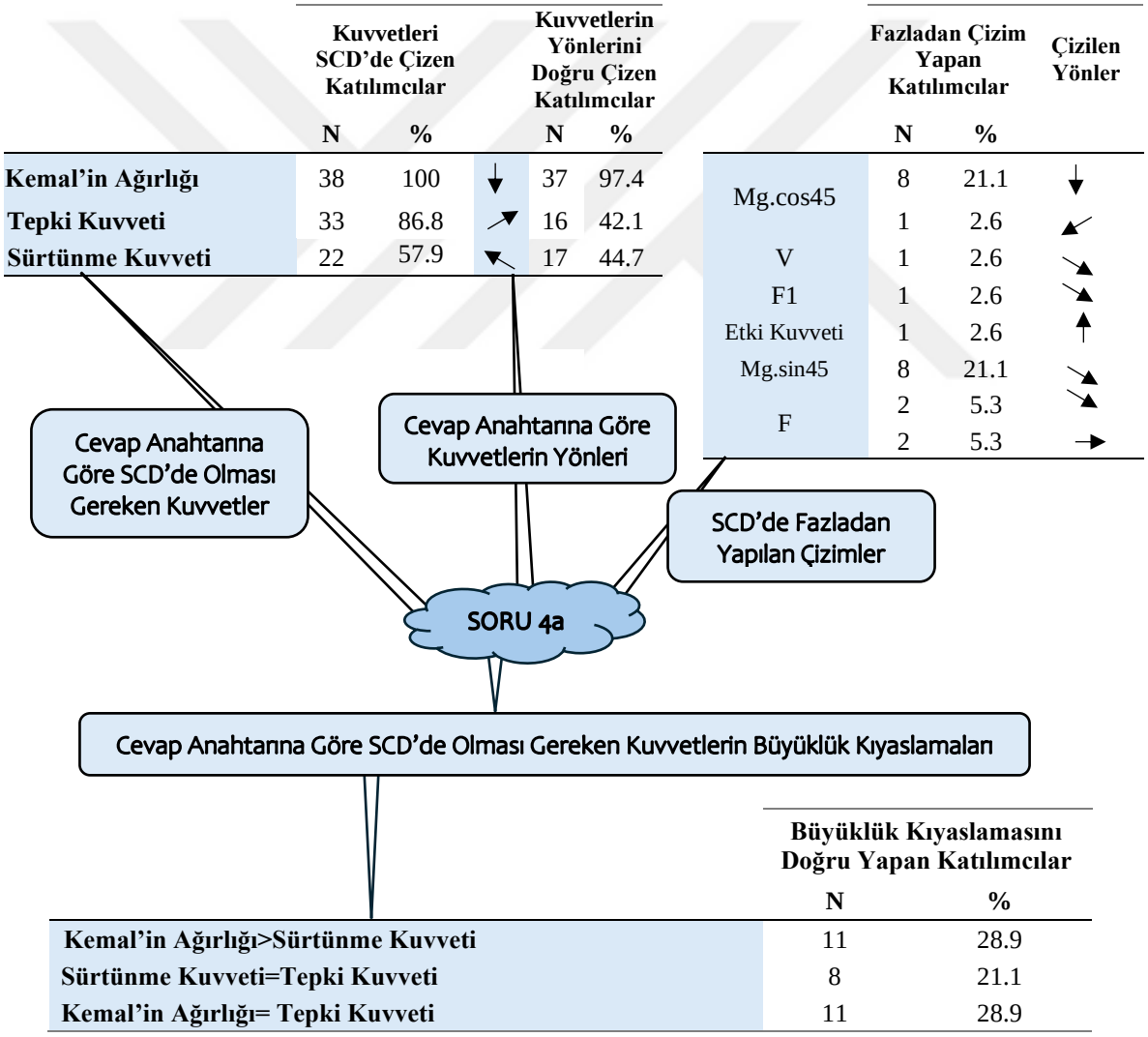
Büyüklük kıyaslamasını hatalı yapan katılımcıların çizimlerinden örnekler Şekil 18'de verilmiştir:



Şekil 18. Ö2, Ö13 ve Ö14'ün üçüncü soruya ait çizimleri

4.2.4. Dördüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular

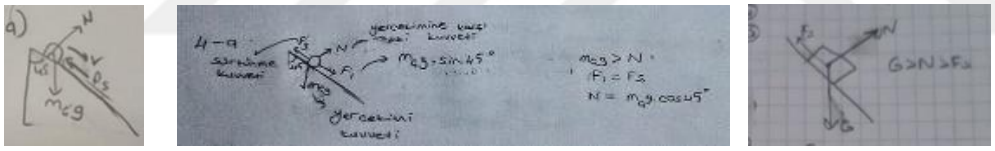
SCDÇÖ'de yer alan dördüncü soru kapsamında kaydıraktaki çocuk için SCD çizilmesi istenmiştir. Dördüncü soru iki alt sorudan oluşmaktadır. 4a için eğimli zeminde durgun durum, 4b'de eğimli zeminde hareketli durum söz konusudur. Soru 4a için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 19'da sunulmuştur.



Şekil 19. Soru 4a için elde edilen bulgular

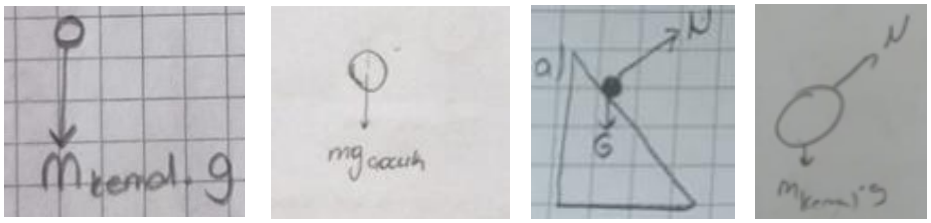
Şekil 19'a göre SCD'de olması gereken Kemal'in ağırlığını katılımcıların tamamı, tepki kuvvetini tamamına yakını (33'ü), sürtünme kuvvetini ise yarısından fazlası (22'si) belirlemiştir. Beş katılımcı tepki kuvvetini, 16 katılımcı sürtünme kuvvetini diyagramda hiç göstermemiştir. Katılımcıların tamamına yakını (37'si) Kemal'in ağırlığının yönünü, öğrencilerin yarısına yakını (16'sı) tepki kuvvetinin yönünü, yarısına yakını (17'si) sürtünme kuvvetinin yönünü doğru olarak belirlemiştir. Kemal'in ağırlığının yönünü hatalı belirleyen bir katılımcı güneybatı yönünde Kemal'in ağırlığı çizimi yapmıştır. Tepki kuvveti yönünü hatalı yönde çizen 17 katılımcının 14'ü kuzey yönünde, biri güney yönünde, ikisi kuzeybatı yönünde kuvvet çizimi yapmıştır. Sürtünme kuvveti yönünü hatalı yönde çizen beş katılımcının biri güney yönünde, ikisi doğuya doğru, ikisi ise batıya doğru olarak kuvvet yönlerini belirlemiştir.

Kemal'in Ağırlığı, tepki kuvvetini, sürtünme kuvvetini ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcılardan örnekler Şekil 20'de verilmiştir:



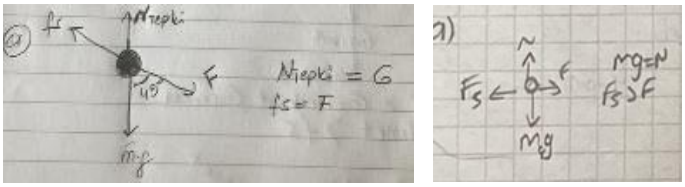
Şekil 20. Ö4, Ö15 ve Ö38'in 4a. soruya ait çizimleri

Tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetini belirlemeyen çizim örnekleri Şekil 21'de verilmiştir:



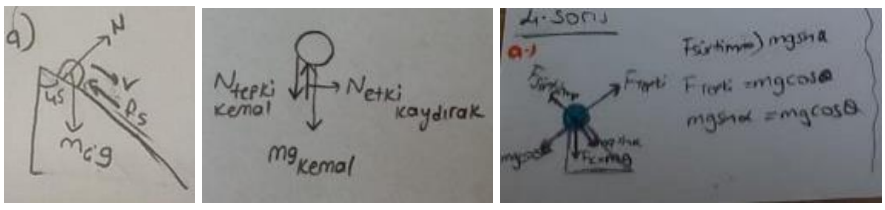
Şekil 21. Ö9, Ö16, Ö5 ve Ö8'in 4a. soruya ait çizimleri

Kemal'in ağırlığı, tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetinin yönünü hatalı gösteren çizim örnekleri sırasıyla Şekil 22'de verilmiştir:



Şekil 22. Ö37, Ö28'in 4a. soruya ait çizimleri

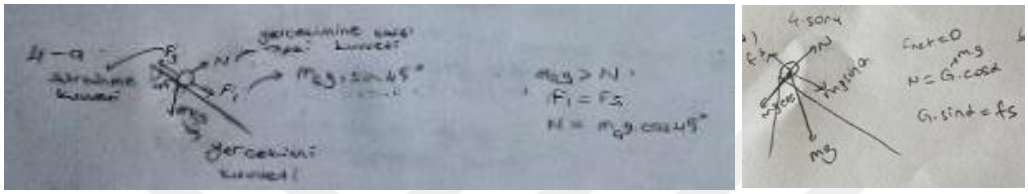
Şekil 19'a göre altı çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu çizimler; mgcos45, V, F_1, etki kuvveti, mgsin45 ve F kuvvetleridir. Mgcos45'i dokuz katılımcı diyagramda göstermiştir. Bu çizimlerin dağılımı incelendiğinde bir katılımcı güney yönünde çizim yaparken sekiz katılımcı güneybatı yönünde olacak şekilde çizimlerine eklemiştir. V'yi diyagramda gösteren bir katılımcı güneydoğu yönünde olacak şekilde çizmiştir. F_1'i çizen bir katılımcı güneydoğu yönünde olarak göstermiştir. Etki kuvvetini sadece bir katılımcı göstermiş olup yönünü kuzeye doğru çizmiştir. Mgsin45'i çizen tüm katılımcılar (sekiz katılımcı) güneydoğu yönünde çizim yapmışlardır. F'yi ise dört katılımcı diyagrama eklemiştir. İki katılımcı güneydoğu yönünde çizim yaparken iki katılımcı doğu yönünde olacak şekilde diyagrama eklemiştir. Fazladan kuvvetlerin olduğu çizim örnekleri Şekil 23'te verilmiştir:



Şekil 23. Ö4, Ö20, Ö27'nin 4a. soruya ait çizimleri

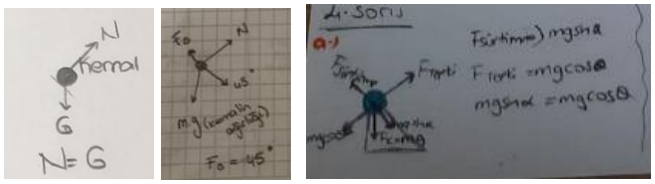
Şekil 19'a genel olarak bakıldığında katılımcıların büyüklük kıyaslaması yapma konusunda zorlandıkları görülmektedir. Bu soru için üç kıyaslama mevcuttur. Bunlardan ilki olan Kemal'in Ağırlığı>Sürtünme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların 11'i (%28.9) doğru,

11’i (28.9) hatalı yaparken 16’sı (42.1) bu kıyaslamayı yapmamıştır. İkinci kıyaslama olan Sürtünme Kuvveti=Tepki Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların sekizi (21.1) doğru, 10’u hatalı (26.3) yaparken yarısından fazlası (56.6) bu kıyaslamayı yapmamıştır. Sonuncu kıyaslama olan Kemal’in Ağırlığı>Tepki Kuvveti kıyaslamasını ise katılımcıların 11’i (21.1) doğru, yarısından fazlası (52.6) hatalı, yedi katılımcı (18.4) ise bu kıyaslamayı yapmamıştır. Büyüklük kıyaslamasını doğru yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 24’te verilmiştir:



Şekil 24. Ö15, Ö24’ün 4a. soruya ait çizimleri

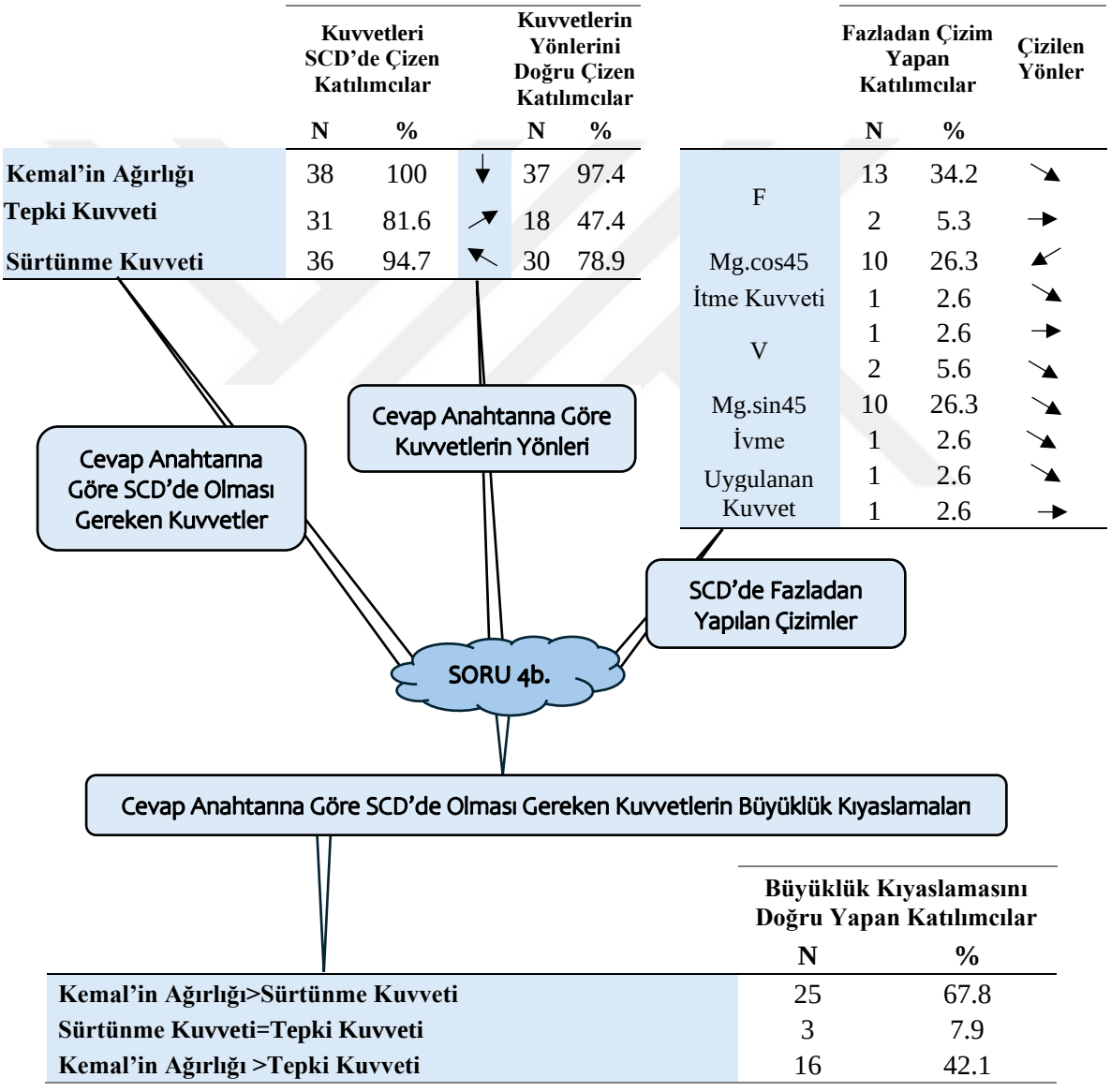
Büyüklük kıyaslamalarında hata olan katılımcıların çizimlerinden örnekler Şekil 25’te verilmiştir:



Şekil 25. Ö8, Ö13, Ö27’nin 4a. soruya ait çizimleri

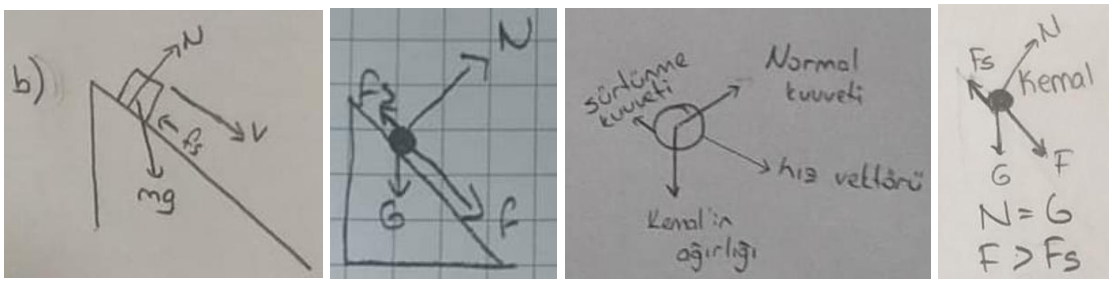
Soru 4b için SCD’de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 26’da sunulmuştur. Şekil 26’ya göre SCD’de olması gereken Kemal’in ağırlığı katılımcıların tamamı, tepki kuvvetini tamamına yakını (31’i), sürtünme kuvvetini ise tamamına yakını (36’sı) belirlemiştir. Yedi katılımcı tepki kuvvetini, İki katılımcı sürtünme kuvvetini diyagramda hiç göstermemiştir. Katılımcıların tamamına yakını (37’si) Kemal’in ağırlığının yönünü, katılımcıların yarısına yakını (18’i) tepki kuvveti yönünü, tamamına yakını (30’u) sürtünme

kuvvetinin yönünü doğru olarak belirlemiştir. Kemal'in ağırlığının yönünü hatalı belirleyen bir katılımcı güneybatı yönünde ağırlık kuvveti çizimi yapmıştır. Tepki kuvvetinin yönünü hatalı yönde çizen 15 katılımcının 10'u kuzey yönünde, ikisi kuzeybatı yönünde, biri ise güneybatı yönünde kuvvet çizimi yapmıştır. Sürtünme kuvvetinin yönünü hatalı yönde çizen altı katılımcının biri güneybatı yönünde, beşi doğu yönünde olacak şekilde kuvvet yönlerini belirlemişlerdir.



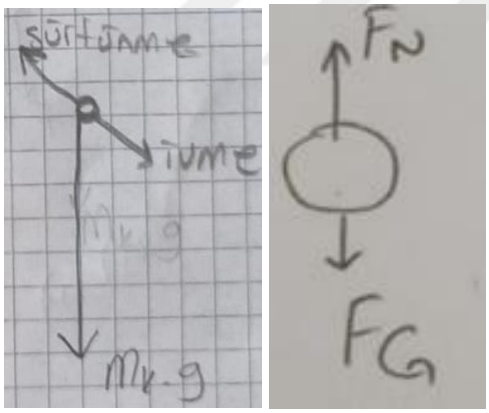
Şekil 26. Soru 4b için elde edilen bulgular

Kemal'in Ağırlığı, Tepki kuvveti, sürtünme kuvvetini ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcılardan örnekler Şekil 27'de verilmiştir.



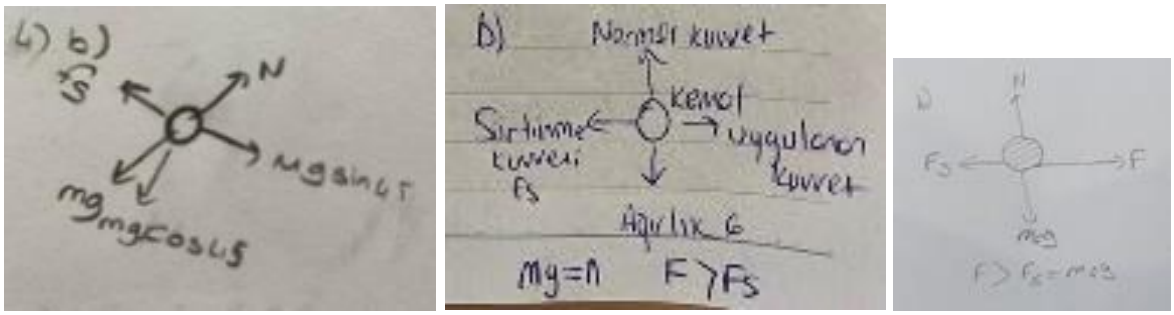
Şekil 27. Ö4, Ö5, Ö7, Ö8'in 4b. soruya ait çizimleri

Tepki kuvvetini ve Sürtünme kuvvetini belirlemeyen katılımcıların çizimleri sırasıyla Şekil 28'de verilmiştir:



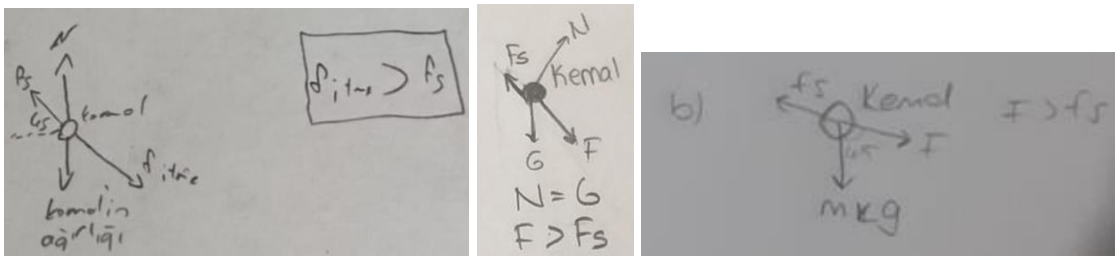
Şekil 28. Ö9, Ö29'un 4b. soruya ait çizimleri

Kemal'in ağırlığı, Tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetinin yönünü hatalı çizen katılımcılardan örnekler sırasıyla Şekil 29'da verilmiştir:



Şekil 29. Ö17, Ö14, Ö25'in 4b. soruya ait çizimleri

Şekil 26'ya göre yedi çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu kuvvetler; F, mgcos45, itme kuvveti, V, mgsin45, ivme ve uygulanan kuvvetlerdir. F'yi katılımcıların yarısına yakını (15'i) diyagramda göstermiştir. Bu kuvvetin yönlerini ise 13 katılımcı güneydoğu yönünde, iki katılımcı ise batıya doğru olarak diyagramda göstermiştir. Mgcos45'i çizen tüm katılımcılar (10) güneybatı yönünde çizim yapmışlardır. İtme kuvvetini bir katılımcı güneydoğu yönünde göstermiştir. V'yi 3 katılımcı çizimine eklemiştir. Bu çizimlerin yönleri incelendiğinde bir katılımcı batı, iki katılımcı ise güneydoğu yönünde olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Mgsin45'i çizen tüm katılımcılar (10 katılımcı) güneydoğu yönünde çizim yapmışlardır. İvmeyi çizimine ekleyen bir katılımcı güneydoğu yönünde olacak şekilde göstermiştir. Uygulanan kuvveti ise iki katılımcı çizimine eklemiştir. Bu katılımcılardan biri uygulanan kuvveti güneydoğu yönünde diğer katılımcı ise batıya doğru olacak şekilde diyagrama ekleyerek çizimini tamamlamıştır. Fazladan kuvvetlerin olduğu çizimlere örnekler Şekil 30'da verilmiştir.

