

**ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DURGUN
ELEKTRİK PROBLEMLERİNİ ÇÖZERKEN
KULLANDIKLARI GÖRSELLEŞTİRMENİN
PROBLEMİN ANLAŞILMASI
ÜZERİNE ETKİLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hilal SIKI
DANIŞMAN
DOÇ. DR. RIDVAN ÜNAL
FİZİK
ŞUBAT 2014**

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DURGUN ELEKTRİK PROBLEMLERİNİ
ÇÖZERKEN KULLANDIKLARI GÖRSELLEŞTİRMENİN PROBLEMİN
ANLAŞILMASI ÜZERİNE ETKİLERİ**

HİLAL SIKI

DANIŞMAN

DOÇ. DR. RIDVAN ÜNAL

FİZİK ANABİLİM DALI

ŞUBAT 2014

TEZ ONAY SAYFASI

Hilal Sıkı tarafından hazırlanan “Üniversite Öğrencilerinin Durgun Elektrik Problemlerini Çözerken Kullandıkları Görselleştirmenin Problemin Anlaşılması Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Fizik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Rıdvan ÜNAL

Başkan : Yard. Doç. Dr. Ayça Hatice TÜRKAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi,

Üye :Yard. Doç. Dr. Bekir Oruncak

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi,

Üye : Yard. Doç. Dr. Ayça Hatice TÜRKAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi,

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun

...../...../..... tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

04/02/2014

Hilal SIKI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DURGUN ELEKTRİK PROBLEMLERİNİ ÇÖZERKEN KULLANDIKLARI GÖRSELLEŞTİRMENİN PROBLEMİN ANLAŞILMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Hilal SIKI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Rıdvan Ünal

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin problem çözümüne etkisi ve bu öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin bazı değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini belirlemek için Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) uygulanmıştır. Uzamsal görselleştirme başarılarının katılımcıların demografik verilerine (cinsiyet, üniversite giriş puanı, genel not ortalaması ve bazı derslerin başarısı) göre farklılaşıp farklılaşmadığı CHAID analizi ve Correspondence analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin problem çözümüne etkisini görebilmek ve veri analizini en aza indirmek için farklı uzamsal görselleştirme puanlarına göre rastgele seçilen sekiz öğrenci ile yapılan görüşmeler kaydedilmiştir.

Sonuçlar gıda mühendisi bölümünden gelen öğrencilerin PUGT puanının sadece teknik resim dersinin notlarına göre değiştiğini göstermiştir. Fizik bölümünde okuyan öğrencilerin uzamsal görselleştirme sonuçları cinsiyetlerine göre değişkenlik göstermiştir. Yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen veriler, uzamsal görselleştirme becerisi ve uzamsal görselleştirme becerilerini problem çözümünde kullanma kabiliyetleri arasında bir ilişki bulunamamıştır.

2014, xi + 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: Uzamsal Görselleştirme Yeteneği, Problem Çözme

ABSTRACT

M.Sc Thesis

HOW VISUALIZATION EFFECTS UNDERGRADUATE STUDENTS UNDERSTANDING OF ELECTROSTATIC PROBLEM SOLVING

Hilal SIKI

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Physics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Rıdvan Ünal

In this study, the effect of spatial visualization skills of collage students on problem solving and whether or not the spatial visualization skills of these students varies with demographic data, were examined. The test scores were compared for each student according to their demographical data; gender, college entrance scores, GPA, some spesific course gredes, by using the correspondence analysis and CHAID analysis methods. To see the effects of students spatial visualization skills on problem solving and to reduce the data analysis to minimum, the interviews made with 8 randomly selected students accoding to different spatial visualization scores were recorded.

Scores show that, the PUGT results of the students from food engineering constitute vary only for their tecnical drawing course grades. For the students from physics department, the spatial visualization scores only vary with gender. The data obtained from semi-structured interviews, there was no relation between, on spatial visualization and their ability to use spatial visualization solving a problem.

2014, xi +86 pages

Key Words: Spatial Visualization Ability, Problem Solving

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı yürüten değerli hocam Doç. Dr. Rıdvan ÜNAL' a, istatistiksel bilgilerin oluşturulmasındaki katkılarından dolayı Yard. Doç. Dr. Ayça Hatice TÜRKAN 'a teşekkür ederim.

Destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

Hilal SIKI
AFYONKARAHİSAR, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TABLolar	vi
ŞEKİLLER.....	vii
I. GİRİŞ.....	1
1.1. Uzamsal Yetenek.....	3
1.2 Araştırmanın Amacı	4
1.3 Araştırmanın Önemi.....	4
II. LİTERATÜR TARAMASI.....	6
III. MATERYAL VE METOD	11
3.1 Araştırma Modeli	11
3.1.1 Nitel Yaklaşımlar	11
3.2 Araştırmanın Çalışma Grubu	11
3.4 Veri Toplama Araçları	14
3.4.1 Purdue Uzamsal Görselleme Testi	14
3.4.2 Fizik Problem Soru Kağıdı.....	18
3.5 Uygulama Süreci.....	20
3.6 Verilerin Analizi.....	20
3.6.1 Correspondence Analizi	21
3.6.2 CHAID Analizi	21
4.1 Uzamsal - Görsel Becerilerin Belirlenmesi.....	22
4.1.1 Correspondence Analiz Sonuçları	37
4.1.2 CHAID Analiz Sonuçları	39
4.2. Fizik Problem Soru Kağıdı Bulguları.....	41
4.2.1. FBSK 'ndaki Birinci Probleme İlişkin Bulgular	42
4.2.2 FPSK 'ndaki İkinci Probleme İlişkin Bulgular	44
4.3 Görüşmeler	46
4.3.1 1 Numaralı öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	47
4.3.2 2 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	52
4.3.3 3 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	56
4.3.4 4 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	60
4.3.5 5 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	65

4.3.6 6 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	68
4.3.7 7 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	72
4.3.8 8 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar.....	76
V. SONUÇ	80
VI. KAYNAKLAR	82

TABLolar

Tablo 3.1 Araştırmanın hedefleri ve hedeflere yönelik veri toplama araçları	14
Tablo 3.2 PUGT Özellikleri.....	18
Tablo 4.1 Gıda mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin PUGT 'ne verilen cevapları, ortalamaları ve özellikleri	23
Tablo 4.2 Gıda mühendisi (İ.Ö.) öğrencilerinin PUGT 'ne verilen cevapları, ortalamaları ve özellikleri.....	23
Tablo 4.3 Fizik bölümü öğrencilerini PUGT 'ne verilen cevapları ortalamaları ve özellikleri.....	24
Tablo 4.4 PUGT sonuçlarına göre öğrencilerin uzamsal - görsel becerileri	25
Tablo 4.5 Gıda Mühendisi (N.Ö) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri.	26
Tablo 4.6 Gıda mühendisi (İ.Ö.) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri	27
Tablo 4.7 Fizik bölümü öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri	28
Tablo 4.8 Gıda Mühendisi (N.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri.....	29
Tablo 4.9 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri	30
Tablo 4.10 Fizik Bölümü PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri	31
Tablo 4.11 Gıda Mühendisi (N.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi....	32
Tablo 4.12 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi.	33
Tablo 4.13 Fizik Bölümü cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi.	34
Tablo 4.14 Gıda Mühendisi öğrencileri için değişkenler ve seviyeleri	35
Tablo 4.15 Fizik Bölümü öğrencileri için değişkenler ve seviyeleri	36
Tablo 4.16 Fizik bölümü öğrencilerinin gösterdiği problem çözme davranışları.....	41
Tablo 4.17 1 numaralı öğrencinin 1 soruya verdiği cevaplar	50
Tablo 4.18 1 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	51
Tablo 4.19 2 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	54
Tablo 4.20 2 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	55
Tablo 4.21 3 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	58
Tablo 4.22 3 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	59
Tablo 4.23 4 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	63
Tablo 4.24 4 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	64
Tablo 4.25 5 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	67
Tablo 4. 26 5 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	68
Tablo 4.27 6 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	70
Tablo 4.28 6 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	71
Tablo 4.29 7 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	74
Tablo 4.30 7 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	75
Tablo 4.31 8 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar	78
Tablo 4.32 8 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar	79