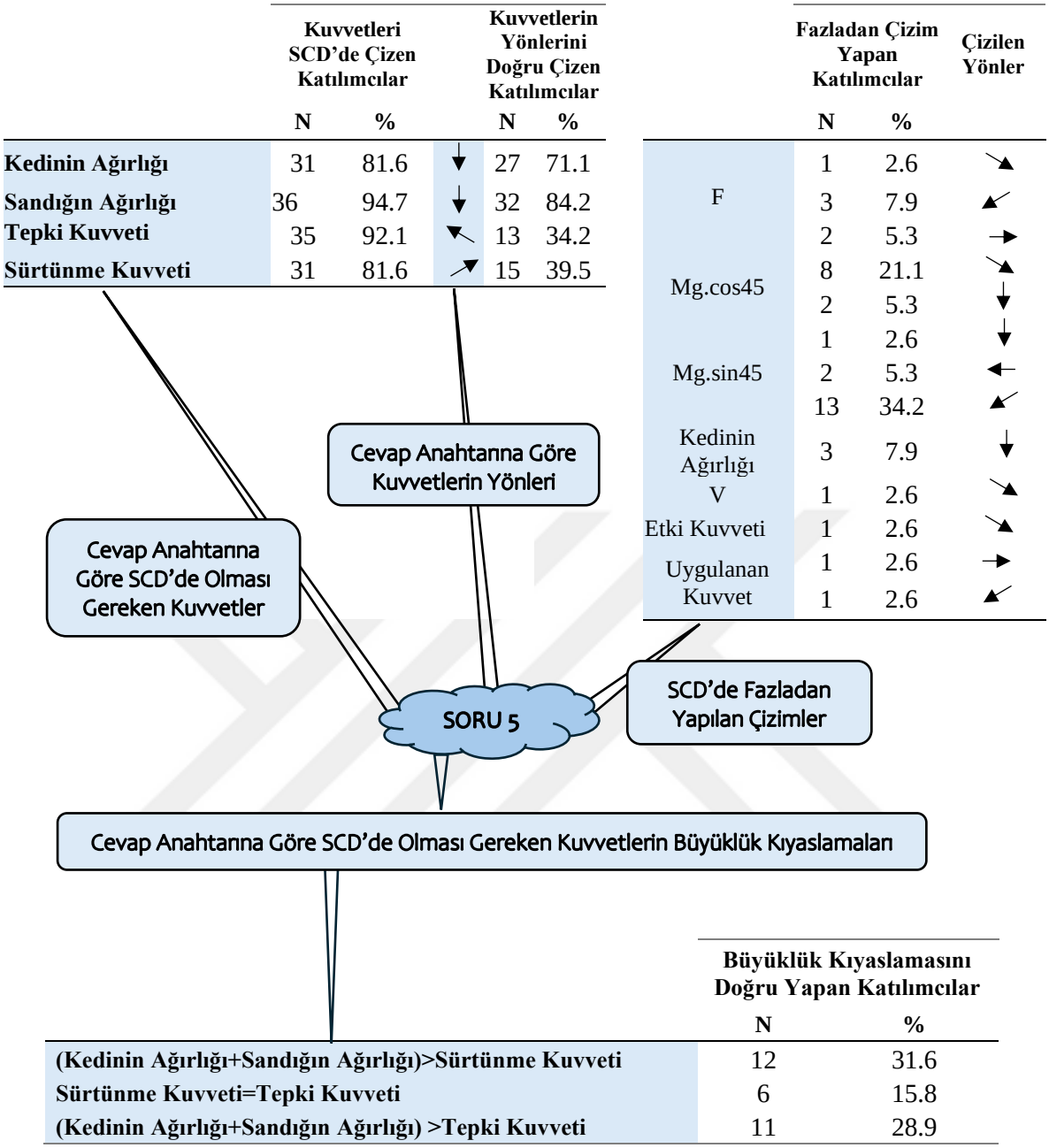


Şekil 30. Ö3, Ö8, Ö21'in 4b. soruya ait çizimleri

Şekil 26'ya genel olarak bakıldığında katılımcıların büyüklük kıyaslaması yapma konusunda zorlandıkları görülmektedir. Bu soru için üç kıyaslama mevcuttur. Bunlardan ilki olan Kemal'in Ağırlığı >Sürtünme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların 25'i (67.8) doğru, altısı (15.8) hatalı yaparken yedisi (18.4) bu kıyaslamayı yapmamıştır. İkinci kıyaslama olan Sürtünme Kuvveti=Tepki Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların sadece üçü (7.9) doğru, 20'si hatalı (52.6) yaparken 12'si (34.6) bu kıyaslamayı yapmamıştır. Sonuncu kıyaslama olan Kemal'in Ağırlığı >Tepki Kuvveti kıyaslamasını ise katılımcıların 16'sı (42.1) doğru, 13'ü (34.2) hatalı, altı katılımcı (15.8) ise bu kıyaslamayı yapmamıştır.

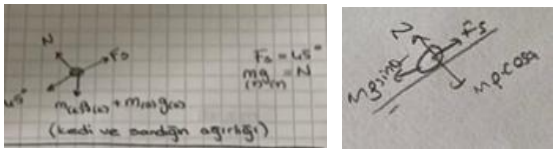
4.2.5. Beşinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

SCDÇÖ'de yer alan beşinci soru kapsamında eğimli zeminde üzerinde kedi olan durgun sandık için SCD çizilmesi istenmiştir. Soru 5 için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 31'de sunulmuştur. Şekil 31'e göre SCD'de olması gereken kedinin ağırlığını ve sürtünme kuvvetini katılımcıların çoğunluğu (31'i), sandığın ağırlığını tamamına yakını (36'sı), tepki kuvvetini tamamına yakını (35'i) belirlemiştir. 7 katılımcı kedinin ağırlığını, iki katılımcı sandığın ağırlığını üç katılımcı tepki kuvvetini, yedi katılımcı ise sürtünme kuvvetini diyagramda hiç göstermemiştir. Kedinin ağırlığının yönünü 27 katılımcı (%71.1) doğru olarak belirlerken dört katılımcı hatalı belirlemiştir. Sandığın ağırlığının yönünü 32 katılımcı (%84.2) doğru olarak belirlerken dört katılımcı hatalı belirlemiştir. Tepki kuvvetinin yönünü 13 katılımcı (%34.2) doğru olarak belirlerken 21 katılımcı hatalı belirlemiştir. Sürtünme kuvvetinin yönünü 15 katılımcı (%39.5) doğru olarak belirlerken 17 katılımcı hatalı olarak belirlemiştir. Ayrıca yapılan görüşmeler esnasında sürtünme kuvvetinin ne ile neyin arasında olduğu katılımcılara sorulduğunda sürtünme kuvvetini belirleyen katılımcıların büyük çoğunluğu (25'i) sandık ve zemin arasında, beş katılımcı kedi ve sandık arasında, bir katılımcı ise kedi ve zemin arasındaki sürtünme kuvvetini diyagramda gösterdiğini belirtmiştir. Sadece iki katılımcı hem kedi ile sandık arasında hem de sandık ve zemin arasında olacak şekilde iki adet sürtünme kuvvetinin mevcut olduğunu belirtmiştir.



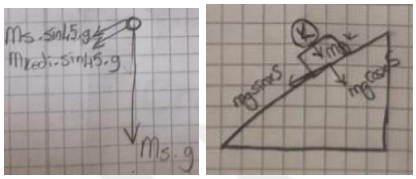
Şekil 31. Soru 5 için elde edilen bulgular

Tüm kuvvetleri ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcılardan örnekler Şekil 32'de verilmiştir:



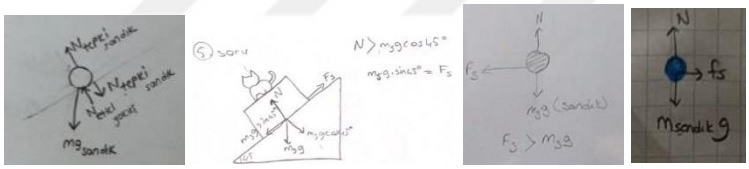
Şekil 32. Ö13, Ö24'ün beşinci soruya ait çizimleri

Tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetini belirlemeyen çizim örnekleri Şekil 33'te verilmiştir:



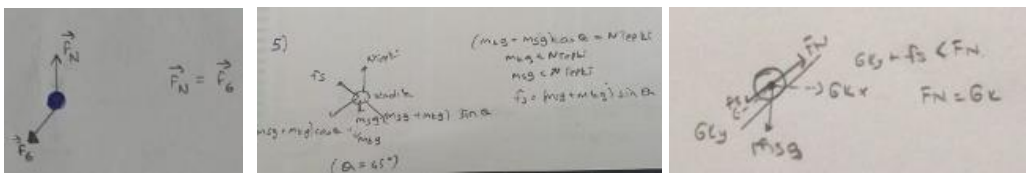
Şekil 33. Ö9, Ö30'un beşinci soruya ait çizimleri

Kedinin ağırlığını belirlemeyen katılımcıların çizim örnekleri Şekil 34'de verilmiştir:



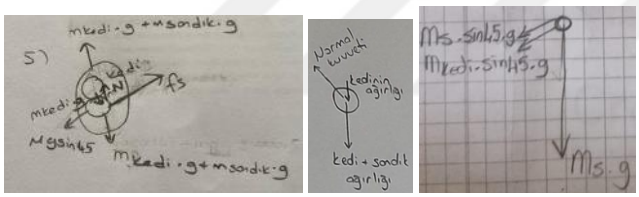
Şekil 34. Ö20, Ö22, Ö25, Ö31'in beşinci soruya ait çizimleri

Kedinin ağırlığı, sandığın ağırlığı ve sürtünme kuvvetinin yönlerini hatalı gösteren çizim örnekleri sırasıyla Şekil 35'te verilmiştir:



Şekil 35. Ö26, Ö33, Ö36'nın beşinci soruya ait çizimleri

Şekil 31’e göre yedi çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu çizimler; F, mg.cos45, mg.sin45, kedinin ağırlığı, V, etki kuvveti, uygulanan kuvvetlerdir. F’yi altı katılımcı diyagramda göstermiştir. Bu kuvvetin yönlerini ise bir katılımcı güneydoğu yönünde, üç katılımcı güneybatı yönünde, iki katılımcı ise batıya doğru olacak şekilde göstermiştir. mg.cos45’i 10 katılımcı diyagramda göstermiştir. Bu kuvvetin yönlerini ise sekiz katılımcı güneydoğu yönünde, iki katılımcı ise güney yönünde olacak şekilde göstermiştir. mg.sin45’i 16 katılımcı diyagramda göstermiştir. Bu kuvvetin yönlerini ise bir katılımcı güney, iki katılımcı doğu, 13 katılımcı da güneybatı yönünde olacak şekilde göstermiştir. Kedinin ağırlığını üç katılımcı güney yönünde olacak şekilde göstermiştir. V'yi çizen bir katılımcı güneydoğu yönünde olacak şekilde göstermiştir. Etki kuvvetini çizen bir katılımcı güneydoğu yönünde olacak şekilde göstermiştir. Uygulanan kuvveti ise iki katılımcı diyagramda göstermiştir. Bu katılımcılardan biri güneydoğu yönünde, diğer katılımcı ise doğu yönünde olacak şekilde göstermiştir. Fazladan kuvvet çizen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 36’da verilmiştir:



Şekil 36. Ö17, Ö7, Ö9’un beşinci soruya ait çizimleri

Şekil 31’e genel olarak bakıldığında katılımcıların büyüklük kıyaslaması yapma konusunda zorlandıkları görülmektedir. Bu soru için üç kıyaslama mevcuttur. Bunlardan ilki olan (Kedinin Ağırlığı +Sandığın Ağırlığı)>Sürtünme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların 12’si (%31.6) doğru, 12’si (%31.56) hatalı yaparken 13’ü (%34.2) bu kıyaslamayı yapmamıştır. İkinci kıyaslama olan Sürtünme Kuvveti=Tepki Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların altısı (%15.8) doğru, 22’si (%57.9) hatalı yaparken 10’u (%26.3) bu kıyaslamayı yapmamıştır. Sonuncu kıyaslama olan (Kedinin Ağırlığı +Sandığın Ağırlığı)>Tepki Kuvveti kıyaslamasını ise katılımcıların 11’i (%28.9) doğru, 19’u (%50) hatalı yaparken yedi katılımcı ise bu kıyaslamayı cevaplamamıştır.

4.2.6. Altıncı Sorudan Elde Edilen Bulgular

SCDÇÖ'de yer alan altıncı soru kapsamında Mehmet tarafından çekilen üzerinde Canan olan kızak için SCD çizilmesi istenmiştir. Altıncı soru iki alt sorudan oluşmaktadır. 6a için düz zeminde hareketli durum, 6b için eğimli zeminde hareketli durum söz konusudur. Soru 6a için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 37'de sunulmuştur.

	Kuvvetleri SCD'de Çizen Katılımcılar			Kuvvetlerin Yönlerini Doğru Çizen Katılımcılar	
	N	%		N	%
Canan'ın Ağırlığı	24	63.2	↓	24	63.2
Kızağın Ağırlığı	29	76.3	↓	29	76.3
Tepki Kuvveti	33	86.8	↑	33	86.8
Mehmet'in Çekme Kuvveti	37	97.4	→	36	94.7
Sürtünme Kuvveti	36	94.7	←	36	94.7

	Fazladan Çizim Yapan Katılımcılar		Çizilen Yönler
	N	%	
Yerçekimi K.	1	2.6	↑
Fx	1	2.6	→
Fy	1	2.6	↑
V	1	2.6	←

Cevap Anahtarına Göre SCD'de Olması Gereken Kuvvetler

Cevap Anahtarına Göre Kuvvetlerin Yönleri

SCD'de Fazladan Yapılan Çizimler

SORU 6a

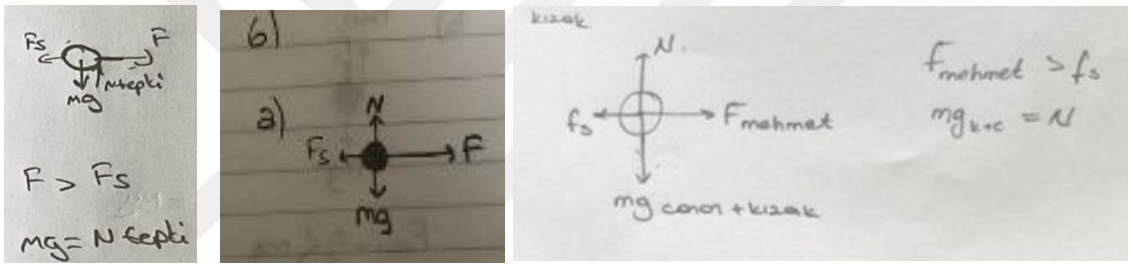
Cevap Anahtarına Göre SCD'de Olması Gereken Kuvvetlerin Büyüklük Kıyaslamaları

	Büyüklük Kıyaslamasını Doğru Yapan Katılımcılar	
	N	%
(Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı)>Sürtünme Kuvveti	12	31.6
Sürtünme Kuvveti=Mehmet'in Çekme Kuvveti	3	7.9
(Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı) >Mehmet'in Çekme Kuvveti	7	18.4
Sürtünme Kuvveti<Tepki Kuvveti	18	47.4
Mehmet'in Çekme Kuvveti<Tepki Kuvveti	2	5.3
(Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı) =Tepki Kuvveti	15	39.5

Şekil 37. Soru 6a için elde edilen bulgular

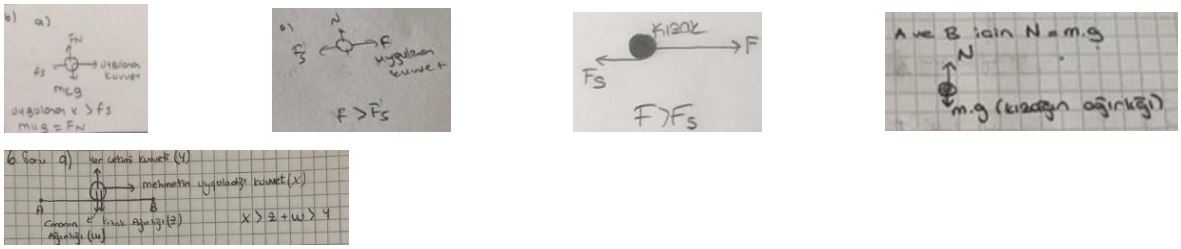
Şekil 37'ye göre SCD'de olması gereken kuvvetlerden Canan'ın ağırlığını katılımcıların yarısından fazlası (%63.2), kızağın ağırlığını katılımcıların büyük çoğunluğu (%76.3), Tepki kuvvetini tamamına yakını (%86.8), Mehmet'in çekme kuvvetini tamamına yakını (%94.7) ve sürtünme kuvvetini tamamına yakını (%92.1) doğru olarak belirlemiştir. Bu kuvvetlere diyagramda yer veren tüm katılımcılar yönlerini de doğru olarak çizmiştir. Sadece bir katılımcı Mehmet'in çekme kuvvetinin yönünü hatalı olarak kuzeydoğu yönünde çizmiştir.

Tüm kuvvetleri ve yönlerini doğru olarak çizen katılımcılardan örnekler Şekil 38'de verilmiştir:



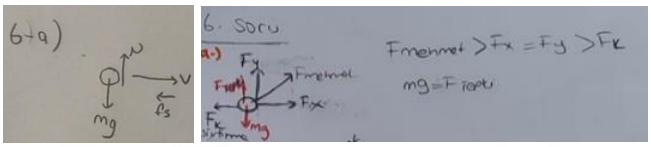
Şekil 38. Ö1, Ö12, Ö16''nın soru 6a'ya ait çizimleri

Canan'ın ağırlığı, kızağın ağırlığı, Tepki kuvveti, Mehmet'in çekme kuvveti ve sürtünme kuvvetini belirlemeyen katılımcıların çizim örnekleri sırasıyla Şekil 39'da verilmiştir:



Şekil 39. Ö36, Ö24, Ö8, Ö13, Ö30un soru 6a'ya ait çizimleri

Şekil 37'ye göre fazladan yapılan çizimler (yerçekimi kuvveti, Fx, Fy, V) olduğu görülmektedir. Bu çizimlerin her birine birer kez rastlanmıştır. Aynı katılımcı tarafından çizilen Fx (doğu yönünde) ve Fy (kuzey yönünde), Mehmet'in çekme kuvvetinin bileşenleri olarak diyagramda yer almıştır. Fazladan yapılan çizimlerden Yerçekimi kuvveti kuzey yönünde ve V ise batı yönünde olacak şekilde diyagrama eklemiştir. Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 40'da verilmiştir:



Şekil 40. Ö4 ve Ö27'nin soru 6a'a ait çizimleri

Şekil 37'den katılımcıların büyüklük kıyaslaması yapma konusunda zorlandıkları görülmektedir. Bu soru ile ilgili altı kıyaslama mevcuttur. Bunlardan ilki olan (Canan'ın Ağırlığı + Kızağın Ağırlığı)>Sürtünme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların 12'si (%31.6) doğru, altısı (%15.8) hatalı yaparken yarısından fazlası (%52.6) yapmamıştır. Fs=Mehmet'in Çekme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların üçü (%7.9) doğru, tamamına yakını (%84.2) hatalı yaparken üçü (%7.9) yapmamıştır. (Canan'ın Ağırlığı + Kızağın Ağırlığı) >Mehmet'in Çekme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların yedisi (%18.4) doğru, 13'ü (%34.2) hatalı yaparken katılımcıların yarısına yakını (18'i) yapmamıştır. Sürtünme Kuvveti<Tepki Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların yarısına yakını (18'i) doğru, 12'si (%31.6) hatalı yaparken sekizi (%21.1) yapmamıştır. Mehmet'in Çekme Kuvveti<Tepki Kuvveti kıyaslamasını iki katılımcı (%5.3) doğru, çoğunluğu (%73.7) hatalı yaparken sekiz katılımcı (%21.1) yapmamıştır. (Canan'ın Ağırlığı + Kızağın Ağırlığı) =Tepki Kuvveti kıyaslamasını ise, katılımcıların yarısına yakını (%39.5) doğru, altısı (%15.8) hatalı yaparken yarısına yakını (%44.7) yapmamıştır. Soru 6a için altı büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Tüm büyüklük kıyaslamalarını doğru yapan katılımcı sayısı sıfırdır.