ŞEKİLLER

Şekil 3.1 Fizik Bölümü öğrencilerinin cinsiyet dağılımı	12
Şekil 3.2 Gıda Mühendisi öğrencilerinin cinsiyet dağılımı.....	12
Şekil 4.1 PUGT sonuçlarına göre öğrencilerin uzamsal-görsel becerileri	25
Şekil 4.2 Gıda mühendisi (N.Ö) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel	26
Şekil 4.3 Gıda Mühendisi (İ.Ö) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri	27
Şekil 4.4 Fizik Bölümü öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri	28
Şekil 4.5 Gıda Mühendisi (N.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri.	29
Şekil 4.6 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri.....	30
Şekil 4.7 Fizik Bölümü PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri.....	31
Şekil 4.8 Gıda Mühendisi (N.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi	32
Şekil 4.9 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi.....	33
Şekil 4.10 Fizik Bölümü cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi.....	34
Şekil 4.11 Gıda Mühendisi öğrencilerinin uyum analizi.....	38
Şekil 4.12 Fizik Bölümü öğrencilerinin uyum analizi	38
Şekil 4.13 Gıda Mühendisi öğrencileri için CHAID ağacı	40
Şekil 4.14 Fizik Bölümü öğrencileri için CHAID ağacı	40
Şekil 4.15 Birinci probleme yönelik öğrencinin çözüm örneği.....	42
Şekil 4.16 Birinci probleme yönelik öğrencinin çözüm örneği.....	43
Şekil 4.17 İkinci probleme yönelik öğrenci çözüm örneği	44
Şekil 4.18 İkinci probleme yönelik öğrencinin çözüm örneği	45
Şekil 4.19 Ö1 'in problem-1 çözümü.....	47
Şekil 4.20 Ö1 'in problem-2 çözümü.....	49
Şekil 4.21 Ö2 'nin problem-1 çözümü.....	52
Şekil 4.22 Ö2'nin problem-2 çözümü.....	53
Şekil 4.23 Ö3 'ün problem-1 çözümü.....	56
Şekil 4.24 Ö3 'ün problem-2 çözümü.....	57
Şekil 4.25 Ö4 'ün problem-1 çözümü.....	60
Şekil 4.26 Ö4 'ün problem-2 çözümü.....	62
Şekil 4.27 Ö5 'ün problem-1 çözümü.....	65
Şekil 4.28 Ö5 'in problem-2 çözümü.....	66
Şekil 4.29 Ö6 'in problem-1 çözümü.....	68
Şekil 4.30 Ö6 'in problem-2 çözümü.....	69
Şekil 4.31 Ö7 'nin problem-1 çözümü.....	72
Şekil 4.32 Ö7 'nin problem-2 çözümü.....	73
Şekil 4.33 Ö8'in problem-1 çözümü.....	76
Şekil 4.34 Ö8 'in problem-2 çözümü.....	76

I. GİRİŞ

Bir çok araştırma 1970 'lerden bu yana fiziğin nasıl daha iyi öğrenebileceği ve öğretebileceği üzerine odaklanmıştır. Fizik öğretimi ile ilgilenenler, öğrencilerin fiziksel dünyayı anlama ve öğrenmesi üzerine çalışmaktadır (Arons,1997). Arnold Arons, 1971 yılında Washington Üniversitesi'nde öğretmenler için Yaz Enstitüleri, öğretmen adayları için ise akademik programa çeşitli derslerin dahil edilmesi ve çalışanlarıyla alanın öncülerindedir. Açılan bu dersler kapsamında öğretmenler ve öğrenim gören öğretmen adaylarının sorgulamaya yönelik öğrenme ile fizik kavramları derinlemesine kavramaları ve öğretmeleri amaçlanmıştır.

Öğrencilerin, bilimin özünü kavrayabilmeleri için gerekli çalışma yöntemleri, problem çözme becerileri , zihinsel ve görsel becerilerinin kazandırılması gerekir. Üniversitede temel fizik dersi alan öğrencilerin konu ile ilgili soruyu çözmeleri istendiğinde, ilk olarak soruda ne istenip istenmediğini irdelemeden, çoğu kez formülleri hatırlamaya çalıştıkları yapılan gözlemlerle belirlenmiştir. Buna bağlı olarak, öğrencilerin sorularda ne istenildiğini tam olarak analiz etmeden çözme girişiminde buldukları ortaya çıkmıştır. Gök ve Sılay (2008)'ın da vurguladığı gibi, düşünceleri hemen uygulamaya koyma, formülleri hatırlamaya çalışma, amaçsızca işlemler yapma, tahminler yürüterek çözüme ulaşma şeklinde stratejiler izlenmektedir. İlgili alan yazında uzman ve acemi problem çözücülerin problem çözmeye bakış açılarında farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Chi et al.1981; Van Heuvelen; 1991).

Problemlerin çözümü için bireyin problem çözme becerisinin güçlü olması gerekir. Bu becerinin kazanılması sadece bilgi transferi ile mümkün değildir. Çünkü matematiksel ifadeleri içeren fizik bireyin zihinsel becerilerini kullanmasını gerektirir. Böylece bu çalışmada, lisans düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin uzamsal görselleştirme yetenekleri ve durgun elektrik problemlerinde kullandıkları görselleştirmenin probleme etkisi incelenecektir. Üçüncü sınıf fizik dersleri matematiksel doğası nedeniyle bu çalışmaya uygundur.

Bu çalışmada genel olarak uzamsal yetenek ve problem çözme arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. Çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde

öğrencilerin uzamsal yetenek ile cinsiyet ve akademik başarıları arasındaki ilişki, ikinci bölümde uzamsal yetenek ile problem çözme arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bu tez beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırmanın konusu, uzamsal yetenek, araştırmanın amacı ve önemine yer verilmiştir. İkinci bölümde, araştırma ile ilgili alan yazın yer almaktadır. Üçüncü bölümde araştırmanın yöntemine yer verilmiştir. Araştırma modeli, veri toplama süreci ve araçları, verilerin analizi belirtilmiştir. Dördüncü bölümde araştırmanın bulguları ve yorumlarına hem sayısal verilerle hem de betimsel olarak yer verilmiştir. Beşinci bölümde, araştırma bulgularının değerlendirilmesi yapılmıştır.

1.1. Uzamsal Yetenek

Uzamsal beceri ve uzamsal yetenek kavramlarının birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Sorby (2007) 'a göre, uzamsal yetenek ve uzamsal beceri birbirinden farklı kavramlardır. Uzamsal yetenek, kişinin sahip olduğu bir yetenek iken; uzamsal beceri eğitim yolu ile öğrenilebilen, ulaşılabilen ve geliştirilebilen bir beceridir. Alan yazında uzamsal görselleştirme, uzamsal kavrama yeteneği ve görsel - uzamsal yetenek ve üç boyutlu görselleştirme ifadeleri birbirinin yerine kullanılmaktadır.

Tarte 'ye (1990) göre uzamsal beceri; anlama, kavrama, organize etme, görsel ilişkileri yorumlama gibi becerilerin bir bileşimi olarak görülebilir.

Görselleştirme, içsel bir yapı ile erişimin duyularla güçlü bir bağlantı kurma eylemi olarak tanımlanabilir. Zihinsel ve dışsal olaylar arasında ki dönüşüm ve bireyin bu ilişki arasında kurduğu bağlantıdır (Zazkis, et al. 1996).

Stockdale ve Possion (1998), uzamsal beceriyi daha ayrıntılı işlemiş ve uzamsal beceriyi kişinin çevresi ile kendisi arasında uzamsal ilişkiler kurabilme becerisi olarak tanımlamıştır. Araştırmacılar, uzamsal ilişkileri genel olarak büyüklük, uzaklık, hacim, düzen ve zaman özelliklerini kapsadığını belirterek bu ilişkilere bir masa üzerindeki kitapların yerleşimi, nesnelere arasındaki uzaklık, sözcük içerisindeki harflerin düzeni, bir saatin uzunluğu, bir gün içerisindeki gerçekleştirilecek etkinliklerin düzenlenmesi, basit bir bölme işleminin aşamaları şeklinde örnekler vermişlerdir (Tekin 2007).