Soru 6b için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 41'de sunulmuştur.

	Kuvvetleri SCD'de Çizen Katılımcılar			Kuvvetlerin Yönlerini Doğru Çizen Katılımcılar	
	N	%		N	%
Canan'ın Ağırlığı	25	65.8	↓	24	63.2
Kızağın Ağırlığı	29	76.3	↓	28	73.7
Tepki Kuvveti	31	81.6	↖	12	31.6
Mehmet'in Çekme Kuvveti	33	86.9	↗	24	63.2
Sürtünme Kuvveti	34	89.5	↙	24	63.2

	Fazladan Çizim Yapan Katılımcılar		Çizilen Yönler
	N	%	
Mg.cos45	4	10.5	↑
	1	2.6	↓
	7	18.4	↘
V	1	2.6	↗
	5	13.2	↙
Mg.sin45	4	10.5	→
	2	5.3	↗

Cevap Anahtarına Göre SCD'de Olması Gereken Kuvvetler

Cevap Anahtarına Göre Kuvvetlerin Yönleri

SCD'de Fazladan Yapılan Çizimler

SORU 6b

Cevap Anahtarına Göre SCD'de Olması Gereken Kuvvetlerin Büyüklük Kıyaslamaları

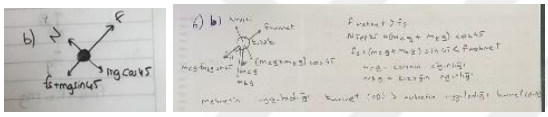
	Büyüklük Kıyaslamasını Doğru Yapan Katılımcılar	
	N	%
(Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı)>Sürtünme Kuvveti	19	50
Sürtünme Kuvveti<Mehmet'in Çekme Kuvveti	27	71.1
(Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı) >Mehmet'in Çekme Kuvveti	7	18.4
Sürtünme Kuvveti<Tepki Kuvveti	13	34.2
Mehmet'in Çekme Kuvveti<Tepki Kuvveti	2	5.3
(Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı) >Tepki Kuvveti	7	18.4

Şekil 41. Soru 6b için elde edilen bulgular

Şekil 41'e göre SCD'de olması gereken kuvvetlerden Canan'ın ağırlığını katılımcıların yarısından fazlası (%65.8), kızağın ağırlığını çoğunluğu (%76.3), tepki kuvvetini tamamına yakını (%81.6), Mehmet'in Çekme Kuvvetini tamamına yakını (%86.9), Sürtünme Kuvvetini tamamına yakını (%89.5) doğru olarak belirlemiştir. 13 katılımcı Canan'ın ağırlığını, dokuz katılımcı kızağın ağırlığını, yedi katılımcı tepki kuvvetini, beş katılımcı Mehmet'in Çekme Kuvvetini ve dört katılımcı Sürtünme Kuvvetini diyagramda hiç göstermemiştir. Katılımcıların yarısından fazlası Canan'ın Ağırlığının yönünü (%63.2), kızağın ağırlığının yönünü (%73.7), Mehmet'in çekme kuvvetinin yönünü (%63.2) ve

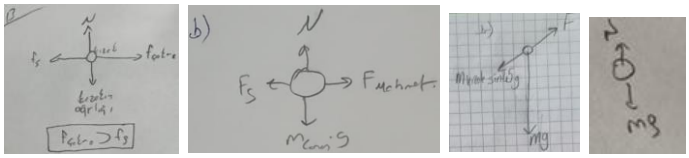
Sürtünme kuvvetinin yönünü (%63.2), yarısına yakını ise Tepki kuvvetinin yönünü (%31.6) doğru olarak belirlemiştir. Canan'ın ağırlığı ve kızağın ağırlığının yönünü hatalı belirleyen katılımcı güneybatı yönünde olacak şekilde çizim yapmıştır. Tepki kuvvetinin yönünü hatalı belirleyen 18 katılımcının 11'i kuzey, yedisi kuzeydoğu yönünde olacak şekilde çizim yapmışlardır. Mehmet'in Çekme Kuvvetinin yönünü hatalı belirleyen dokuz katılımcının sekizi doğu yönünde, biri ise güneybatı yönünde olarak belirtmiştir. Sürtünme Kuvvetinin yönünü hatalı belirleyen on kişi ise batı yönünde olacak şekilde kuvvet yönlerini belirlemiştir.

SCD'de olması gereken kuvvetleri ve yönlerini doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 42'de verilmiştir:



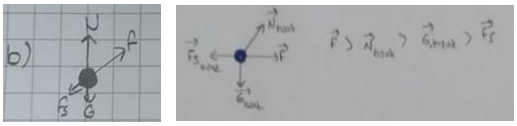
Şekil 42. Ö12, Ö33'ün soru 6b'ye ait çizimleri

Canan'ın ağırlığı, kızağın ağırlığı, Tepki kuvveti, Mehmet'in çekme kuvveti ve sürtünme kuvvetini belirlemeyen katılımcıların çizim örnekleri sırasıyla Şekil 43'te verilmiştir:



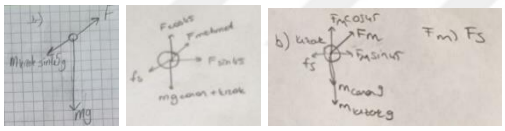
Şekil 43. Ö3, Ö6, Ö9, Ö24'ün soru 6b'ye ait çizimleri

Tepki kuvveti, Mehmet'in çekme kuvveti ve sürtünme kuvvetinin yönünü hatalı çizen katılımcıların çizim örnekleri sırasıyla Şekil 44'de verilmiştir:



Şekil 44. Ö5, Ö26'nın soru 6b'ye ait çizimleri

Şekil 41'e göre üç çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu kuvvetler mg.cos45, V ve mg.sin45 kuvvetleridir. Mg.cos45'i katılımcıların yarısına yakını (12'si) diyagramda göstermiştir. Bu kuvvetlerin yönleri ise dört katılımcı kuzey, bir katılımcı güney ve yedi katılımcı ise güneydoğu yönünde olacak şekilde diyagramda göstermiştir. V'yi diyagramda gösteren bir katılımcı kuzeydoğu yönünde olacak şekilde çizim yapmıştır. Mg.sin45'i diyagramda 11 kişi göstermiştir. Bu kuvvetin yönlerini ise beş katılımcı güneybatı yönünde, dört katılımcı doğu yönünde ve iki katılımcı ise kuzeydoğu yönünde olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 45'te verilmiştir:



Şekil 45. Ö9, Ö16, Ö19'un soru 6b'ye ait çizimleri

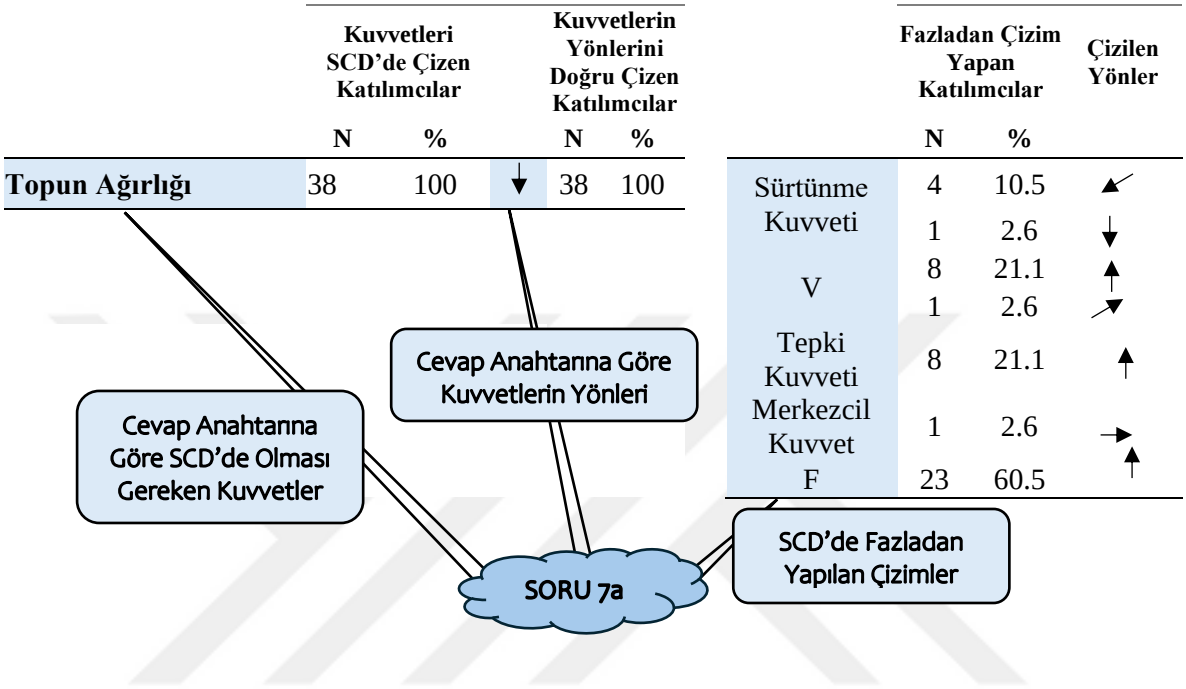
Şekil 41'e genel olarak bakıldığında katılımcıların büyüklük kıyaslaması yapma konusunda zorlandıkları görülmektedir. Bu soru ile ilgili altı kıyaslama mevcuttur. Bunlardan ilki olan (Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı)>Sürtünme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların yarısı (%50) doğru, üçü (%7.9) hatalı yaparken yarısına yakını (%42.1) bu kıyaslamayı yapmamıştır. İkinci kıyaslama olan Sürtünme Kuvveti<Mehmet'in Çekme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların büyük çoğunluğu (%71.1) doğru, üçü (%7.9) yanlış yaparken sekizi (%21.1) bu kıyaslamayı yapmamıştır. Üçüncü kıyaslama olan (Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı) >Mehmet'in Çekme Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların yedisi (%18.4) doğru, 11'i (%28.9) hatalı yaparken katılımcıların yarısından fazlası (20'si) bu kıyaslamayı yapmamıştır. Dördüncü kıyaslama olan Sürtünme Kuvveti<Tepki Kuvveti kıyaslamasını katılımcıların yarısına yakını (13'ü) doğru, 13'ü (%34.2) hatalı yaparken 12'si

(%31.6) bu kıyaslamayı hiç yapmamıştır. Beşinci kıyaslama olan Mehmet'in Çekme Kuvveti<Tepki Kuvveti kıyaslamasını iki katılımcı (%5.3) doğru, yarısından fazlası (%55.3) hatalı yaparken 15 katılımcı (%39.5) bu kıyaslamayı hiç yapmamıştır. Son kıyaslama olan (Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı) >Tepki Kuvveti kıyaslamasını ise katılımcıların yedisi (%18.4) doğru, sekizi (%21.1) hatalı yaparken yarısından fazlası (%60.5) bu kıyaslamayı cevaplamamıştır. Soru 6b için altı büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Tüm büyüklük kıyaslamalarını doğru yapan katılımcı sayısı sıfırdır.

4.2.7. Yedinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

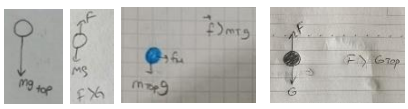
SCDÇÖ'de yer alan yedinci soru kapsamında havaya atılan top için SCD çizilmesi istenmiştir. Yedinci soru üç alt sorudan oluşmaktadır. 7a için zemin harici hareketli durum (top yukarı doğru hareket halinde), 7b'de zemin harici durgun durum (top en üst noktada durgun) ve 7c için de zemin harici hareketli durum (top aşağı doğru hareket halinde) söz konusudur. Soru 7a için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 46'da sunulmuştur. Şekil 46'ya genel olarak bakıldığında diyagramda olması gereken topun ağırlığını katılımcıların tamamı belirlemiştir. Katılımcıların tamamı topun ağırlığının yönünü de doğru olarak belirlemiştir. 7a. soru için 35 katılımcının çizimlerinde SCD'de olmaması gereken toplam 46 çizim yaptığı görülmüştür. Bu çizimler incelendiğinde beş çeşit fazladan tür çizimi yapıldığı görülüştür. Bu çizimler; sürtünme kuvveti, V, tepki kuvveti, merkezcil kuvvet, F kuvvetleridir. Sürtünme kuvvetini diyagrama beş katılımcı çizmiştir. Bir katılımcı güneybatı yönünde, dört katılımcı güney yönünde olacak şekilde çizmiştir. V'yi diyagramda gösteren dokuz katılımcı olduğu görülmektedir. Bir katılımcı kuzeydoğu yönünde, sekiz katılımcı ise kuzey yönde olacak şekilde çizim yapmıştır. Tepki kuvvetini diyagramda gösteren sekiz katılımcı da kuzey yönlü olarak çizmiştir. Merkezcil kuvveti diyagrama ekleyen bir katılımcı doğu yönünde olacak şekilde diyagrama eklemiştir. F'yi çizimlerinde gösteren 23 katılımcının tamamı kuzey yönlü olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Yapılan görüşmelerde fazladan çizilen F'ler sorgulandığında F'yi diyagrama ekleyen tüm katılımcılar Ali'nin topa uyguladığı kuvvet olduğunu dile getirmişlerdir. Yani katılımcıların yarısından fazlası topa hareket boyunca uygulanan kuvvetin etki ettiği önbilgisine sahiptir.

Bu soru için SCD çizilirken bir kuvvet çizimi olması gerektiğinden bu soru kapsamında kuvvetler ile ilgili büyüklük kıyaslaması mevcut değildir. SCD'de sadece bir kuvvet çizen katılımcı sayısı üçtür.



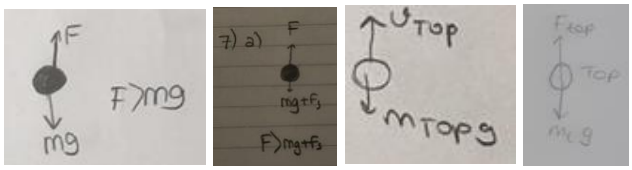
Şekil 46. Soru 7a için elde edilen bulgular

Topun ağırlığını ve yönünü doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 47'de verilmiştir:



Şekil 47. Ö20, Ö24, Ö31, Ö37'nin soru 7a'ya ait çizimleri

Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 47'de yer almaktadır. Şekil 48'de ilave örnekler verilmiştir:

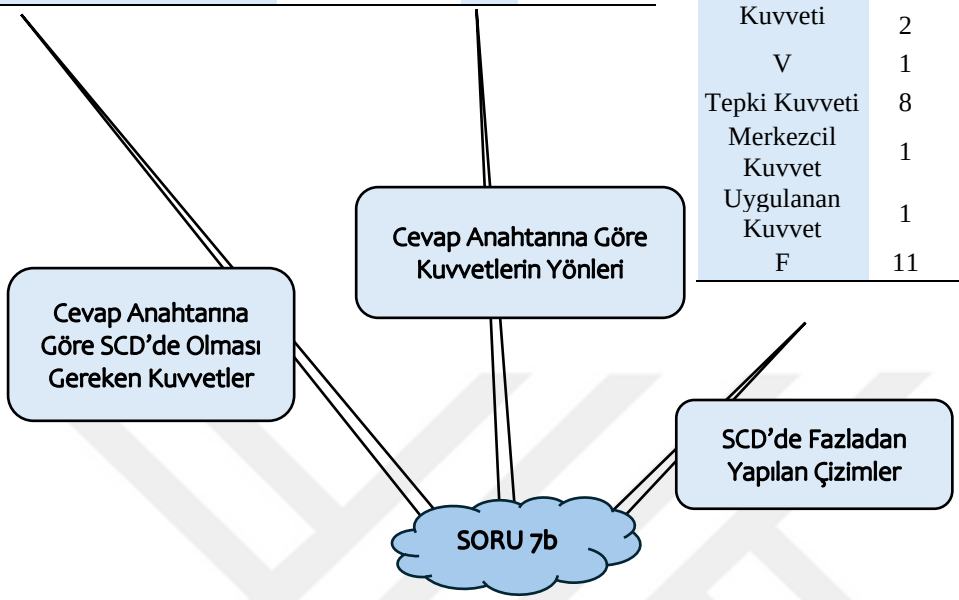


Şekil 48. Ö8, Ö12, Ö19, Ö21'in soru 7a'ya ait çizimleri

Soru 7b için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 49'da sunulmuştur. Şekil 49'a genel olarak bakıldığında diyagramda olması gereken topun ağırlığını katılımcıların tamamına yakını (36'sı) belirlemiştir. Katılımcıların tamamına yakını (36'sı) topun ağırlığının yönünü de doğru olarak belirlemiştir. 7b. soru için 18 katılımcının çizimlerinde SCD'de olmaması gereken toplam 25 çizim yaptığı görülmüştür. Bu çizimler incelendiğinde altı çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu çizimler; sürtünme kuvveti, V, tepki kuvveti, merkezcil kuvvet, uygulanan kuvvet ve F kuvvetleridir. Sürtünme kuvvetini diyagramda üç katılımcı çizmiştir. İki katılımcı güney, bir katılımcı kuzey yönde olacak şekilde çizmiştir. V'yi diyagramda gösteren bir katılımcı kuzey yönde olacak şekilde çizmiştir. Tepki kuvvetini diyagramda gösteren sekiz katılımcı da kuzey yönde olacak şekilde çizmiştir. Merkezcil kuvveti diyagrama ekleyen bir katılımcı kuzey yönde olacak şekilde diyagrama eklemiştir. Uygulanan kuvveti diyagramda gösteren bir katılımcı doğu yönünde olacak şekilde çizmiştir. F'yi çizimlerinde gösteren 11 katılımcının tamamı kuzey yönde olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Yapılan görüşmelerde fazladan çizilen F'ler sorgulandığında F'yi diyagrama ekleyen tüm katılımcılar Ali'nin topa uyguladığı kuvvet olduğunu dile getirmişlerdir. Yani katılımcıların %28.9'u topa hareket boyunca uygulanan kuvvetin etki ettiği önbilgisine sahiptir. Bu soru için SCD çizilirken bir kuvvet çizimi olması gerektiğinden bu soru kapsamında kuvvetler ile ilgili büyüklük kıyaslaması mevcut değildir. SCD'de sadece bir kuvvet çizen katılımcı sayısı 15'tir.

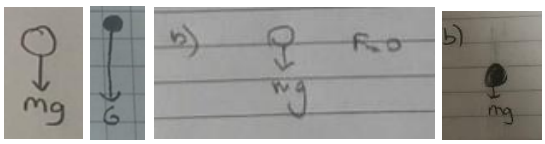
	Kuvvetleri SCD'de Çizen Katılımcılar			Kuvvetlerin Yönlerini Doğru Çizen Katılımcılar	
	N	%		N	%
Topun Ağırlığı	38	100	↓	38	100

	Fazladan Çizim Yapan Katılımcılar		Çizilen Yönler
	N	%	
Sürtünme Kuvveti	1	2.6	↑
	2	5.3	↓
V	1	2.6	↑
Tepki Kuvveti	8	21.1	↑
Merkezcil Kuvvet	1	2.6	→
Uygulanan Kuvvet	1	2.6	→
F	11	28.9	↑



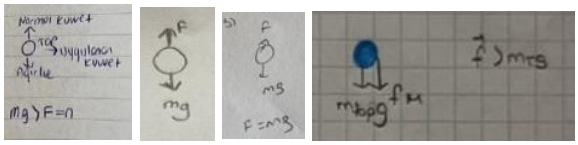
Şekil 49. Soru 7b için elde edilen bulgular

Topun ağırlığını ve yönünü doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 50'de verilmiştir:



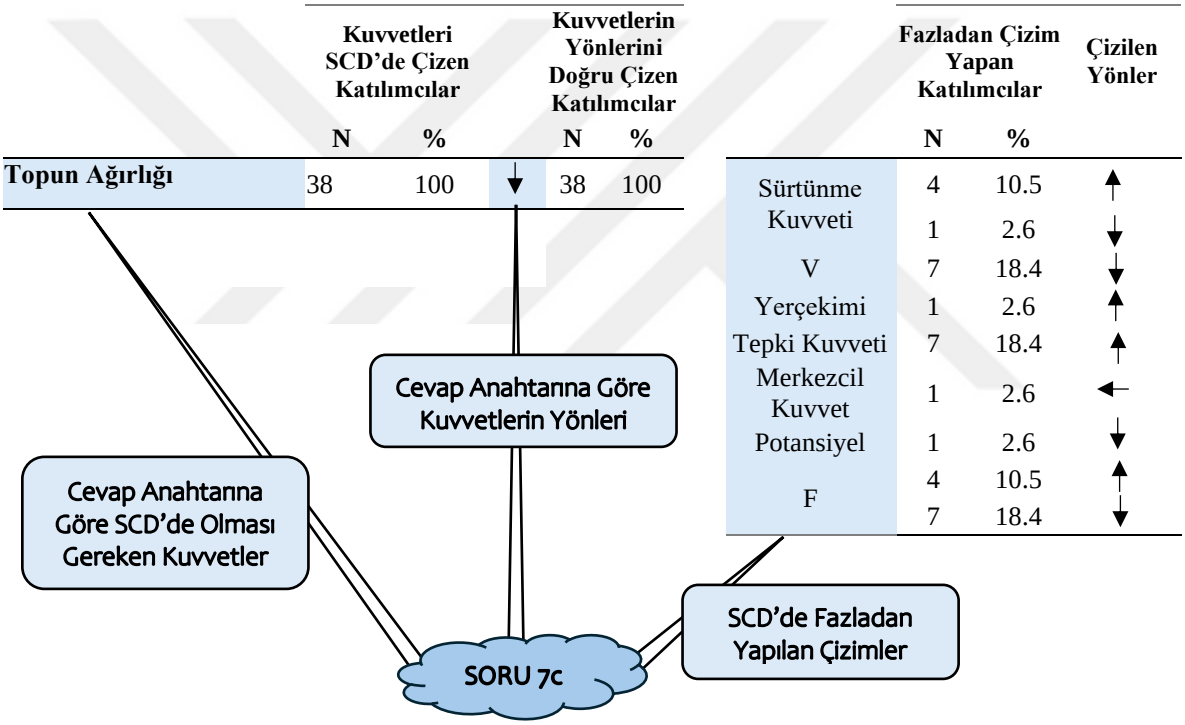
Şekil 50. Ö4, Ö5, Ö10, Ö12'nin soru 7b'ye ait çizimleri

Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 51'de verilmiştir:



Şekil 51. Ö14, Ö17, Ö24, Ö31 ’in soru 7b’ye ait çizimleri

Soru 7c için SCD’de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslamaları ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 52’de sunulmuştur.