Geometri ve uzamsal akıl yürütme, yorumlama, fiziksel çevreyi anlama ve aynı zamanda matematik ve diğer konularda öğrenmede temel oluşturmak için uzamsal yetenek önemlidir. Buna rağmen öğretmenler öğrencileri bu konuda eğitmek için zaman harcamamaktadırlar. Çocukların etkin uzay hakkında bilgi edinmeleri için çizimler ve bilgisayarın aktif katılımı ile eğitim programlarında gelişen öğretim kaynakları kullanılabilir (Clement and Douglas 1998).

Uzamsal görselleştirme yeteneği; grafikerlik, mimarlık, mühendislik gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu meslek grupları uzamsal becerinin boyutları olan zihinsel çevirme, uzamsal görselleştirme, uzamsal düşünme ve uzamsal yönelim gibi becerilere ihtiyaç duyarlar (Delialioğlu ve Aşkar 1999, Kayhan 2005, Pribly and Bodner, 1987).

Öğrencilerin akademik başarıları uzamsal yetenekleri ile yakından ilişkilidir. Örneğin; geometri hesaplamalarında, uzamsal yetenek gereklidir ve önemli bir yere sahiptir. Üç boyutlu şekillerin yüzey hacim hesaplamalarında uzamsal yetenek ön plana çıkar. Organik kimya uygulamalarında; öğrencilerin molekül yapılarını doğru çizmeleri ve yorumlayabilmeleri uzamsal yeteneklerine bağlıdır (Prilby and Bodner, 1987).

1.2 Araştırmanın Amacı

Lisans öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerinin incelenmesi ve buradan yola çıkarak elde edilen verilerle öğrencilerin durgun elektrik problemlerini çözerken kullandıkları görselleştirmenin problemin anlaşılması üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

1.3 Araştırmanın Önemi

Fizikteki temel ilke ve konuların uygulamalarını öğrencilerin kavraması önemlidir. Fizik eğitimiyle ilgili alan yazında, öğrencilerin fiziği öğrenmesini engelleyen faktörlere yönelik bir çok çalışma mevcuttur. Fakat bu çalışmalarda daha çok ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerine odaklanıldığı görülmektedir (Abak, 2002, Koçyiğit 2003, Turgut et al. 2006). Bunun nedeni üniversitelerin amaçları doğrultusunda her bireyin kendi öğrenmesinden sorumlu olmasıdır. Bununla birlikte, üniversitelerin ilk sınıflarında fizik dersi alanların başarıları her geçen yıl daha azalmaktadır (Akdeniz et al.2004). Bundan dolayı üniversitelerde temel fizik derslerindeki başarısızlığın nedenlerini araştırmak çözüm önerileri geliştirmek bu konuda önemli bir aşama olarak kabul edilebilir. Bu çalışmada, öğrencilerin fizik problemlerini nasıl algıladıklarının betimlenmesi üzerine odaklanmaktadır.

Battista vd. (1989) uzamsal yetenekle problem çözme performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur (Bulut ve Köroğlu, 2000).

Araştırmanın önemi iki kısımda açıklanabilir. Bunlardan birincisi fizik bölümü ve mühendislik fakültesi öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin akademik başarıya olan

etkisi ve cinsiyete göre farklılaşmanın olup olmadığını görebilmektir. İkincisi ise görsel yeteneğin problem çözümüne etkisidir. Bu çalışmada elektrik problemlerin çözümü için fizik bölümü öğrencileriyle görüşmeler yapılmıştır. Mülakat kayıtları problem çözümünde görsel yöntemlerin kullanımını karakterize etmek amacıyla analiz edilmiştir. Çalışmanın amaçlarından biri fizik dersindeki karmaşık bir problemin çözüm yönteminde görselleştirmenin kullanımını incelemektir. Özellikle çalışmada öğrencilerin problemi çözmesi değil, problem çözümünde kullanılan görselleştirmenin probleme etkisini görebilmektir.

II. LİTERATÜR TARAMASI

Uzamsal yetenek ve görselleştirme üzerine yapılan araştırmalar önemlidir. Uzamsal yeteneğin geliştirilmesi son yıllarda mühendislik, mimari tasarım ve grafikerlik bölümlerinde önemli hale gelmiştir. Son zamanlarda bu bölümlerde ve diğer bölümlerde çalışmalar artmıştır.