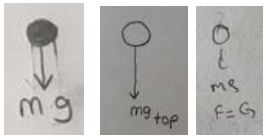


Şekil 52. Soru 7c için elde edilen bulgular

Şekil 52’ye genel olarak bakıldığında diyagramda olması gereken topun ağırlığını katılımcıların tamamı belirlemiştir. Katılımcıların tamamı topun ağırlığının yönünü de doğru olarak belirlemiştir. 7c. soru için 27 katılımcının çizimlerinde SCD’de olmaması gereken toplam 33 çizim yaptığı görülmüştür. Bu çizimler incelendiğinde yedi çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu çizimler; sürtünme kuvveti, V, yerçekimi, tepki kuvveti, merkezcil kuvvet, potansiyel ve F kuvvetleridir. Sürtünme kuvvetini diyagrama beş katılımcı

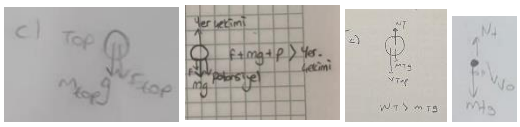
çizmiştir. Bir katılımcı güney, dört katılımcı kuzey yönde olacak şekilde çizmiştir. V'yi diyagramda gösteren yedi katılımcı güney yönünde olacak şekilde çizmiştir. Yerçekimi kuvvetini diyagramda gösteren bir katılımcı kuzey yönde olacak şekilde çizmiştir. Tepki kuvvetini diyagramda gösteren yedi katılımcı da kuzey yönlü olarak çizmiştir. Merkezcil kuvveti diyagrama ekleyen bir katılımcı batı yönünde olacak şekilde diyagrama eklemiştir. Potansiyel kuvveti diyagramda gösteren bir katılımcı güney yönde olacak şekilde çizmiştir. F'yi çizimlerinde gösteren 11 katılımcının dördü kuzey, yedisi güney yönünde olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Yapılan görüşmelerde fazladan çizilen F'ler sorgulandığında F'yi diyagrama ekleyen tüm katılımcılar Ali'nin topa uyguladığı kuvvet olduğunu dile getirmişlerdir. Yani katılımcıların %28.9'u topa hareket boyunca uygulanan kuvvetin etki ettiği önbilgisine sahiptir. Bu soru için SCD çizilirken bir kuvvet çizimi olması gerektiğinden bu soru kapsamında kuvvetler ile ilgili büyüklük kıyaslaması mevcut değildir. SCD'de sadece bir kuvvet çizen katılımcı sayısı 11'dir.

Topun ağırlığını ve yönünü doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 53'te verilmiştir:



Şekil 53. Ö8, Ö20, Ö24'ün soru 7c'ye ait çizimleri

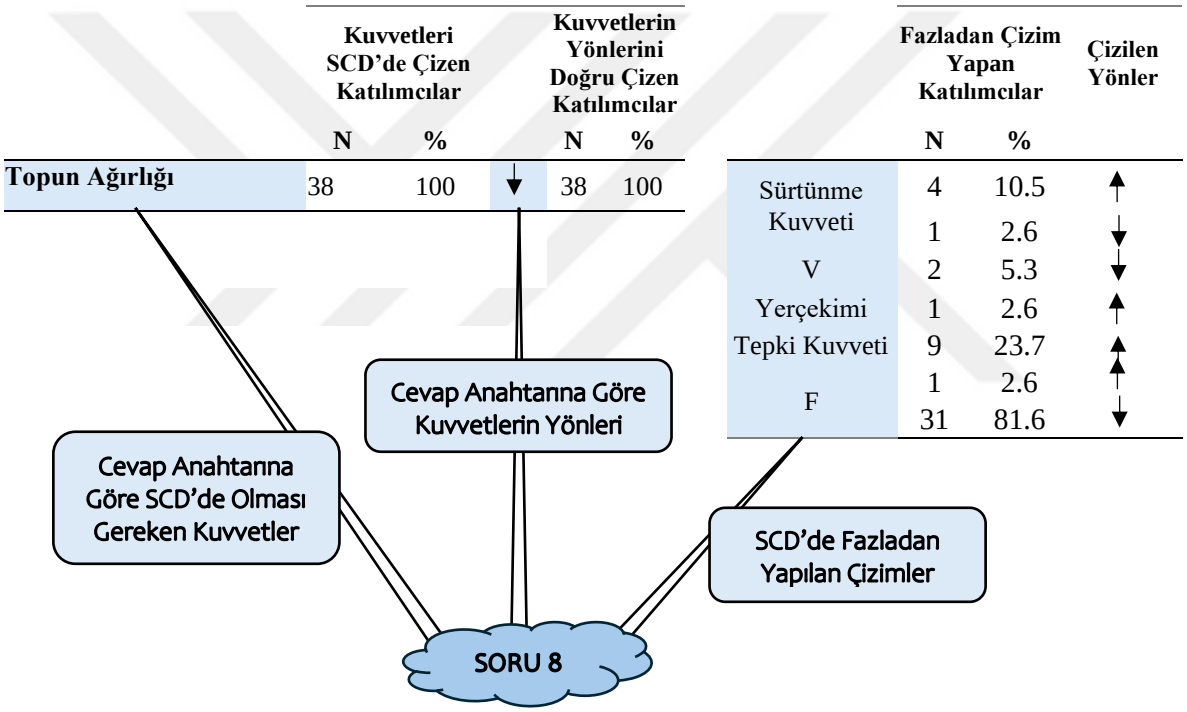
Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 54'de verilmiştir:



Şekil 54. Ö21, Ö30, Ö33, Ö35'in soru 7c'ye ait çizimleri

4.2.8. Sekizinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

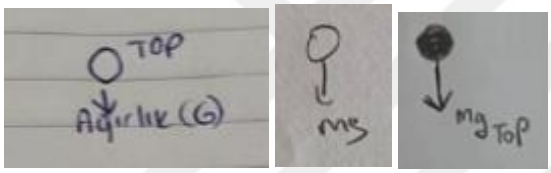
SCDÇÖ'de yer alan sekizinci soru kapsamında bir binanın tepesinden atılan top için SCD çizilmesi istenmiştir. Soru 8 için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslaması ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 55'te sunulmuştur.



Şekil 55. Soru 8 için elde edilen bulgular

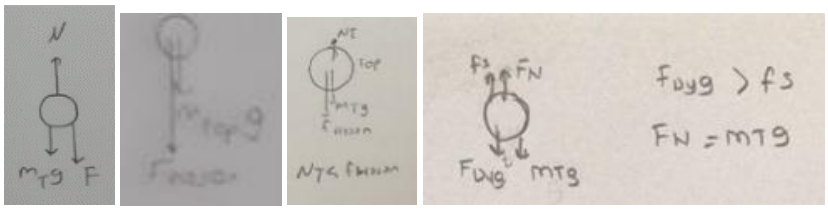
Şekil 55'e genel olarak bakıldığında diyagramda olması gereken topun ağırlığını katılımcıların tamamı belirlemiştir. Katılımcıların tamamı topun ağırlığının yönünü de doğru olarak belirlemiştir. 8. soru için 35 katılımcının çizimlerinde SCD'de olmaması gereken toplam 49 çizim yaptığı görülmüştür. Bu çizimler incelendiğinde beş çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu kuvvetler; sürtünme kuvveti, V, yerçekimi, tepki kuvveti ve F kuvvetleridir. Sürtünme kuvvetini diyagrama beş katılımcı çizmiştir. Bir katılımcı güney,

dört katılımcı kuzey yönde olacak şekilde çizmiştir. V'yi diyagramda gösteren iki katılımcı güney yönünde olacak şekilde çizmiştir. Yerçekimi kuvvetini diyagramda gösteren bir katılımcı kuzey yönünde olacak şekilde çizmiştir. Tepki kuvvetini diyagramda gösteren dokuz katılımcı da kuzey yönlü olarak çizmiştir. F'yi çizimlerinde gösteren 32 katılımcının biri kuzey, 31'i güney yönlü olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Yapılan görüşmelerde fazladan çizilen F'ler sorgulandığında F'yi diyagrama ekleyen tüm katılımcılar Hasan'ın topa uyguladığı kuvvet olduğunu dile getirmişlerdir. Yani katılımcıların büyük çoğunluğu topa hareket boyunca uygulanan kuvvetin etki ettiği önbilgisine sahiptir. Bu soru için SCD çizilirken bir kuvvet çizimi olması gerektiğinden bu soru kapsamında kuvvetler ile ilgili büyüklük kıyaslaması mevcut değildir. SCD'de sadece bir kuvvet çizen katılımcı sayısı üçtür. Topun ağırlığını ve yönünü doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 56'da verilmiştir:



Şekil 56. Ö14, Ö24, Ö26'nın soru sekize ait çizimleri

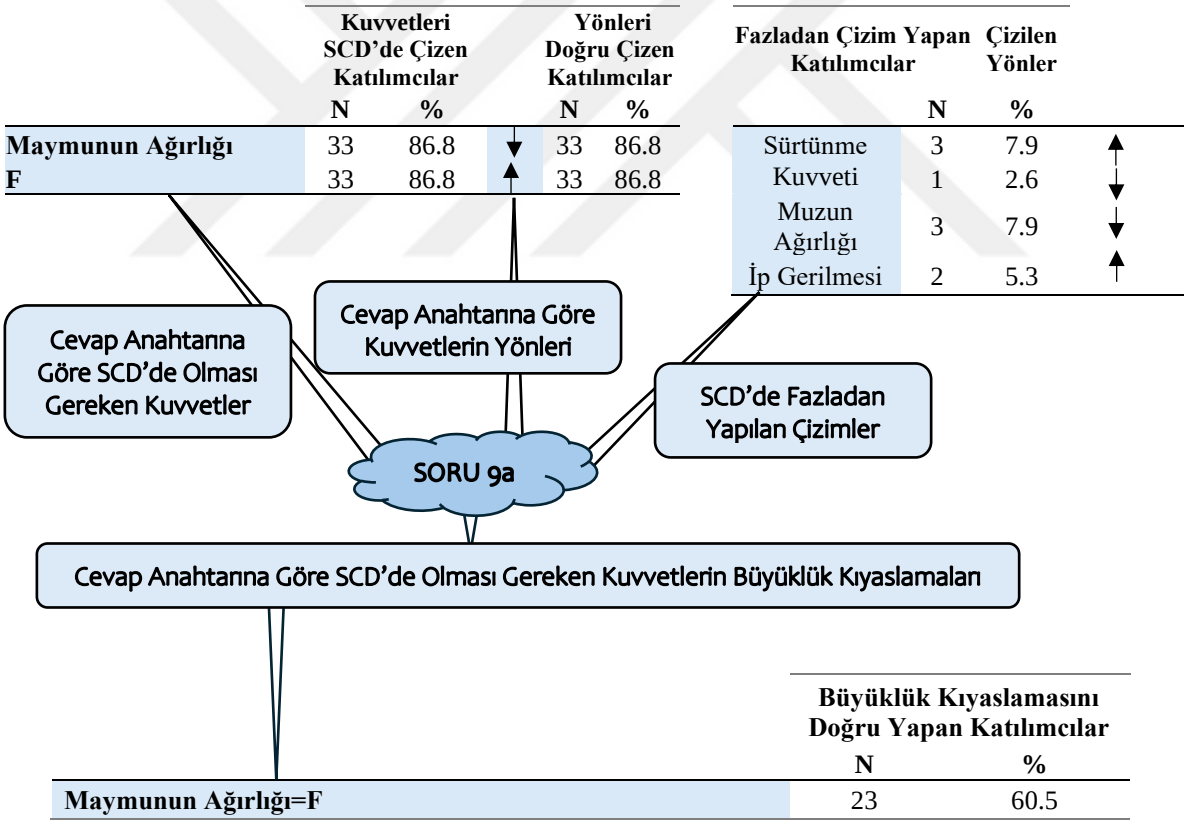
Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 57'de verilmiştir:



Şekil 57. Ö6, Ö21, Ö33, Ö36'nın soru sekize ait çizimleri

4.2.9. Dokuzuncu Sorudan Elde Edilen Bulgular

9. soru kapsamında katılımcıların çizimleri incelendiğinde beş katılımcının çizimleri SCD formatına uygun olmadığı için soru genelinde analiz dışı bırakılmıştır. Bu beş katılımcı bu soru için analiz dışı bırakıldığından dolayı bu soruda çizimleri analiz edilen katılımcı sayısı 33'tür. SCDÇÖ'de yer alan dokuzuncu soru kapsamında makaraya bağlı ipe tutunan maymun için SCD çizilmesi istenmiştir. Dokuzuncu soru iki alt sorudan oluşmaktadır. 9a ziçin zemin harici durgun durum, 9b'de zemin harici hareketli durum söz konusudur. Soru 9a için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslaması ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 58'de sunulmuştur.

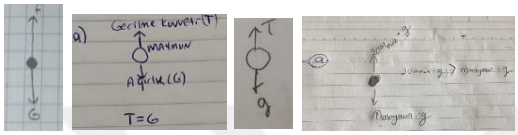


Şekil 58. Soru 9a için elde edilen bulgular

Şekil 58'e göre SCD'de olması gereken kuvvetlerden maymunun ağırlığını katılımcıların tamamına yakını (33'ü) doğru olarak belirlemiş yön olarak da doğru yönde

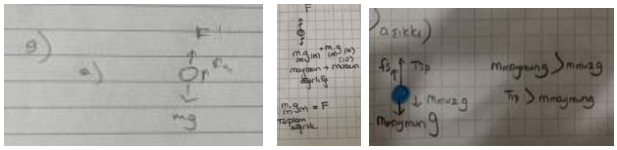
olacak şekilde çizmiştir. F'yi katılımcıların tamamına yakını (33'ü) doğru olarak belirlemiş ve yön olarak da doğru yönde çizmiştir. Hatalı yönde çizim yapan katılımcı bulunmamaktadır.

Tüm kuvvetler ve yönlerini doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 59'da verilmiştir:



Şekil 59. Ö5, Ö14, Ö29, Ö37'nin soru 9a'ya ait çizimleri

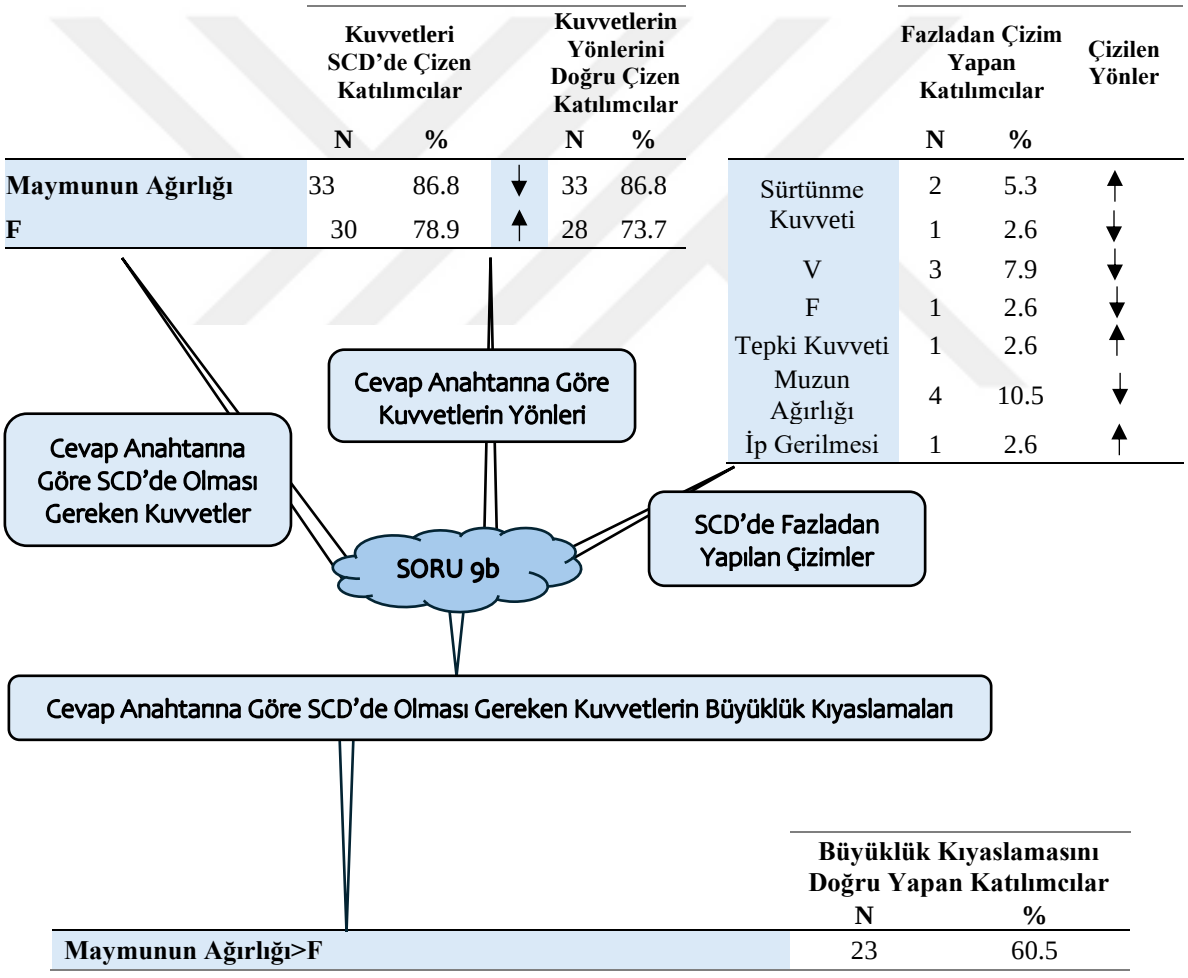
Şekil 58'e göre üç çeşit fazladan kuvvet çizildiği görülmektedir. Bu kuvvetler; Sürtünme Kuvveti, muzun ağırlığı ve ip gerilme kuvvetleridir. Sürtünme kuvvetini diyagrama dört katılımcı eklemiştir. Bu katılımcıların üçü sürtünme kuvvetini kuzey yönünde çizerken biri güney yönlü olacak şekilde çizmiştir. Muzun ağırlığını diyagrama çizen üç katılımcı da güney yönünde olarak belirlemiştir. İp gerilmesini diyagrama çizen iki katılımcı da kuzey yönlü olacak şekilde çizimini yapmıştır. Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 60'da verilmiştir:



Şekil 60. Ö10, Ö13, Ö31'in soru 9a'ya ait çizimleri

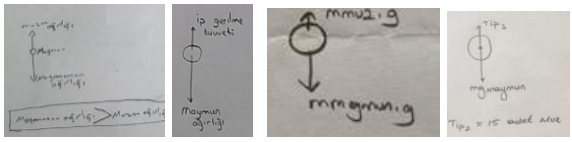
Şekil 58 genel olarak incelendiğinde bu soru için bir kıyaslama olduğu görülmektedir. Katılımcıların yarısından fazlası (%60.5) Maymunun Ağırlığı=F kıyaslamasını doğru olarak yapmıştır. Dokuz katılımcı (%23.7) bu kıyaslamayı hatalı yaparken bir katılımcı ise (%2.6) kıyaslama yapmamıştır.

Soru 9b için SCD'de olması gereken kuvvetler, kuvvetlerin yönleri ve büyüklük kıyaslaması ile ilgili olarak katılımcılardan elde edilen bulgular Şekil 61'de sunulmuştur. Şekil 61'e bakıldığında diyagramda olması gereken kuvvetlerden muzun ağırlığını katılımcıların tamamına yakını (33'ü) doğru olarak belirlemiştir. Muzun ağırlığının yönünü belirleyen tüm katılımcılar yönü de doğru olarak belirlemiştir. F'yi 30 katılımcı doğru olarak göstermiştir. Yönlerini ise katılımcıların 28'i (%73.7) doğru şekilde belirlerken ikisi güney yönlü olacak şekilde diyagramda göstermiştir.



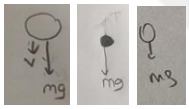
Şekil 61. Soru 9b için elde edilen bulgular

Tüm kuvvetler ve yönlerini doğru olarak belirleyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 62'de verilmiştir:



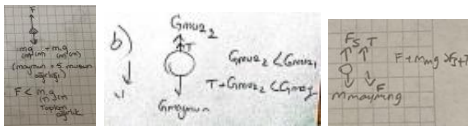
Şekil 62. Ö3, Ö7, Ö17, Ö16'nın soru 9b'ye ait çizimleri

F kuvvetini belirlemeyen katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 63'de verilmiştir:



Şekil 63. Ö4, Ö8, Ö24'ün soru 9b'ye ait çizimleri

Şekil 61'e göre altı çeşit fazladan çizim yapıldığı görülmektedir. Bu çizimler; sürtünme kuvveti, V, F, tepki kuvveti, muzun ağırlığı ve ip gerilmesi kuvvetleridir. Sürtünme kuvvetini diyagrama üç katılımcı çizmiştir. Bir katılımcı güney, iki katılımcı kuzey yönünde olacak şekilde çizmiştir. V'yi diyagramda gösteren üç katılımcı güney yönünde olacak şekilde çizmiştir. F kuvvetini diyagramda gösteren bir katılımcı güney yönünde olacak şekilde çizmiştir. Tepki kuvvetini diyagramda gösteren bir katılımcı da kuzey yönlü olarak çizmiştir. Muzun ağırlığını çizimlerinde gösteren dört katılımcı güney yönlü olacak şekilde çizmiştir. İp gerilmesini diyagramda gösteren bir katılımcı kuzey yönlü olacak şekilde diyagramda göstermiştir. Fazladan kuvvet çizimi yapan katılımcıların çizimlerine örnekler Şekil 64'te verilmiştir:



Şekil 64. Ö13, Ö23, Ö28'in soru 9b'ye ait çizimleri

Şekil 61 genel olarak incelendiğinde bu soru için bir kıyaslama olduğu görülmektedir. Katılımcıların yarısından fazlası (%60.5) Maymunun Ağırlığı>F kıyaslamasını doğru olarak yapabilmişlerdir. Beş katılımcı (%13.2) bu kıyaslamayı hatalı yaparken beş katılımcı ise (%13.2) kıyaslama yapmamıştır.

4.3. Sorulardan Elde Edilen Bulguların Koordineli Analizi Sonucunda Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın birinci ve ikinci alt problemlerine hizmet etmek üzere, kuvvetler ve yönleri ile ilgili yapılan hatalar Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te özetlenmiştir. Tablo 3'te; SCD'de olması gereken ancak, çizilen SCD'de yer verilmeyen kuvvetlere dair ayrıntılar verilmiştir. Tablo 4'te SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerinde yapılan hatalara dair ayrıntılar verilmiştir. Tablo 5'te ise, SCD'de olmaması gerektiği halde çizilen SCD'de yer alan kuvvetlere dair ayrıntılar verilmiştir. Tablolarda sorular S1, S2…şeklinde belirtilmiştir. Soru numarasının yanında parantez içerisindeki sayılar ilgili hatayı yapan katılımcı sayılarıdır.

Tablo 3.

SCD'de olması gereken ancak, çizilen SCD'de yer verilmeyen kuvvetlere dair ayrıntılar

Kuvvet	**Düz Zemin**		**Eğimli Zemin**		**Zemin harici**	
	Durgun	**Hareketli**	**Durgun**	**Hareketli**	**Durgun**	**Hareketli**
Tepki Kuvveti	S1(2), S3(4)	S2(3) S6a(5)	S4a(5) S5(3)	S4b(7) S6b(7)		
Sürtünme Kuvveti		S6a(2)	S4a(16) S5(7)	S4b(2) S6b(4)		
Mehmet'in Çekme Kuv.		S6a(1)		S6b(4)		
Kitabın Ağırlığı	S3(2)					
Portakalın Ağırlığı	S3(4)					
Kedinin Ağırlığı			S5(7)			
Sandığın Ağırlığı			S5(2)			
Canan'ın Ağırlığı		S6a(14)		S6b(13)		
Kızağın Ağırlığı		S6a(9)		S6b(9)		
Topun Ağırlığı					S7b(2)	

Tablo 3 incelendiğinde SCD'de olması gereken kuvvetlerin belirlenmesiyle ilgili olarak aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

-Soru 8 (bir binanın tepesinden aşağı fırlatılan top) ve soru 9 (ipte asılı olan maymun) tabloda hiç yer almadığından bu iki soruda tüm katılımcıların belirlenmesi gereken kuvvetleri belirleyebildikleri söylenebilir. Soru 7 (yukarı doğru fırlatılan top) ise tabloda sadece bir yerde yer almıştır. İki katılımcı topun havaya atılarak en üst noktada durgun olduğu andaki SCD'sinin sorulduğu soru 7b için topun ağırlığını SCD'de göstermemiştir. Zemin harici kategorisinde yer alan bu üç soruda genel olarak katılımcılar SCD'de olması gereken kuvvetleri hem hareketli hem de durgun durum için belirleyebilmişlerdir.

-Düz zemin kategorisindeki Soru 1 (ayakta duran kadın), Soru 2 (yürüyen kadın) ve soru 3 (üzerinde portakal olan kitap) sorularında da katılımcılar genel olarak kuvvetleri belirleyebilmişlerdir.

-Kuvvetlerin belirlenmesi açısından en fazla katılımcı soru 6'da sorun yaşamıştır. Bu soru hem düz zemindeki hareketli durumu (6a) hem de eğimli zemindeki hareketli durumu (6b) içermektedir. Aynı zamanda da üst üste iki cismin (kızak ve Canan) yer aldığı durumu kapsamakta olan bu soruda kızağın SCD'si istenmektedir. Soru 6'dan sonra kuvvetlerin belirlenmesi açısından en fazla sorun yaşanan sorular soru 4 (kaydıraktaki çocuk) ve soru 5 (üzerinde kedi olan sandık)'tir. Her iki soru da eğimli zemin sorusudur. Soru 4, 5 ve 6 birlikte değerlendirildiğinde genel olarak katılımcıların eğimli zemin sorularında kuvvetlerin belirlenmesi açısından daha fazla sorun yaşadıkları görülmektedir.

-Tablo 3 kuvvet türleri açısından incelendiğinde en fazla sayıda katılımcının SCD'de yer vermediği kuvvetler sürtünme kuvvetidir. Bu durum özellikle eğimli zemindeki durgun durum için en fazladır. Yani eğimli zeminde durgun durumdaki cisimler için SCD'de sürtünme kuvvetini çizmeyen katılımcı sayısı en fazladır.

-SCD'de katılımcı sayısı açısından ön plana çıkan diğer kuvvet Canan'ın ağırlığıdır. Bu durum Soru 6'nın hem düz zemin hem de hareketli zemini ortaya çıkmıştır. Buradan üst

üste iki cismin olduğu durumlarda üsttekine yer verilmemesi söz konusudur. Benzer durumun kitap üstünde portakalın yer aldığı ve kitap için SCD'nin istendiği soru 3'te de söz konusu olduğu, hatta sandığın üstünde kedinin yer aldığı ve sandığın SCD'sinin istendiği soru 5'te de söz konusu olduğu görülmektedir. Bu nedenlerle, katılımcıların önemli bir kısmı üstü üste iki cisim olduğu durumlarda üsttekinin ağırlığını SCD'de gösterme konusunda, sorun yaşadıkları görülmektedir. Hatta bu sorularda üsttekini gösterip alttakini SCD'de gösteren katılımcılar da olmuştur. Bu nedenle üst üste duran cisimlerde ağırlığın belirlenmesi açısından genel olarak bir sorun yaşanması söz konusudur.

-SCD'de katılımcı sayısı açısından ön plana çıkan diğer kuvvet tepki kuvvetidir. Tepki kuvvetini eğimli zeminde hareketli durum için daha fazla katılımcı belirleyememiş olsa da zemin haricindeki soru türlerinin dışında her soruda tepki kuvvetini belirleyemeyen katılımcı mevcuttur.

-Sayıları az olsa da soru 6'da Mehmet'in çekme kuvvetini yani Mehmet'in kızağa uyguladığı kuvveti, soru 3'te kitabın ağırlığını SCD'de göstermeyen katılımcılar olmuştur.

Tablo 4.

SCD’de olması gereken kuvvetlerin yönlerinde yapılan hatalara dair ayrıntılar

Kuvvet	**Çizilen Doğrultu**	**Düz Zemin**		**Eğimli Zemin**		**Zemin harici**	
		Durgun	**Hareketli**	**Durgun**	**Hareketli**	**Durgun**	**Hareketli**
Tepki kuvveti	Zemin düzlemine dik	S1(1)-Güney S3(1)-Güney	S2(1)-Güney		S4b(1)-Güneybatı		
	Zemin düzlemine paralel			S4a(2)-Kuzeybatı S5(4)-kuzeydoğu S5(1)-güneybatı	S4b(2)-Kuzeybatı S6b(7)-kuzeydoğu		
	Zemin düzlemine dik ya da paralel değil			S4a(14)-Kuzey S4a(1)-Güney S5(16)-Kuzey	S4b(10)-Kuzey S6b(11)-Kuzey		
	Diğer (Zemin harici kategorisindeki sorular için)						
Sürtünme Kuvveti	Zemin düzlemine paralel		S2(36)-harekete zıt	S5(2)-güneybatı S5(2)-kuzeybatı			
	Zemin düzlemine dik			S5(1)-güneydoğu	S4b(1)-Güneybatı		
	Zemin düzlemine paralel ya da dik değil			S4a(1)-Güney S4a(2)-Batı S4a(2)-Doğu S5(7)-doğu S5(5)-batı	S4b(5)-Batı S6b(10)-Batı		
Mehmet’in Çekme Kuvveti	Zemin düzlemine paralel		S6a(1)- kuzeydoğu		S6b(1)-Güneybatı		
	Zemin düzlemine dik ya da paralel değil				S6b(8)-doğu		
F	Diğer (Zemin harici kategorisindeki sorular için)						9b(2)-Güney
Kemal’in Ağırlığı	Zemin düzlemine dik			S4a(1)-Güneybatı	S4b(1)-Güneybatı		
Kedinin Ağırlığı	Zemin düzlemine dik			S5(1)-güneydoğu			
	Zemin düzlemine paralel			S5(3)-güneybatı			
Sandığın Ağırlığı	Zemin düzlemine dik			S5(1)-güneydoğu			
	Zemin düzlemine paralel			S5(3)-güneybatı			
Canan’ın Ağırlığı	Zemin düzlemine paralel				S6b(1)-güneybatı		
Kızağın Ağırlığı	Zemin düzlemine paralel				S6b(1)-güneybatı		

Tablo 4 incelendiğinde SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönleriyle ilgili olarak aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

- Zemin haricindeki sorular olan soru 7 ve 8 için katılımcıların tamamı SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerini doğru olarak belirleyebilmişlerdir. Soru 9 için ise iki katılımcı haricindekiler, tüm kuvvetlerin yönlerini doğru olarak belirleyebilmiştir. Bu nedenle zemin haricinde yer alan bu üç soruda genel olarak katılımcılar SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerini hareketli ve durgun durum için belirleyebilmişlerdir.

-Düz zeminde durgun durum için soru 1 ve 3 için sadece bir katılımcı tepki kuvvetinin yönünü yukarı doğru çizmesi gerekirken aşağı doğru çizmiştir. Diğer tüm kuvvetlerin yönleri tüm katılımcılar tarafından doğru olarak belirlenmiştir. Bu nedenle soru 1 ve 3'te genel olarak katılımcılar SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerini belirleyebilmişlerdir. Düz zeminde yürüyen kadın için SCD çizilmesinin istendiği soru 2 için bir durum özellikle dikkat çekmektedir. Bu soruda bir katılımcının tepki kuvvetinin yönünü hatalı çizmesinin dışında diğer tüm hatalar sürtünme kuvvetinin yönü ile ilgilidir. Bu soruda katılımcıların tamamına yakını (36'sı) sürtünme kuvvetini harekete zıt yönde çizmişlerdir.

-Kuvvetlerin yönlerini belirlemede soru 2'deki sürtünme kuvvetinin yönü ile ilgili hatalardan sonra en fazla soru 4, 5 ve 6 için özellikle eğimli zeminde hem durgun hem de hareketli durumların her ikisinde de hatalar yapılmıştır.

-Tablo 4 en fazla hata yapılan kuvvetler açısından incelendiğinde sürtünme kuvvetini tepki kuvveti takip etmektedir. Bu durum soru 4, 5 ve 6'da yani sadece eğimli zeminde karşımıza çıkmıştır. Katılımcıların tepki kuvvetini zemine dik olarak çizmeleri gerekirken her bir soruda 11 ve üstü sayıda katılımcının ağırlığa zıt yönde (kuzey) olacak şekilde zemine açılı çizdikleri görülmektedir. Bazıları ise zemine paralel çizmişlerdir. Bu sorularda sürtünme kuvvetinin yönü için de hatalar yapılmıştır. Sürtünme kuvvetinin zemin düzlemine paralel olması gerekirken birçok katılımcı her üç soruda da zeminle açılı şekilde çizmiştir. Yönlerle ilgili olarak sayı açısından ön plana çıkan diğer bir kuvvet ise, Eğimli zeminde hareket eden kızak için çizilmesi gereken Mehmet'in çekme kuvvetidir. Bu kuvvet zemine paralel olarak çizilmesi gerekirken sekiz katılımcı tarafından yanlış çizilmiştir. Bahsedilen kuvvetlerin dışında az sayıda katılımcının yönlerde hata yaptığı kuvvetler ise üst üste cisimlerin yer aldığı durumlardaki kedinin, sandığın, Canan'ın ve kızağın ağırlığıdır.

Tablo 5.

SCD’de olmaması gerektiği halde çizilen SCD’de yer alan kuvvetlere dair ayrıntılar

Kuvvet	Çizilen Doğrultu	Düz Zemin		Eğimli Zemin		Zemin harici	
		Durgun	Hareketli	Durgun	Hareketli	Durgun	Hareketli
Tepki Kuvveti	Zemin düzlemine dik			S5(1)-Güneydoğu			
	Zemine paralel ya da dik değil			S4a(1)-Kuzey			
	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S7b(8)-kuzey	S7a(8)-kuzey S7c(7)-kuzey S8(9)-Kuzey S9b(1)-Kuzey
Sürtünme Kuvveti	Zemin düzlemine paralel	S1(2) S3(1)					
	Zemin düzlemine dik	S1(1)					
	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S7b(3)-kuzey S7b(2)-güney S9a(3)-kuzey S9a(1)-güney	S7a(4)-güney S7a(1)-güneybatı S7c(4)-kuzey S7c(1)-güney S8(4)-Kuzey S8(1)-Güney S9b(2)-kuzey S9b(1)-güney
F	Zemin düzlemine paralel	S1(1) S3(1)	S2(30)-hareket yönü S2(1)-harekete zıt	S4a(2)-Doğu S5(3)- Güneybatı	S4b(15)-hareket yönü S4a(1)-Güneydoğu		
	Zemin düzlemine dik	S3(2)		S4a(2)-Güneydoğu S5(1)-Güneydoğu			
	Zemine paralel ya da dik değil			S5(2)-Doğu	S4b(3)-doğu		
	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S7b(11)-kuzey S7b(1)-doğu	S7a(23)-kuzey S7c(5)-kuzey S7c(7)-güney S8(31)-Güney S8(1)-Kuzey S9b(1)-Güney

Tablo 5'in devamı

Kuvvet	Çizilen Doğrultu	Düz Zemin		Eğimli Zemin		Zemin harici	
		Durgun	Hareketli	Durgun			Durgun
V	Zemin düzlemine paralel		S2(1)-hareket yönü S6a(1)-Batı		S4b(2)-hareket yönü		
	Zemin düzlemine dik						
	Zemine paralel ya da dik değil			S4a(1)-Güneydoğu	S4b(1)-doğu S6b(1)-Kuzeydoğu		
	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S7b(1)-kuzey	S7a(8)-kuzey S7a(1)-kuzeydoğu S7c(7)-güney S8(2)-Güney S9b(3)-Güney
mg'nin bileşeni	Zemin düzlemine paralel			S4a(1)-Güney S4a(8)-Güneydoğu S5(13)-Güneybatı	S4b(10)-hareket yönü S6b(5)- Güneybatı S6b(4)-Doğu		
mg'nin bleşeni	Zemin düzlemine dik			S4a(8)-Güneybatı S5(8)-Güneydoğu	S4b(10)-harekete dik S6b(1)-Güneydoğu		
mg'nin Bileşeni	Zemine paralel ya da dik değil			S5(3)-Güney S5(2)-Batı	S6b(4)-Kuzey S6b(2)-Kuzeydoğu		
Fm (Merkezcil kuvvet)	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S7b(1)-yukarı	S7a(1)-doğu S7c(1)-batı
Masanın Ağırlığı	Zemin düzlemine dik	S3(1)					
Portakalın Ağırlığı	Zemin düzlemine dik	S3(1)					
İvme	Zemin düzlemine paralel				S4b(1)-hareket yönü		
Kedinin Ağırlığı	Zemine paralel ya da dik değil			S5(3)-Güney			
Muzun Ağırlığı	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S9a(3)-Güney	S9b(3)-Güney
Potansiyel	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)						S7c(1)-güney
T(ipteki gerilme)	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)					S9a(2)-Kuzey	S9b(2)-Kuzey
Uygulanan kuvvet	Zemin düzlemine paralel			S5(1)-Güneybatı			
	Zemine paralel ya da dik değil			S5(1)-Doğu			
Yerçekimi kuvveti	Zemine paralel ya da dik değil		S6a(1)-Kuzey				
	Diğer (Zemin Harici kategorisindeki sorular için)						S8(1)-Kuzey
Fx	Zemin düzlemine paralel		S6a(1)-Doğu				
Fy	Zemine paralel ya da dik değil		S6a(1)-Kuzey				

Tablo 5 incelendiğinde SCD'de olmaması gereken, ancak fazladan çizilen kuvvetler ve bu kuvvetlerin yönleriyle ilgili olarak aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

- Katılımcıların düz zemin durgun haldeki cisimlerle ilgili sorularda (1 ve 3) çok fazla sayıda fazladan kuvvet çizmedikleri görülmektedir. Soru 1 için fazladan çizilen kuvvetler; sürtünme kuvveti, F, kitabın ağırlığı ve portakalın ağırlığıdır. Sürtünme kuvvetini dört katılımcı, F'yi bir katılımcı diyagrama eklemiştir. 3. soru için fazladan çizilen kuvvetler sürtünme kuvveti, F, masanın ağırlığı ve portakalın ağırlığıdır. Sürtünme kuvveti, F, portakalın ağırlığı ve masanın ağırlığını birer katılımcı diyagrama eklemiştir. Düz zemin hareketli cisim ile ilgili olan soru 2 (yürüyen kadın) için çizilen SCD'lerde fazladan çizilen kuvvetler; F ve V'dir. F'yi 30 katılımcı doğu, bir katılımcı batı yönde çizmiştir. V'yi ise bir katılımcı doğu yönünde çizmiştir.

- Eğimli zemin sorularında katılımcıların büyük çoğunluğunun fazladan kuvvet çizdikleri tespit edilmiştir. Katılımcılar genel olarak ağırlığı çizerken ekstra ağırlık bileşenlerini de çizmişlerdir. S4a(1) tepki kuvvetini kuzey yönde, S4a(2) F'yi doğu yönde, S4a(2) F'yi güneydoğu yönünde, S4a(1) V'yi güneydoğu yönünde, mg bileşenini 4a sorusu için bir katılımcı güney yönde, sekiz katılımcı güneydoğu yönünde, sekiz katılımcı güneybatı yönünde çizmişlerdir.

- Eğimli zemin sorularından olan 6b sorusunda, soru 4 ve 5'e kıyasla daha az sayıda kuvvet çizimi yapıldığı görülmektedir. Çizilen kuvvetler ise mg bileşenleri olduğundan dolayı doğu, güneydoğu, güneybatı ve kuzeydoğu yönlerinde olacak şekilde çizimlerine eklemişlerdir.

-Zemin haricindeki sorular olan, soru 7 ve 8 için katılımcıların tamamına yakını SCD'de olmaması gereken kuvvetleri çizimlerine eklemiştir. Soru 7 (yukarıya doğru atılan top) ve soru 8'de (binanın üzerinden aşağıya doğru atılan top) sorularında katılımcıların büyük çoğunluğu top için SCD çizerken topu fırlatmak için topa uygulanan kuvveti de çizmişlerdir. Genel olarak yönler incelendiğinde topun hareket yönünde fazladan F (topa uygulanan kuvvet) çizimini 12 katılımcı ve üstü tarafından yapıldığı görülmektedir. F'yi sırasıyla sürtünme kuvveti ve V takip etmektedir.

- En fazla sayıda zemin harici/hareketli cisim soruları olan soru 7 (havaya atılan top) ve soru 8'de (binanın üzerinden aşağı atılan top) SCD'de olmaması gereken kuvvetlerin çizildiği tespit

edilmiştir. Soru 7 ve 8'e oranla diğer zemin harici sorusu olan soru 9'da fazladan kuvvet fazla oranda çizilmemiştir.

-Zemin harici fazladan kuvveti soru 2 (yürüyen kadın) takip etmektedir. Soru 2'de katılımcıların büyük çoğunluğu kadının yürüme yönünde (doğu) uygulanan kuvvet çizmişlerdir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan kuvvetlerin büyüklük kıyaslamasının yapılmasına yönelik, çizimler ve yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler soru soru aşağıda özetlenmiştir:

-Ayakta duran kadın sorusu için yapılması gereken bir büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Öğretmen adaylarının neredeyse tamamı büyüklük kıyaslamasını doğru olacak şekilde çizmiş, üçü hatalı çizim yaparken iki öğretmen adayı büyüklük kıyaslaması yapmamıştır.