Ertekin ve İrioğlu (2011) ilköğretim öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerini bazı değişkenler yönünden incelemişlerdir. Ele alınan bağımsız değişkenler cinsiyet, okul öncesi eğitimi alma durumu ve anne-baba eğitim durumu ile sınırlandırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin zihinsel döndürme testi ortalamaları arasında cinsiyete göre fark bulunmaz iken, okul öncesi eğitim ve anne-baba eğitim durumu değişkenleri yönünden farklar tespit edilmiştir.

Turgut ve Yılmaz (2012) ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri ile cinsiyet, matematik başarıları ve okul öncesi eğitimleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada elde edilen verilerin analizinde frekans, ortalama, t- testi ve korelasyon analizi kullanılmıştır. Araştırmada, öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin oldukça düşük seviyede olduğu görülmüştür. Uzamsal yetenek ile cinsiyet arasında anlamlı ilişkiler bulunmazken uzamsal yetenekle matematik başarıları arasında orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki; uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Okul öncesi eğitimi alanlar, almayanlara göre uzamsal yetenek testinden daha başarılı olmuşlardır.

Delialioğlu ve Aşkar (1999), orta öğretim öğrencilerinin matematik becerisi ve uzaysal yeteneklerinin fizik başarısına katkısını incelemişlerdir. Bu araştırmada, bir lisenin 62 öğrencisine Matematik Beceri Testi (MST), Uzamsal Zeka Testleri (SAT) ve Fizik Basarı Testi (PAT) uygulanmıştır. Korelasyon analizi sonucunda matematik becerisi ve fizik başarıları arasındaki korelasyon katsayısı 0.46 olarak, uzamsal zeka ve fizik başarıları arasındaki korelasyon katsayısı 0.45 olarak bulunmuştur. Matematik becerisi ve uzaysal zekanın fizik başarısına bileşik katkısını görmek için çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. Sonuçlar bu iki değişkenin (matematik becerisi ve uzamsal yetenek) fizik başarısındaki değişkenliğin %31'ini açıklayabildiğini göstermiştir

Yue (2002), çeşitli eğitim düzeylerinde uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde kapsamlı bir çalışma yapmıştır. PSVT-R testi lise öğrencileri, farklı düzeylerde üniversite öğrencileri ve lise öğretmenlerine uygulanmıştır. Farklı eğitim düzeyleri arasındaki uzamsal görselleştirme becerileri karşılaştırılmıştır. Cinsiyet ve yaş gibi diğer faktörlerde incelenmiştir. Sonuçlarda yüksek eğitim seviyesine sahip kişilerin PSVT-R puanlarının arttığını ve erkeklerin uzamsal görselleştirme becerilerinin daha iyi olduğunu belirtmiştir. Mühendislik, grafikerlik bölümlerindeki öğrencilerin cinsiyete göre puan ortalamaları arasında ve üniversite öğrencilerinin yaş gruplarında PSVT-R testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığını ifade etmiştir

Kayhan (2005), lise öğrencilerinin uzaysal yeteneklerinin incelenmesi araştırmasında, okul türünün uzaysal yetenek üzerindeki etkisini, matematik başarısı ve mantıksal düşünme becerisi ile uzaysal yetenek arasındaki ilişkiyi ve teknik resim dersinin uzaysal yeteneğin gelişimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda, okul türünün öğrencilerin uzaysal yeteneklerine anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Matematik başarısı ve uzaysal yetenek ile mantıksal düşünme yeteneği ve uzaysal yetenek arasında güçlü ve anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Teknik resim başarısı ile uzaysal yetenek arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin teknik resim dersiyle uzaysal yeteneklerinde anlamlı bir gelişme olduğu bulunmuştur.