-Yürüyen kadın sorusu için yapılması gereken bir büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu büyüklük kıyaslamasını doğru şekilde yapmış, beşi hatalı çizim yaparken iki öğretmen adayı büyüklük kıyaslaması yapmamıştır.

-Üzerinde portakal olan kitap sorusu için yapılması gereken bir büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Düz zemin kategorisinde büyüklük kıyaslaması yapılırken en zorlanılan soru bu soru olmuştur. Öğretmen adaylarının yarısından fazlası bu kıyaslamayı doğru yapmış, beşi hatalı çizim yaparken dokuz öğretmen adayı büyüklük kıyaslaması yapmamıştır.

-Kaydıraktaki çocuk sorusu iki alt sorudan oluşmakta olup toplam altı büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Durgun haldeki durumu için SCD çizilmesi istenen soruda öğretmen adaylarının en fazla 11'i doğru yapmış olup yediden fazla katılımcı yapılması gereken kıyaslamaları hiç yapmamıştır. Hareketli haldeki durumu için SCD çizilmesi istenen soruda ise öğretmen adayları çocuğun ağırlığı>sürtünme kuvveti kıyaslamasını büyük ölçüde doğru yaparken en çok sorun yaşanan kıyaslamanın Sürtünme kuvveti=Tepki kuvvetli olduğu görülmüştür.

-Üzerinde kedi olan sandık sorusu için yapılması gereken üç kıyaslama mevcuttur. Öğretmen adaylarının bu kıyaslamaları yapma konusunda da problem yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu kıyaslamaları yapmayan katılımcı sayıları 7-13 arasında değişkenlik göstermektedir.

-Mehmet tarafından çekilen üzerinde Canan olan kızak sorusu en çok kuvvetin ve büyüklük kıyaslamasının bulunduğu sorudur. Düz zemindeki altı kıyaslama incelendiğinde eğimli zemindeki duruma göre daha fazla sorun yaşandığı görülmektedir. Fazla kuvvet bulunduğu için tüm kıyaslamaları yapmayan katılımcı sayıları 3-23 arasında değişkenlik göstermektedir.

-Havaya atılan top ve bir binanın tepesinden fırlatılan top sorularında cisme etki eden tek kuvvet olduğundan dolayı bu sorularda büyüklük kıyaslaması mevcut değildir.

-İpte asılı maymun sorusunda yapılması gereken bir büyüklük kıyaslaması mevcuttur. Bu soru kapsamında hem durgun hem hareketli durum araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının yarısından fazlası (23'ü) her iki durum için de büyüklük kıyaslamasını doğru yapmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen buldular doğrultusunda tartışma ve sonuç ile öneriler aşağıdaki alt başlıklarda sunulmuştur.

5.1. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma kapsamında Fen Bilgisi öğretmen adaylarının SCD çizebilme düzeyleri mekanik konuları kapsamında incelenmiştir. Öğretmen adaylarına yöneltilen sorular düz zemin, eğimli zemin ve zemin harici ortamlara yönelik hazırlanmış olup, durgun ve hareketli cisimler için SCD çizimini kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının çizimleri SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleme, kuvvetlerin yönlerini çizme ve kuvvetlerin büyüklük kıyaslamalarını yapma açılarından analiz edilmiştir. Genel hatlarıyla incelendiğinde öğretmen adaylarının düz zemindeki durgun cisimler ve zemin harici ortamdaki durgun ve hareketli cisimler için yaptıkları çizimlerde çoğunlukla SCD'de olması gereken kuvvetleri belirledikleri, kuvvetlerin yönlerini doğru olarak çizdikleri ve büyüklük kıyaslamalarını doğru olarak yaptıkları tespit edilmiştir. Fakat özellikle eğimli zemin ile ilgili olan sorularda SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleyen, kuvvetlerin yönlerini doğru olarak çizen ve büyüklük kıyaslamalarını doğru olarak yapan öğretmen adaylarının genel olarak daha az sayıda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, her soru türünde çizimlerde olmaması gereken kuvvetlere yer veren çok sayıda öğretmen adayının olduğu görülmüştür.

Çizimler SCD'de olması gereken kuvvetlerin belirlenmesi açısından koordineli olarak değerlendirildiğinde, düz zeminde ayakta durmakta olan kadın, yürüyen kadın ve üzerinde portakal olan kitap için yapılan çizimlerde öğretmen adayları genel olarak kuvvetleri belirlemiştir. Zemin harici ortamda yer alan havaya atılan top, bir binanın üstünden aşağı fırlatılan top ve ipte asılı olan maymun için yapılan çizimlerde tüm katılımcıların belirlenmesi gereken kuvvetleri hem durgun hem de hareketli durum için belirledikleri tespit edilmiştir. Eğimli zemin sorularının ise öğretmen adaylarının kuvvetlerin

belirlenmesi açısından en fazla sorun yaşadığı sorular olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, en fazla Mehmet tarafından çekilmekte olan üzerinde Canan olan kızak için yapılan çizimlerde sorun yaşanmıştır. Devamında ise sırasıyla kaydıraktaki çocuk ve üzerinde kedi olan sandık soruları gelmektedir. Eğimli zeminde durgun durumdaki cisimler için SCD'de olması gerekirken çizmeyen katılımcı sayısının en fazla olduğu kuvvet sürtünme kuvvetidir. Özellikle eğimli zemindeki durgun durumlarda sürtünme kuvvetini çizmeyen öğretmen adayları hareketli duruma göre daha fazla ön plana çıkmıştır. Devamında ise üst üste duran cisimlerden (üzerinde portakal olan kitap, üzerinde kedi olan sandık ve üzerinde Canan olan kızak) alttaki cismin SCD'sinin çizildiği sorularda cisimlerden birinin (özellikle üsttekinin) ağırlığını çizmeyen öğretmen adayları gelmektedir. Bunların dışında sayıları daha az olmakla birlikte tepki kuvvetini çizmeyen öğretmen adayları da olmuştur. Tepki kuvvetini eğimli zemindeki hareketli durumlar için daha fazla katılımcı belirleyemese de düz zemin sorularındaki her soruda da tepki kuvvetini belirlemeyen katılımcı mevcuttur. Winarno vd. (2019) Fen Bilgisi öğretmen adaylarıyla yürüttükleri çalışmada da tepki kuvvetini belirlemeyen öğretmen adaylarının olduğunu tespit etmiştir. Temiz ve Kızılcık (2016) tarafından lise öğrencileriyle gerçekleştirilen bir araştırmada ise öğrencilerin sadece eğimli zemin üzerindeki durgun bir nesne için SCD çizimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda bu çalışmada olduğu gibi tepki kuvvetini, ağırlığı, sürtünme kuvvetini diyagramda göstermeyen öğrencilerin olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Durkaya (2016)'nın çalışmasında da matematik öğretmen adaylarının SCD çizimleri düz zemin ve eğimli zemin için incelenmiş ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Çizimler SCD'de olması gereken kuvvetlerin yönlerinin çizilmesi açısından koordineli olarak değerlendirildiğinde, düz zeminde ayakta duran kadın ve üzerinde portakal olan kitap için yapılan çizimlerde katılımcıların biri hariç tepki kuvvetinin yönünü doğru belirledikleri görülmektedir. Hatalı belirleyen bir katılımcı ise aşağı yönlü olacak şekilde çizmiştir. Yürüyen kadın için çizilen SCD'lerde önemli bir durum göze çarpmaktadır. Katılımcıların tamamına yakını hareket yönünde olması gereken sürtünme kuvvetini harekete zıt yönde olacak şekilde diyagrama eklemiştir. Yapılan görüşmeler sırasında sürtünme kuvvetinin yönü sorulduğunda katılımcıların çoğu "Sürtünme kuvveti her zaman harekete zıt yönde olmakta ve hareketi zorlaştırmaktadır." şekilde ifade etmiştir. Alanyazında, öğrencilerde sürtünme kuvvetinin her zaman hareketi zorlaştıracağına yönelik

kavram yanılgısının mevcut olduğu belirtilmiştir (Laçin Şimşek, 2022). Ayrıca çeşitli araştırmalarda, sürtünme kuvvetinin daima harekete zıt yönde olduğuna inanan ya da böyle bir kavram yanılgısına sahip olan öğrencilerin olduğu belirtilmektedir (Besson vd., 2010; Canlas, 2019; Cari vd., 2019, Carvalho vd., 2005; Chia, 1996; Kurnaz ve Ekşi, 2015; Prasitpong ve Chitaree, 2009; Prasitpong ve Chitaree, 2009; Prasitpong vd., 2010; Wulandari vd., 2017). Bu nedenlerle öğretmen adaylarının çoğunun sürtünme kuvvetinin yönünü hatalı çizmelerinin sebebi, onların sürtünme kuvvetinin hareketi daima zorlaştıracağına ya da sürtünme kuvvetinin daima harekete zıt yönde olacağına dair kavram yanılgılarına sahip olmaları olabilir. Bu doğrultuda, sürtünme kuvvetiyle ilgili olarak en fazla yürüyen kadın için yapılan çizimlerde sorun yaşanmıştır. Devamında ise sırasıyla kaydıraktaki çocuk, üzerinde kedi olan sandık ve Mehmet tarafından çekilen üzerinde Canan olan kızak çizimleri gelmektedir. Bu sorular da eğimli zemin sorularıdır. Eğimli zeminde sürtünme kuvvetinin yönünün zemine paralel olması gerekirken azımsanmayacak kadar öğretmen adayının zemine paralel değil de zeminle açı yapacak şekilde çizdikleri dikkat çekmiştir. Bu durumun sebebinin, öğretmen adaylarının cismi sistemden çıkardıklarında üç boyutlu düşünme konusunda sorun yaşama ihtimalleri sonucunda, eğimli zemini düz zemin gibi düşünmeleri olabilir. Literatürde benzer sonuçların elde edildiği çalışmalar mevcuttur (Temiz ve Kızılcık, 2016; Durkaya, 2016). Çizimlerde sürtünme kuvvetinden sonra en fazla yapılan hata özellikle eğimli zemindeki sorularda tepki kuvvetinin yönüyle ilgili olmuştur. Öğretmen adaylarının tepki kuvvetini zemine dik olacak şekilde çizmeleri gerekirken her soruda ağırlığa zıt yani Kuzey yönünde olacak şekilde zemine açılı çizen öğretmen adaylarının olduğu görülmüştür. Literatürde benzer sonuç elde edilen çalışmalar mevcuttur (Durkaya, 2016). Zemin haricinde bulunan havaya fırlatılan top ve bir binanın üstünden aşağı fırlatılan top için, çizilmesi gereken kuvvetlerin yönleri tamemen doğru belirlenmiştir. İpte asılı bir maymun için ise, iki katılımcı haricindekiler kuvvet yönlerini doğru olarak belirlemiştir. Ayrıca yukarı atılan top sorusunda top en tepe noktasında iken iki öğretmen adayı hiçbir kuvvetin cisme etki etmediğini düşünerek kuvvet çizimi yapmamıştır. Alanyazında, yukarı fırlatılan bir cisme en tepe noktasında kuvvet etki etmediğine yönelik öğrencilerde kavram yanılgısının mevcut olduğu belirtilmiştir (Laçin Şimşek, 2022). Bu sonuç fen bilgisi öğretmen adaylarında (Atasoy ve Akdeniz, 2005; Atasoy ve Akdeniz, 2007) ve fizik programına kayıtlı üniversite öğrencilerinde de (Yıldız ve Büyükkasap, 2006) elde edilmiştir. Bu nedenle bu soruyla ilgili olarak iki öğretmen adayında yukarı fırlatılan bir

cisme en üst noktadayken bir kuvvet etki etmeyeceğine dair kavram yanılgısı olma ihtimalinin söz konusu olduğu düşünülmektedir.

Çizimler, SCD'de olmaması gerektiği halde fazladan çizilen kuvvetler açısından koordineli olarak değerlendirildiğinde, düz zeminde yer alan ayakta duran kadın ve üzerinde portakal olan kitap için çok fazla sayıda fazladan kuvvet çizimi yapılmadığı görülmüştür. Fakat yürüyen kadın için katılımcıların büyük çoğunluğunun kadının yürüme yönüne doğru fazladan kuvvet çizimi yaptıkları görülmüştür. Yapılan görüşmeler esnasında bu kuvvetin ne olduğu sorulduğunda fazladan çizim yapan katılımcıların neredeyse tamamı "Kadının uyguladığı kuvvet", "Kadının Yürüme Kuvveti" şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Eğimli zeminde yer alan sorularda ise, en fazla öğretmen adayının (yaklaşık %40) fazladan çizdiği kuvvet, kaydıraktan kaymakta olan çocuk için hareket yönünde olan F, itme kuvveti ve uygulanan kuvvet isimlendirmeleriyle çizimlerde yer verilen kuvvet olmuştur. Hareket yönünde fazladan çizilen bu kuvvet eğimli zemin için sadece bu soru için yapılan çizimlerde görülmüştür. Aynı durumla yürüyen kadın için de karşılaşıldığından, öğretmen adaylarında hareket yönünde fazladan bir kuvvet etki ettiğine dair kavram yanılgısı ihtimalinin söz konusu olabileceği düşünülmektedir. Eğimli zemin sorularının hepsinde rastlanan bir durum ise, hem ağırlığın hem de bileşenlerinin çizimlerde yer alması olmuştur. Temiz ve Kızılcık (2016) lise ikinci sınıf öğrencileri ile sürtünmeli eğik düzlemde gerçekleştirdiği çalışmasında benzer sonuçlar elde etmiştir. Zemin haricinde yer alan sorular incelendiğinde en fazla sayıda (öğretmen adaylarının tamamına yakını) SCD'de olmaması gereken kuvvet çiziminin havaya atılan top ve bir binanın üstünden aşağı fırlatılan top için yapıldığı görülmüştür. Görüşmeler esnasında bu kuvvetlerin neler olduğu sorulduğunda "Ali'nin topa uyguladığı kuvvet", "Hasan'ın topa uyguladığı kuvvet" şeklinde açıklamalar yapmışlardır. Kuru ve Şimşek (2005) de lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada "Topa uygulanan kuvvet hareket boyunca devam eder" şeklinde kavram yanılgısı tespit etmiştir. Alanyazında, bir cisme etki eden bir kuvvetin hareket boyunca devam ettiğine yönelik (havaya atılan top) kavram yanılgısının mevcut olduğu belirtilmiştir (Laçin Şimşek, 2022). Alanyazında yapılan farklı çalışmalarda aynı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmaların çalışma grupları; öğretmen adayları (Şimşek vd., 2019; Akdeniz, 2005; Atasoy ve Akdeniz, 2007) ve altıncı sınıf düzeyinde (Günaydın, 2010; Seçer, 2008) şeklinde dağılım göstermektedir. Buradan hareketle katılımcıların büyük çoğunluğunun topa uygulanan kuvvetin hareket boyunca

devam ettiğine yönelik kavram yanılgısı olabileceği yorumu yapılabilir. Ayrıca diyagrama eklendiği görülen diğer çizimler "V"' ve ivmedir. Kuvvet olmayan niceliklerin SCD'de çizilmesi durumuyla Temiz ve Kızılcık'ın (2016) lise ikinci sınıf öğrencileri ile sürtünmeli eğik düzlemde gerçekleştirdiği çalışmasında da karşılaşılmıştır. Söz konusu çalışmada ivmeyi SCD'de çizen öğrenciler olduğu tespit edilmiştir.

Çizimler büyüklük kıyaslamaları açısından koordineli olarak değerlendirildiğinde, düz zeminde ayakta duran kadın ve yürüyen kadın sorularında katılımcıların tamamına yakını yapılması gereken büyüklük kıyaslamasını doğru yapmıştır. Üzerinde portakal olan kitap için katılımcıların doğru kıyaslama yapma oranı diğer düz zemin sorularındaki kadar yüksek olmasa da doğru kıyaslama yapan öğrenci sayısının çoğunlukta olduğu söylenebilir. Bu sorularda yapılan kıyaslama hatası genel olarak, ağırlığın tepki kuvvetinden daha büyük olduğunun düşünülmesidir. Eğimli zemin sorularında ise kuvvetlerin büyüklük kıyaslaması yapılması açısından en fazla sorun yaşandığı görülmüştür. Tüm eğimli zemin sorularındaki tüm büyüklük kıyaslamalarının neredeyse tamamında kıyaslamaları yapabilme oranı %50'nin altında kalmıştır. Ancak Mehmet tarafından çekilen üzerinde Canan olan kızak sorusu için önemli bir durum göze çarpmaktadır. Araştırmanın bulguları genel olarak incelendiğinde en fazla sorun yaşanan soruların eğimli zeminde yer alan sorular olmasına rağmen bu soruda eğimli zeminde doğru yapılan büyüklük kıyaslamalarının düz zemine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle (Canan'ın Ağırlığı+Kızağın Ağırlığı)> Sürtünme Kuvveti ve Sürtünme Kuvveti<Mehmet'in Çekme kuvveti kıyaslamalarını daha fazla öğretmen adayı eğimli zemin için doğru olarak yapmışlardır. Zemin haricinde yer alan havaya atılan top ve bir binanın tepesinden fırlatılan top için çizilmesi gereken SCD'de sadece bir kuvvet (ağırlık) olduğu için bu sorularda büyüklük kıyaslaması araştırılmamıştır. Diğer zemin harici sorusu olan ipte asılı bir maymun için hem durgun hem de hareketli durum için yapılması gereken büyüklük kıyaslamasını katılımcıların yarısından fazlası doğru yapmıştır. İpte asılı maymunun durgun olduğu durum için büyüklük kıyaslamalarında yapılan en fazla hatanın yukarı yöndeki net kuvvetin aşağı yöndeki maymunun ağırlığından daha büyük olduğu düşüncesini yansıttığı görülmüştür. İpte asılı aşağı doğru hareket eden maymun için ise yapılan hataların daha çok çizimlerde olmaması gereken kuvvetleri çizmelerinden kaynaklandığı görülmüştür. Alanyazın incelendiğinde kuvvet büyüklüklerinin incelendiği bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Araştırmanın bulguları genel olarak değerlendirildiğinde çoğu öğretmen adayının SCD çizme konusunda, eğimli zeminde daha fazla olmak üzere sorun yaşadığı görülmüştür. Winarno vd. (2019) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürüttükleri çalışmada da eğik düzlemde öğretmen adaylarının problem yaşadıklarını tespit etmiştir. Sorularda SCD'de olması gereken kuvvetleri belirleyerek, bu kuvvetlerin yönlerini ve büyüklük kıyaslamalarını doğru yapan katılımcılar olmasına rağmen diyagramda olmaması gereken kuvvetleri çizimlerine ekleyen çok sayıda katılımcı olduğu da görülmüştür. Bu nedenle öğretmen adaylarının çoğunun problem çözümlerinde sorun yaşama olasılıkları yüksektir. Nitekim alanyazında öğrencilerin SCD çizimini kapsayan problem çözme süreçlerinde sorun yaşadıklarının tespit edildiği araştırmalar mevcuttur (Berge ve Weilenman, 2014; Pranata Ogi Danika vd., 2017; Winarno vd., 2019; Durkaya, 2021). Ayrıca alanyazındaki kuvvet konusunda kavram yanılgılarının tespit edildiği çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde, SCD çizimlerindeki yapılan hataların bu kavram yanılgılarıyla ilgisinin olabileceği düşünülmektedir. Çizim yönteminin öğrencilerde var olan kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanılabileceği (Köse, 2008) dikkate alındığında, SCD çizimlerinin öğretim süreçlerinde kavram yanılgılarının giderilmesinde de kullanılabileceği çıkarımı yapılabilir. Ayrıca çizim yöntemi öğrencilerin motivasyonları, bilgileri ve muhakeme becerilerine olumlu etkilerinin olmasına da katkı sağlamaktadır (Devetak ve Glazar, 2010). Bu nedenlerle eğitimcilerin SCD'ye eğitim süreçlerinde daha fazla ağırlık vererek, eğitim süreçlerini bu doğrultuda yapılandırmalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

- SCD temelinde Türkiye'de eğitim alanında yapılmış olan sadece iki çalışmaya ulaşılabilmiştir. Bu nedenle alan yazındaki bu boşluğu kapatabilmek amacıyla SCD ile ilgili çeşitli çalışma gruplarında araştırmalar yapılabilir.

- Fen alanları kapsamındaki öğretmen adaylarının üniversite eğitim süreçleri bu araştırmanın bulguları göz önünde bulundurularak şekillendirilebilir.

- Araştırmada özellikle eğimli zeminlerdeki nesneler için SCD çizimlerinin diğerlerine göre daha hatalı/eksik olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle eğitim süreçlerinde özellikle eğimli zemin için günlük hayattan ilişkilendirilen örnek sayısı arttırılarak öğrencilere daha fazla sayıda SCD çizdirilebilir.

- SCD'ler, öğretim süreçlerinde öğretimi desteklemek için kullanılabileceği gibi öğretimin ardından ölçme-değerlendirme amacı ile, öğretim öncesi ön bilgilerini belirleme amacı ile de kullanılabilir. Çünkü bu diyagram öğrencilerin konunun hangi kısımlarında eksiklerinin, hatalarının, kavram yanılgılarının olduğu açılarından yol gösterici olabilir.

KAYNAKÇA

Aksoy, G. ve Gürbüz, F. (2013). "5E Modeli'nin öğrencilerin akademik başarısına etkisi: "kuvvet ve hareket" ünitesi örneği". *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 14 (2), 1-16.

Alkan, C. (2019). "Öğrenme-Öğretme Süreçleri İlkeler". *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES),* 20 (1), 209-229.

Anagün, Ş. S. ve Duban, N. (Ed.). (2016). *Fen Bilimleri Öğretimi*. Anı Yayıncılık: Ankara.

Atasoy, A. G. Ş. ve Akdeniz, A. R. (2005). "Newton'un hareket kanunları ile ilgili öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgıları". *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi,* 28–30 Eylül 2005, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli, 544-551.

Atasoy, B., (2004). *Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Asil Yayın Dağıtım: Ankara.

Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). "Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması (çizimler ve açıklamalar yoluyla yaratıcı düşünceler)". *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi,* 5 (4), 679-700.

Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A. R. (2007). "Newton'un hareket kanunları konusunda kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanması". *Journal of Turkish Science Education,* 4 (1), 45-59.

Atiş, C. D. ve Kılınç, M. (2014). "Değişken kesitli hiperstatik çerçevenin castigliano teoremi ve mathematica ile çözümü". *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi,* 30 (5), 318-322.

Aviani, I., Erceg, N. ve Mešić, V. (2015). "Serbest cisim diyagramlarının çizilmesi ve kullanılması: kuvvetleri ayrıştırmamak neden daha iyi olabilir?". *Fiziksel İnceleme Özel Konular-Fizik Eğitimi Araştırmaları,* 11 (2), 020137.

Ayaş, A. ve Çepni, S. (Ed.). (2006). *Kavram Öğrenimi. Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Pegem Yayıncılık: Ankara.

Aycan, Ş. ve Yumuşak, A. (2003). "Lise müfredatındaki fizik konularının anlaşılma düzeyleri üzerine bir araştırma". *Milli Eğitim Dergisi*, 159.

Ayvacı, H. Ş. ve Çoruhlu, T. Ş. (2012). "Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilim ve fen kavramları ile ilgili sahip oldukları görüşlerin araştırılması". *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,* 19, 29-37.

Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., Atik, A., Keleş, C. B. ve Özdemir, N. (2016). "Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin modelleme süreci içerisinde incelenmesi: hücre konusu örneği". *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (28),* 175-188.

Bahar, M., Özel, M., Prokop, P. ve Uşak, M. (2008). "Science student teachers' ıdeas of the heart". *Journal of Baltık Science Education*, 7 (2), 78-85.

Balyacı, U.T., Aykın, E., Okyar, A.F. ve Topaloğlu, N. (2022). "3D baskılı termoplastik poliüretan esnek dönme mafsalının direngenlik karakterizasyonu". *Politeknik Dergisi*, 25 (1), 291-298. https://doi.org/10.2339/politeknik.682638

Bayvas, M. Ş. (2003). *Genel Mekanik.* MEB Basımevi: İstanbul.

Berge M., Weilenmann A. (2014). "Learning about friction: group dynamics in engineering students' work with free body diagrams". *European Journal of Engineering Education,* 39 (6), 601-616.

Besson, U., Borghi, L., de Ambrosis, A., Mascheretti, P. (2010). "A three-dimensional approach and open source structure for the design and experimentation of teaching-learning sequences: The case of friction". *International Journal of Science Education,* 32 (10), 1289-1313, https://doi.org/10.1080/09500690903023350

Bueche F. J. ve Jerde D. A. (2003). *Fizik İlkeleri*. Kemal Çolakoğlu (çev.). Altıncı Baskıdan Çeviri. Palme Yayıncılık: Ankara.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç, Çakmak, E., Akgün, Ö. A., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). "*Bilimsel Araştırma Yöntemleri*". 24. Baskı, Pegem Akademi: Ankara.

Candan, A., Türkmen, L. ve Çardak, O. (2006). "Kavram haritalamanın ilköğretim öğrencilerinin hareket ve kuvvet kavramlarını anlamalarına etkileri". *Journal of Turkish Science Education,* 3 (1), 66-75.

Canlas, I. P. (2019). "Using visual representations in identifying students' preconceptions in friction". *Research in Science and Technological Education*, 39 (2), 1-29. https://doi.org/ 10.1080/02635143.2019.1660630

Cari, C., Wulandari, P. S., Aminah, N. S., Handhika, J. ve Nugraha, D. A. (2019). "Students' understanding level of friction force direction concept on rolling object". *Journal of Physics: Conference Series,* 1153 (1): 012150. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012150

Carvalho, P. S. ve Sousa, A. S. (2005). "Rotation in secondary school: teaching the effects of frictional force". *Physics Education,* 40 (3), 257-265. https://doi.org/10.1088/0031-9120/40/3/007

Chia, T. C. (1996). "Common misconceptions in frictional force among university physics students". *Teaching and Learning,* 16 (2), 107–116.

Çelikler, D. ve Kara, F. (2012). "İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının periyodik çizelge konusundaki bilgilerinin çizim yoluyla saptanması". *Journal of Research in Education and Teaching,* 1 (3), 70-76.

Değerli, M. (2021). Fen Eğitiminde STEM Yaklaşımının Etkililiği: Bir Meta Analiz Çalışması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Demiralp, M.A. ve Türkeş, E. (2011). "Ekskavatör kol ve kepçe bağlantı piminin sonlu elemanlar yöntemiyle yorularak kırılmasının incelenmesi". *Dumlupınar Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi,* (026), 109-116.

Demirci, N. (2007). "Fizik öğretmen adayları, fizik öğretmenleri ve lise öğrencilerinin kuvvet ve hareket konularında kavramsal düzeylerinin karşılaştırılması". *Çağdaş Eğitim Dergisi,* 340, 35-43.

Devetak, I. ve Glažar, S. A. (2010). "The influence of 16-year-old students' gender, mental abilities, and motivation on their reading and drawing submicrorepresentations achievements". *International Journal of Science Education,* 32 (12), 1561-1593. http://dx.doi.org/10.1080/09500690903150609

Durkaya, F. (2021). "Matematik öğretmen adaylarının serbest cisim diyagramı gösterimine ilişkin performans değerlendirmesi". *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi,* 4 (1), 60-80.

Durmuş, T. (2017). İlköğretim 3. ve 4. Sınıf Öğrencilerinin Erime, Donma ve Buharlaşma Kavramlarına Yönelik Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.

Eryılmaz Muştu, Ö. ve Ucer, S. (2018). "Ortaokul öğrencilerinin atom kavramına ilişkin bilgi seviyelerinin incelenmesi". *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 20 (1), 202-216.

Eryılmaz, A., (1992). Students Preconceptions in Introductory Mechanics. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Genç, G. (2008). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusunu Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Giancoli, D.C. (2009). *Fen Bilimcileri ve Mühendisler İçin Fizik* (Çev. G. Önengüt). Akademi Yayıncılık: Ankara.

Guba, E. G. ve Lincoln, Y. S. (1994). "Competing paradigms in qualitative research". *Handbook of Qualitative Research*, 2 (105), 163-194.

Güllü, E. ve Kopmaz, O. (2003). "Motorlu taşıt kavramasının dinamik analiz". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 9 (3), 357-367.

Günaydın, G. (2010). 6. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Günel, M., Uzoğlu, M. ve Büyükkasap, E. (2009). "Amaçlı yazma aktivitelerinin kullanımının ilköğretim seviyesinde kuvvet konusunu öğrenmeye etkisi". *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 29 (2), 379-399.

Güner, Z. (1986). *Tıp ve biyoloji öğrencileri için Fizik I-II*. Beta Yayınları: Ankara.

Hançer, A. H. , Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2003). "İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme". *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 13 (13), 80-88.

Heller, P. (1992). "Teaching problem solving through cooperative grouping. part 2: designing problems and structuring groups". *Am. J. Phys.,* 60, 637–644.

Illeris, K. (2003). "Workplace learning and learning theory". *Journal of Workplace Learning,* 15 (4), 167-178.

Kelleci, K. (2021). Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Alan Çizgileri Hakkındaki Bilgilerinin Çizim Yöntemiyle Araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Köse, S. (2008). "Diagnosing student misconceptions: using drawings as a research method". *World Applied Sciences Journal,* 3 (2), 283-293.

Kunt, H. (2013). "Investigation of science student teachers knowledge of human ınternal organs". *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 14 (3A). 1362-1371.

Kurnaz, M. A. ve Ekşi, C. (2015). "An analysis of high school students' mental models of solid friction in physics". *Educational Sciences: Theory and Practice,* 15 (3), 787-795. http://doi.org/10.12738/estp.2015.3.2526

Kurt, H. ve Ekici, G. (2013). "Biyoloji öğretmen adaylarının bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniğiyle 'osmoz' kavramı konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi". *Turkish Studies- International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic,* 8 (12), 809-829.

Kuru, İ. ve Güneş, B. (2005). "Lise 2. sınıf öğrencilerinin kuvvet konusundaki kavram yanılgıları". *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 25 (2), 1-17.

Laçin Şimşek, C. (Ed.). (2022). *Fen Öğretiminde Kavram Yanılgıları Tespiti ve Giderilmesi*. Pegem Akademi Yayıncılık: Ankara.

Lekesiz, H. (2018). "Pistonlu yatı-hermetik soğutma kompresörü krank milinin sanki-statik yaklaşımla sonlu elemanlar analizi". *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 97-110.

Madeti, B.K., Rao, C.S. ve Rao, B.S.S.S. (2015). "İnsan tibiasının serbest cisim diyagramı ve statik sonlu elemanlar analizi". *Uluslararası Biyomedikal Mühendisliği ve Teknolojisi Dergisi*, 18 (3), 290-299.

McCarthy, T.J. ve Goldfinch, T. (2012). "Assesing students understanding of the concept of free body diagrams using online tests". *IV. İnternetional Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN)*- Barcelona-Spain. 1165-1174.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. (2nd Edition). Thousand Oaks, CA: Sage.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2010). *Ortaöğretim Fizik 9 Ders Kitabı.* Semih Ofset: Ankara.

Muratlı S. (2007). *Antrenman Bilimi Yaklaşımıyla Çocuk ve Spor*. Nobel Yayın Dağıtım: Ankara.

Nurbaety, D., Rustaman, N.Y. ve Sanjaya, Y. (2016). The Use of Drawing Method for Diagnosing Students' Misconception about Plant Structure In Relation to Photosynthesis. *International Seminar on Mathematics, Science and Computer Science Education (MSCEIS)*, Universitas Pendidikan, Indonesia, 8 Şubat 2016, 1-5.

Oon, Pey-Tee ve Subramaniam, R. (2011). "On the declining ınterest in physics among students-from the perspective of teachers". *International Journal of Science Education*, 33 (5), 727-746.

Ören, F.S. ve Ormancı, U. (2014). “Explorıng pre-servıce teachers' ideas about the dıgestıve system by using the drawing method”. *Journal of Baltık Science Education.* 13 (3). 316-326.

Örnek, F., Robinson, W. R. ve Haugan, M. P. (2008). “What makes physics difficult?”. *International Journal of Environmental ve Science Education,* 3 (1), 30-34.

Özkan, A. ve Söğüt, Ş. (2018). “Yürüme döngüsünün alt eksterimit kemikleri üzerindeki kinematik çözümlemesi”. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi,* 6 (4), 1058-1067.

Pekbey, Y. ve Özdamar, A. (2002). “Bası yükleri altında burkulmaya zorlanan çubuklarda optimum enine kesit değişimi üzerine bir araştırma”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi,* 4 (3), 103-112.

Polat, D. (2007). Kuvvet ve Hareket Konusu ile ilgili Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Kavram Karmaşası Yöntemiyle Düzeltilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitimi Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Pranata Ogi Danika, Yuliati Lia ve Wartono. (2017). “Concept acquisition of rotational dynamics by ınteractive demonstration and free-body diagram”. *Journal of Education and Learning,* 11 (3), 291-298.

Prasitpong, S. ve Chitarre, R. (2009). “What thai students think about directions and types of frictional forces”. *International Conference of Physics Education (ICPE2009),* July 2010, AIP Conference Proceedings Book, 66-69. https://doi.org/10.1063/1.3479895

Prasitpong, S., Chitaree, R. ve Rakkapao, S. (2010). "Studying the frictional force directions via bristles". *Physics Education*, 45 (6), 602-610. https://doi.org/10.1088/0031-9120/45/6/004

Roselli, R. J., Howard, L. ve Brophy, S. (2006). "Bilgisayar tabanlı bir serbest vücut diyagramı asistanı". *Mühendislik Eğitiminde Bilgisayar Uygulamaları,* 14 (4), 281-290.

Rosengrant,D., Van Heuvelen A. ve Etnika E. (2009). "Do students use and understand free-body diagrams?". *Physical Review Physics Education Research,* 5 (1), 1-13.

Saçılık, K. ve Çolak, A. (2002). "Zeytinin olea europaea l.cv. memecik bazı çarpma parametrelerinin belirlenmesi". *Tarım Bilimleri Dergisi,* 08 (01), 7-14.

Sarı, G. ve Akış, A. A. (2020). "Santrifüj dekantör helezonunun sonlu elemanlar analizi". *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,* 9 (3), 1264-1272.

Seçer, S. (2008). 6. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusundaki Alternatif Kavramlarının Belirlenmesi ve Kavramsal Gelişimin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Serway R. A. ve Beichner, R. J. (2012). *Fen ve Mühendislik için Fizik 1*. Kemal Çolakoğlu (çev.). Beşinci Baskıdan Çeviri. Palme Yayıncılık: Ankara.

Sirait, J., Hamdani, H. ve Mursyid, S. (2018). "The relationship between students' views and performance of solving physics problems". *Journal of Physics,* 1171 (1), 1-7. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012008

Sivri, B. ve Temel, B. (2022). "Değişken kesitli timoshenko kolonlarının genişletilebilir yöntemle burkulma analizi". *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 11 (1), 122-128.

Sovukluk, S. ve Ankaralı, M. (2021). "Giriş kısıtlı ters sarkaç mekanizmasının optimal kontrolü". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 247-255.

Şahin, E. ve Yağbasan, R. (2012). "Determining which ıntroductory physics topics pre-service physics teachers have difficulty understanding and what accounts for these difficulties". *European Journal of Physics*, 33 (2), 315.

Şan, R. ve Demirsoy, M. (2021). "Hurda elleçleme makinası kaldırma ve kırma bomunun sonlu elemanlar analizi yöntemi ile optimizasyonu". *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi,* 23 (68), 637-646.

Şimşek, D., Yurtcan, M. T. ve Oktay, Ö. (2019). "Fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanılgıları". *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (3), 195-214.

Şimşek, Ö. ve Yeşiloğlu, Ö. (2014). "Akran öğretimi yönteminin elektrik kavramlarının öğrenimi ve bilimsel süreç becerilerinin kazanımı üzerine etkisi". *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 4 (2), 72-94.

Tarkın Çelikkıran, A. ve Gökçe, C. (2019). "Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskobik seviyedeki anlama düzeylerinin çizimlerle belirlenmesi". *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 46 (46), 57-87. http://dx.doi.org/ 10.9779/pauefd.457845.

Tatar, N., Yıldız Feyzioğlu, E., Buldur, S. ve Akpınar, E. (2012). "Pre-service science teachers mental models about science teaching". *Educational Sciences: Theory ve Practic*, 12 (4), 2934-2940.

Temiz, B.K. ve Kızılcık, H.Ş. (2016). "Sürtünmeli eğik düzlemde hareketin dinamiğine ilişkin öğrenci görüşleri". *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi,* 3 (2), 15-30.

Timur B., Timur S., Özdemir M. ve Şen C. (2016). "İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programındaki ünitelerin öğretiminde karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri". *Eğitimde Kuram ve Uygulama,* 12 (2), 389-402.

Uluay, G. ve Aydın, A. (2018). "Yedinci sınıf öğrencilerine kuvvet ve hareket ünitesinin öğretilmesinde argümantasyon odaklı öğrenme sürecinin akademik başarıya etkisi". *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 18 (3), 1779-1799.

Uysal, E. ve Eryılmaz, A. (2002). "Newton'un 1. ve 3. hareket yasalarıyla ilgili günlük hayattan basit malzemelerle deneyler". *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi,* 16-18 Eylül 2002, Ankara, 617-621.

Uzunkavak, M. (2009). "Öğrencilerin newton kanunları bilgilerinin yazı ve çizim metoduyla karşılaştırılması". *SDU International Journal of Technologic Sciences,* 1 (1), 29-40.

Winarno, N., Rusdiana, D., Riandi, R., Fadly, W., Wibowo, W.S., Susilowati, E., Mayasari, T., Andi, H.J. ve Afifah, R.M.A. (2019). "The problem of pre-servıce scıence teachers on newton's laws topıc: a case study". *Journal of Engineering Science and Technology.* 14, 28-38.

Wulandari, P. S., Cari, C. ve Aminah, N. S. (2017). "Student's conception about friction force direction in physics education". *Journal of Physics: Theories and Applications,* 1 (2), 97-107. http://doi.org/10.20961/jphystheor-appl.v1i2.19122

Yağbasan, R. ve Gülçiçek, A. G. Ç. (2003). "Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması". *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 13 (13), 102-120.

Yalçın, S. (2011). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı ile İlgili Zihinsel Modelleri. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Yavuz, A. ve Özdemir, G. (2009). "Öğretim elemanlarının atwood aleti problemi çözüm stratejilerinin prakseolojik analizi". *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (2), 357-377.

Yavuz, S. (2021). "Hareket kısıtlayıcı bir araç koltuğu mekanizmasının dinamik analizi". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 148-151.

Yazıcı, M.F. ve Keskin, S.N. (2019). "İki ankrajlı çelik palplanş sisteminin optimum tasarımı". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 10 *(*1), 34-50.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). *"Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri"* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık: Ankara.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). "Stem uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma". *Eğitimde Kuram ve Uygulama,* 13 (2), 183-210.

Yıldırım, Ş. (2016). İlkokul Öğrencilerinin Dünya ve Evren ile İlgili Kavram Yanılgıları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aksaray.

Yıldırım, Ş. ve Esim, E. (2011). "Bir prototip süspansiyon sistemi için adaptif kontrol organı tasarımı". *15. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu*, 16-18 Haziran 2011, Niğde, 80-89.

Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2006). “Fizik öğrencilerinin, kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanılgıları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri”. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 268-277.

EKLER

EK-1:

SERBEST CİSİM DİYAGRAMI ÇİZİM ÖLÇEĞİ

HATIRLATMA

Serbest Cisim Diyagramı: Cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin doğrultu ve büyüklükleriyle analiz edilmesini sağlayan vektörel bir gösterimdir. Bir başka deyişle cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin vektörel olarak gösterildiği diyagramdır.

Lütfen soruları cevaplarken, aşağıdaki noktalara dikkat ediniz.

1- Serbest cisim diyagramlarında çizdiğiniz vektörlerin hangi kuvvetleri temsil ettiğini belirtiniz.
2- Vektörlerin yönlerini mutlaka belirtiniz.
3- Vektörleri büyüklükleri ile orantılı olarak çiziniz (eğer çiziminizden anlaşılamıyorsa çiziminizin yanına vektörleri büyüklüklerine göre sıralayınız).
4- Tüm sorulardaki tüm yüzeyler sürtünmelidir. İhtiyaç duyulan sorularda statik/kinetik sürtünme katsayılarının 1'den küçük olduğunu düşününüz.
5- Tüm sorular için hava sürtünmesini ihmal ediniz.

SORULAR

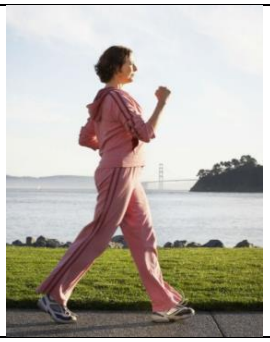
1) Düz zemin üzerinde bir kadın hareketsiz olarak durmaktadır. Durgun haldeki kadın için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin yandaki kadını temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Kadın



2) Düz zemin üzerinde bir kadın yürümektedir. Yürüyen kadın için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin yandaki kadını temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Kadın



3) Masanın üzerinde hareketsiz duran bir kitap ve bu kitabın üzerinde de bir portakal vardır. Kitap için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin kitabı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



Kitap

4) Kaydıraktan kaymak isteyen Kemal şekildeki gibi kaydırağa oturmuştur ve ellerini havaya kaldırmıştır. Ancak kaydırak üzerinde durgun kalmaya devam etmiştir.
(Kaydırak ile zemin arasındaki açı 45° dir)



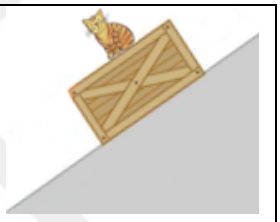
a) Kaydırakta elleri havadayken durgun kaldığı bu an için Kemal'in serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin Kemal'i temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Kemal

b) Bir süre sonra Kemal hareket edebilmek için elleriyle kaydırağın tutunma yerlerine kuvvet uygulamış ve aşağı doğru kaymaya başlamıştır. Ellerini havaya kaldırdığında sabit hızla kaymaya devam etmiştir. Kaydırağın ortasına geldiği anda Kemal için serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin Kemal'i temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Kemal

5) Yokuşta hareketsiz duran sandığın üzerinde bir kedi oturmaktadır. Durgun sandık için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin sandığı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.
(Eğik düzlem ile zemin arasındaki açı 45° dir)



Sandık

6) Mehmet arkadaşı Canan'ı karlı bir yüzeyde kızak ile çekmektedir. Bu süreçte; aşağıda belirtildiği gibi bir rota izleyerek önce düz bir zeminde ilerlemişler (A-B aralığı), sonra bir yokuşun tepesine doğru (D noktasına doğru) tırmanmışlardır. Hareket boyunca kızağın sürati sabit kalmış ve Mehmet ipi aynı açıyla (zemine paralel) çekmiştir.





a) A-B aralığında hareket ettiği bir an için kızağın serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin kızağı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Kızak

b) C-D aralığındaki hareket ettiği bir an için kızağın serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin kızağı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Kızak

7) Ali topu havaya atarak oyun oynamaktadır.



a) Top Ali'nin elinden çıktıktan sonra, yukarı doğru hareket ettiği sıradaki bir an için, topun serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Top

b) Yukarı doğru hareket ederek çıkabileceği en üst noktaya ulaştığı an için, topun serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

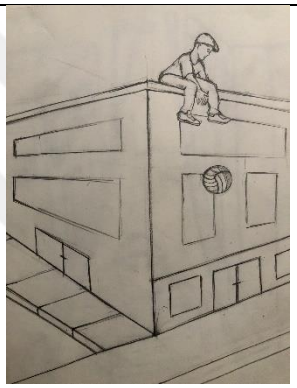
Top

c) Çıkabileceği en üst noktaya ulaştıktan sonra aşağı doğru hareket ettiği sıradaki bir an için, topun serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

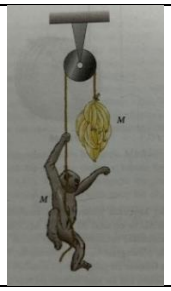
Top

8) Hasan elindeki topu binanın üzerinden aşağıya doğru F büyüklüğünde kuvvet uygulayarak fırlatmıştır. Düşmekte olan top için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya çiziniz.

Top



9) Maymun makaraya bağlı ipe tutunarak ayakları yere değmeyecek şekilde havada hareketsiz durmaktadır. İpin diğer ucunda 20 adet muz asılıdır.



a) Maymunun durgun olduğu bu an için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin maymunu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Maymun

b) Bir süre sonra ipin diğer ucundaki muzlardan beşi kopmuştur. Böylece maymun aşağıya doğru hareket etmeye başlamıştır. İpe tutunarak aşağıya doğru hareket ederken maymun için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin maymunu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

Maymun

SERBEST CİSİM DİYAGRAMI ÖLÇEĞİNDEKİ FOTOĞRAFLARIN KAYNAK BİLGİLERİ:

1.Soru ayakta duran kadın fotoğrafı
https://tr.pinterest.com/pin/277745502012207792/ 10-03-2023 tarihinde alınmıştır.
2.Soru koşan kadın
https://www.diken.com.tr/erkeklerin-oyununu-bobbi-gibb-bozdu/ 13-03-2023 tarihinde alınmıştır.
4.Soru kaydırakta kayan çocuk fotoğrafı
Raymond A. Serway, Robert J. Beichner, Fen ve Mühendislik için Fizik 1, çev. Kemal Çolakoğlu (Ankara: Palme Yayıncılık, 2002), 5. Cilt/
syf. 249.
5.Soru kedi resmi
https://tr.pinterest.com/pin/16677461109203881/ 13.03.2023 tarihinde alınmıştır,
5.Soru sandık resmi
https://yazili-sorulari.com/kuvvet-nedir-kuvvetin-cisimler-uzerindeki-etkileri-nelerdir/
13.03.2023 tarihinde alınmıştır.
6. Soru kızak fotoğrafı
https://kayseri.bel.tr/haberler/erciyes-asnin-esler-arasi-%E2%80%98artik-cekilmez-oldun-yarismasi-basliyor10061 05-03-2023 tarihinde alınmıştır.
7. Soru top oynayan çocuk fotoğrafı
http://www.yeditepehastanesi.com.tr/topa-kafayla-vurmanin-zararlari 06-03-2023 tarihinde alınmıştır.
9. Soru ipe asılı duran maymun resmi
Raymond A. Serway, Robert J. Beichner, Fen ve Mühendislik için Fizik 1, çev. Kemal Çolakoğlu (Ankara: Palme Yayıncılık, 2002), 5. Cilt/ syf. 356.

EK-2:

SERBEST CİSİM DİYAGRAMI ÇİZİM ÖLÇEĞİ- CEVAP ANAHTARI

HATIRLATMA

Serbest Cisim Diyagramı: Cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin doğrultu ve büyüklükleriyle analiz edilmesini sağlayan vektörel bir gösterimdir. Bir başka deyişle cismin üzerine etki eden tüm kuvvetlerin vektörel olarak gösterildiği diyagramdır.

Lütfen soruları cevaplarken, aşağıdaki noktalara dikkat ediniz.

1- Serbest cisim diyagramlarında çizdiğiniz vektörlerin hangi kuvvetleri temsil ettiğini belirtiniz.

2- Vektörlerin yönlerini mutlaka belirtiniz.

3- Vektörleri büyüklükleri ile orantılı olarak çiziniz (eğer çiziminizden anlaşılamıyorsa çiziminizin yanına vektörleri büyüklüklerine göre sıralayınız).

4- Tüm sorulardaki tüm yüzeyler sürtünmelidir. İhtiyaç duyulan sorularda statik/kinetik sürtünme katsayılarının 1'den küçük olduğunu düşününüz.

5- Tüm sorular için hava sürtünmesini ihmal ediniz.

SORULAR

1) Düz zemin üzerinde bir kadın hareketsiz olarak durmaktadır. Durgun haldeki kadın için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin yandaki kadını temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



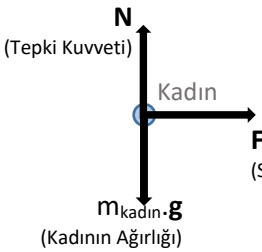


$m_{kadın}.g = N$

Ayrıntılar:
Newton'un 1. Yasası gereği kadına etki eden net kuvvet sıfırdır.

2) Düz zemin üzerinde bir kadın yürümektedir. Yürüyen kadın için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin yandaki kadını temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.





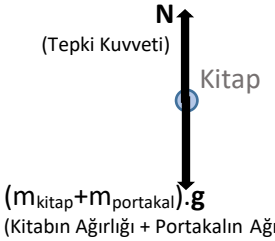
$m_{kadın}.g = N$

Ayrıntılar:
Newton'un 1. Yasası gereği kadına düşey doğrultuda etki eden net kuvvet sıfırdır.

Bilgi yetersizliğinden dolayı $F_{sürtünme}$ nin büyüklüğünü diğer kuvvetlerin büyüklükleriyle kıyaslayamayız.

3) Masanın üzerinde hareketsiz duran bir kitap ve bu kitabın üzerinde de bir portakal vardır. Kitap için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin kitabı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.





$(m_{kitap}+m_{portakal}).g = N$

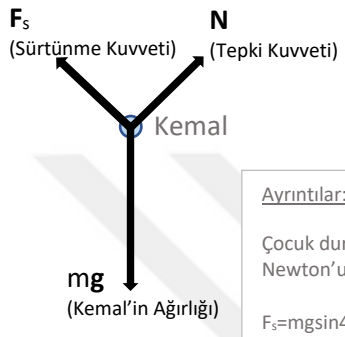
Ayrıntılar:
Newton'un 1. Yasası gereği kitaba etki eden net kuvvet sıfırdır

4) Kaydıraktan kaymak isteyen Kemal şekildeki gibi kaydırağa oturmuştur ve ellerini havaya kaldırmıştır. Ancak kaydırak üzerinde durgun kalmaya devam etmiştir.
(Kaydırak ile zemin arasındaki açı 45° dir)



a) Kaydırakta elleri havadayken durgun kaldığı bu an için Kemal'in serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin Kemal'i temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

$mg > F_s = N$



Ayrıntılar:

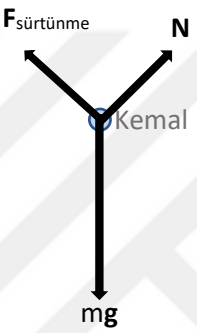
Çocuk durgun olduğu için, Newton'un 1.yasası gereği:

$F_s = mg\sin 45$
$N = mg\cos 45$ } $N = F_s$

Sin 45<1 olduğundan mg>N
Sin 45<1 olduğundan mg>F_s

b) Bir süre sonra Kemal hareket edebilmek için elleriyle kaydırağın tutunma yerlerine kuvvet uygulamış ve aşağı doğru kaymaya başlamıştır. Ellerini havaya kaldırdığında sabit hızla kaymaya devam etmiştir. Kaydırağın ortasına geldiği anda Kemal için serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin Kemal'i temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

$mg > F_s = N$



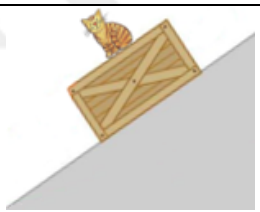
Ayrıntılar:

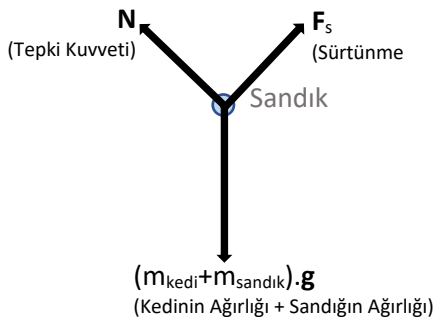
Çocuk sabit hızla hareket ettiği için, Newton'un 1.yasası gereği:

$F_s = mg\sin 45$
$N = mg\cos 45$ } $N = F_s$

Sin 45<1 olduğundan mg>N
Sin 45<1 olduğundan mg>F_s

5) Yokuşta hareketsiz duran sandığın üzerinde bir kedi oturmaktadır. Durgun sandık için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin sandığı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.
(Eğik düzlem ile zemin arasındaki açı 45° dir.)





$(m_{kedi}+m_{sandık}).g > N = F_s$

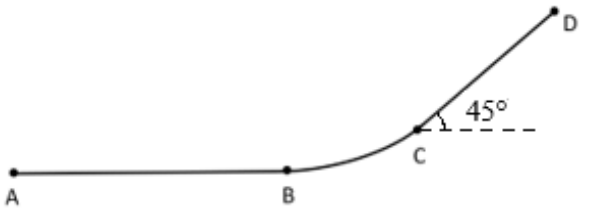
Ayrıntılar:
Sandık ve kedi durgun olduğu için, Newton'un 1. Yasası gereği:

$F_s = mg\sin 45$
$N = mg\cos 45$ } $N = F_s$

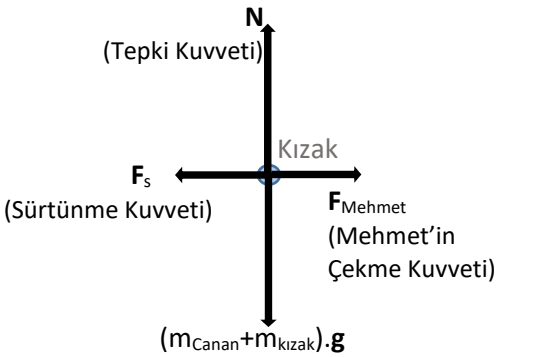
Sin 45<1 olduğundan mg>N
Sin 45<1 olduğundan mg>F_s

6) Mehmet arkadaşı Canan'ı karlı bir yüzeyde kızak ile çekmektedir. Bu süreçte; aşağıda belirtildiği gibi bir rota izleyerek önce düz bir zeminde ilerlemişler (A-B aralığı), sonra bir yokuşun tepesine doğru (D noktasına doğru) tırmanmışlardır. Hareket boyunca kızağın sürati sabit kalmış ve Mehmet kızağa bağlı olan ipi aynı açıyla (zemine paralel) çekmiştir.





a) A-B aralığında hareket ettiği bir an için kızağın serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin kızağı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



$F_{sürtünme} = F_{Mehmet} < (m_{Canan}+m_{kızak}).g=N$

Ayrıntıları:

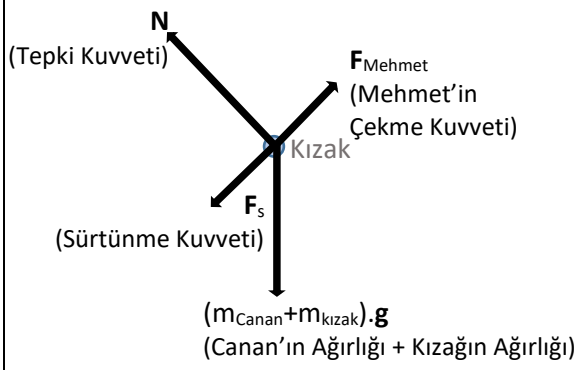
Yatay düzlemde sabit hızla hareket ettiği için Newton'un 1. Yasası gereği: $F_{sürtünme} = F_{Mehmet}$

Düşey düzlemde hareket olmadığından Newton'un 1. Yasası gereği: $N=(m_{Canan}+m_{kızak}).g$

$F_{sürtünme}=k(m_{Canan}+m_{kızak}).g$

$k<1$ olduğundan $F_{sürtünme} < (m_{Canan}+m_{kızak})g$

b) C-D aralığındaki hareket ettiği bir an için kızağın serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin kızağı temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



$F_{sürtünme} < F_{Mehmet} < N$

Ayrıntıları:

Eğik düzlem doğrultusunda sabit hızla hareket ettiği için Newton'un 1. Yasası gereği:

$F_{sürtünme}+(m_{Canan}+m_{kızak}).g.Cos45= F_{Mehmet}$ $(F_{sürtünme}< F_{Mehmet})$

Eğik düzleme dik doğrultuda hareket olmadığı için Newton'un 1. Yasası gereği:

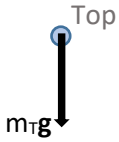
$N=(m_{Canan}+m_{kızak}).g.Sin\ 45$ $(N < (m_{Canan}+m_{kızak}).g)$

$F_{sürtünme} = k.N$ ($k<1$ olduğundan $F_{sürtünme} < N$)

7) Ali topu havaya atarak oyun oynamaktadır.

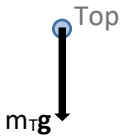


a) Top Ali'nin elinden çıktıktan sonra, yukarı doğru hareket ettiği sıradaki bir an için, topun serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



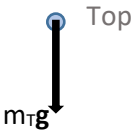
Ayrıntılar:
Serbest düşme hareketi yaptığı için topa sadece kütle-çekim kuvveti etki eder.

b) Yukarı doğru hareket ederek çıkabileceği en üst noktaya ulaştığı an için, topun serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



Ayrıntılar:
Serbest düşme hareketi yaptığı için topa sadece kütle-çekim kuvveti etki eder.

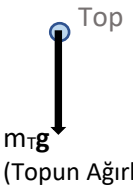
c) Çıkabileceği en üst noktaya ulaştıktan sonra aşağı doğru hareket ettiği sıradaki bir an için, topun serbest cisim diyagramını çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



Ayrıntılar:
Serbest düşme hareketi yaptığı için topa sadece kütle-çekim kuvveti etki eder.

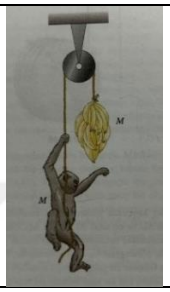
8) Hasan elindeki topu binanın üzerinden aşağıya doğru F büyüklüğünde kuvvet uygulayarak fırlatmıştır. Düşmekte olan top için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin topu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya çiziniz.



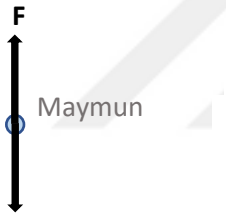


Ayrıntılar:
Serbest düşme hareketi yaptığı için topa sadece kütle-çekim kuvveti etki eder.

9) Maymun makaraya bağlı ipe tutunarak ayakları yere değmeyecek şekilde havada hareketsiz durmaktadır. İpin diğer ucunda 20 adet muz asılıdır.



a) Maymunun durgun olduğu bu an için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin maymunu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.

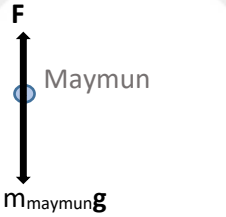


$m_{maymun}\, g = F$

($F = m_{muz}\, g$)

Ayrıntılar:
Maymun hareketsiz olduğundan Newton'un 1. Yasası gereği maymuna etki eden net kuvvet sıfırdır.

b) Bir süre sonra ipin diğer ucundaki muzlardan beşi kopmuştur. Böylece maymun aşağıya doğru hareket etmeye başlamıştır. İpe tutunarak aşağıya doğru hareket ederken maymun için serbest cisim diyagramı çiziniz. Aşağıdaki dairenin maymunu temsil ettiğini düşünerek çiziminizi aşağıya yapınız.



$m_{maymun}\, g > F$

($F = m_{muz}\, g + F_{s\ makara}$)

Ayrıntılar:
Muzların sayısı azalınca maymuna etki eden yukarı yönlü kuvvet azaldığından, aşağı yönlü met kuvvet oluşur.

Ek-3:

KODLAMA TABLOSU VE KODLAMA ÖRNEKLERİ

1. Soru

ÖĞR.	KUVVETLER				KUVVETLERİN YÖNLERİ						KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ			KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ İLE İLİŞKİLİ AÇIKLAMALAR	İLAVE AÇIKLAMALAR (diyagramda olmaması gereken kuvvetler vb. ile ilgili)
	DİYAGRAMDA OLMASI GEREKEN		DİYAGRAMDA OLMAMASI GEREKEN (FAZLADAN ÇİZİLEN)		mg'nin Yönü			N'nin Yönü			mg=N				
	mg	N	Sayı	Kuvvet	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK		
ö1	1	1	1	f s (yukarı)	1			1			1				
ö2	1				1					1			1	N'yi diyagramda göstermediği için kıyaslama yapmamış.	

2. Soru

ÖĞR.	KUVVETLER					KUVVETLERİN YÖNLERİ									KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ			KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ İLE İLİŞKİLİ AÇIKLAMALAR	İLAVE AÇIKLAMALAR (diyagramda olmaması gereken kuvvetler vb. ile ilgili)
	DİYAGRAMDA OLMASI GEREKEN KUVVETLER				DİYAGRAMDA OLMAMASI GEREKEN (FAZLADAN ÇİZİLEN) KUVVETLER	mg'nin yönü			N'nin Yönü			Fs'nin Yönü			mg=N				
	mg	N	Fs	Sayı	Kuvvet	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK		
ö8	1	1	1	1	F (Fs ye zıt)	1			1				1		1				F>Fs yazmış
ö9	1		1			1					1		1				1	N'yi diyagramda göstermediği için kıyaslama yapmamış.	

3. Soru

ÖĞR.	KUVVETLER					KUVVETLERİN YÖNLERİ									KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ			KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ İLE İLİŞKİLİ AÇIKLAMALAR	İLAVE AÇIKLAMALA (diyagramda olmaması gereken kuvvetler vb. ile ilgili)
	DİYAGRAMDA OLMASI GEREKEN KUVVETLER				DİYAGRAMDA OLMAMASI GEREKEN (FAZLADAN ÇİZİLEN) KUVVETLER	(mg)kit. Yönü			(mg)port. Yönü			N Yönü			(m kitap+m portakal)g=N				
	(mg)kit.	(mg)port.	N	Sayı	Kuvvet	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK		
ö21	1	1	1			1			1			1			1			mg kuvvetlerinin uzunluğu ile tepki kuvvetinin uzunluğunu orantılı çizmiş. Mglerin toplamı=Nlerin toplamı şeklinde çizmiş.	ayrıca mgkitap>mgportakal yazmış.
ö22	1	1	1			1			1			1			1				

4a. Soru

ÖĞR.	KUVVETLER					KUVVETLERİN YÖNÜ									KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ									KUVVETLERİN BÜYÜKLÜKLERİ İLE İLİŞKİLİ AÇIKLAMALAR	İLAVE AÇIKLAMALAR (diyagramda olmaması gereken kuvvetler vb. ile ilgili)
	DİYAGRAMDA OLMASI GEREKEN KUVVETLER				DİYAGRAMDA OLMAMASI GEREKEN (FAZLADAN ÇİZİLEN) KUVVETLER	mg'nin yönü			N'nin Yönü			Fs'nin Yönü			mg>Fs			Fs=N			mg>N				
	mg	N	Fs	Sayı	Kuvvet	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK	DOĞRU	YANLIŞ	YOK		
ö36	1	1				1				1				1			1			1			1		Fs'yi diyagramda göstermediği için kıyaslama yapmamış.	
ö37	1	1	1	1	F(Fs ye zıt)	1				1		1				1		1					1			Fs=F yazmış (F diyagramda olmaması gereken kuvvet)

Ek-4:

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Etik Kurulu
Bilimsel Araştırma Etik Kurulu

Sayı : E-84026528-050.01.04-2300077129 31.03.2023
Konu : Başvuru İncelenmesi

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esin ŞAHİN

Yürütücülüğünüzü yapmış olduğunuz 2023-YÖNP-0222 nolu projeniz ile ilgili Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun almış olduğu 30.03.2023 tarih ve 04/57 sayılı kararı aşağıdadır.

Bilgilerinize rica ederim.

KARAR 57- Sorumlu yürütücülüğünü **Dr. Öğr. Üyesi Esin ŞAHİN**'in yaptığı ve proje araştırmacısı **Filiz ERDOĞAN** tarafından gerçekleştirilen "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Serbest Cisim Diyagramı Çizebilme Düzeylerinin Mekanik Konuları Kapsamında İncelenmesi" başlıklı araştırmanın, ilgili **taahhüt edilen izinlerin alınması** ve Bilimsel Araştırmalar Etik Kuruluna sunulması koşulu ile Etik Kurul ilkelerine **uygun** olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.