Bulut ve Köroğlu (2000), on birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin incelenmesi adlı araştırmalarında on birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri Ekstrom ve meslektaşları tarafından geliştirilmiş olan kart çevirme, küp karşılaştırma, kağıt katlama ve yüzey oluşturma testleri kullanılarak incelemiştir. Bu dört test uzamsal yetenek hakkında bilgi vermektedir. İlk iki test uzamsal yeteneğin alt boyutlarından olan uzamsal yönelim yeteneğini ölçerken son iki test uzamsal görme yeteneğini ölçmektedir. On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının 0,05 düzeyinde "Uzamsal Yetenek Testi" puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmiştir. Ayrıca yapılan "MANOVA" analizi sonucunda bu iki grubun "Uzamsal Yönelim" ve "Uzamsal Görme Testlerinden" aldıkları puanların ortalamaları arasında yine aynı düzeyde anlamlı farklar bulunmuştur. Öğretmen adaylarının testlerden elde ettikleri puan ortalamalarının oldukça düşük olduğu sonucuna varılmıştır

Öğrencilerin kimya derslerindeki başarılarında uzamsal yeteneklerinin etkili olduğu belirtilmiştir (Bodner and Guay, 1997).

Browne Kerry P. (2001), üçüncü ve dördüncü sınıf fizik bölümü öğrencilerinin problem çözme davranışlarını incelemiştir. Bu çalışmada üçüncü ve dördüncü sınıf fizik dalındaki öğrencilerin kullandıkları görselleştirmenin problem çözümüne etkisini araştırmıştır. İlk olarak fizik bölümündeki tüm öğrencilere Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda fizik ders notları ile test puanları arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuştur. İkinci çalışmada da 15 öğrencinin sesli düşünerek elektrostatik problemlere çözüm getirmesi istenmiştir. Bu çalışma sonucunda da uzamsal becerileri düşük olan öğrencilerin elektrik alan vektörü ile alan çizgilerinin gösterimlerini karıştırdıkları belirtilmiştir.

Kavaz ve Eryılmaz (2002), yaptıkları çalışmada öğrencilerin görsel yetenekleri ve fizik başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmalarında Ankara'daki Anadolu Liselerinde öğrenim gören lise son sınıf seviyesindeki öğrencilerin görsel yetenekleriyle optik dersindeki başarıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Veri toplamak için kart çevirme ve kup karşılaştırma testlerinden oluşan uzaysal yönelim ile kağıt katlama ve yüzey oluşturma testlerinden oluşan uzaysal görme testlerini içeren görsel yetenek testi ve optik başarı testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin görsel yetenekleriyle optik başarıları arasında olumlu, doğrusal bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Quaiser Pohl ve Lehmann (2002), 112 kadın ve 71 erkek lisans öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, uzamsal görselleştirme yeteneğinin cinsiyete göre farklılık gösterdiğini belirtmiş ve erkeklerin daha iyi olduğunu ifade etmiştir. Zihinsel dönmeler testi performanslarına bakıldığında akademik başarılarının ve cinsiyet farklılıklarının etkisi değişmiştir. Sanat, fen bilimleri ve sosyal bilimler bölümündeki öğrencilerin uzamsal becerileri arasında da farklılıklar olmuştur. Verilerin korelasyon analizi sonuçlarında sadece bilgisayar deneyimi olan kadınların uzamsal yetenekleri ile anlamlı sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir.

Alias vd. (2002), mühendislik öğrencilerinin çizim faaliyetleri ile uzamsal görselleştirme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma sonucunda,

öğrencilerin görsel yetenekleri ile çizim performansları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlemlenmiştir. Ayrıca uzamsal görselleştirme yeteneğinin cinsiyete göre farklılık göstermediği belirtilmiştir.

Koch D. (2006) , problem çözümünde modelleme ve görselleştirmenin etkisini kontrol ve deney grupları olmak üzere rastgele seçilen 47 öğrenci üzerinde araştırmıştır. Her iki gruba da Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler problem çözümlerinde parametrik katı modelleme tasarımı kullanmışlardır. Lojistik regresyon analiz yöntemi ile sonuçlar analiz edilmiştir. Bulgular görselleştirmenin teknik problem çözmeye önemli bir belirleyici olduğunu ortaya çıkarmıştır. Problem çözümünde kullanılan çizim ve katı modelleme tasarım yöntemleri arasında anlamlı fark bulunmadığını belirtmiştir.

Çalışkan vd. (2006) yaptıkları çalışmada, Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı 'nda her sınıf düzeyinden ikişer öğretmen adayı seçilmiştir. Araştırmanın verileri bu öğretmen adayları ile yapılan yapılandırılmış görüşme yöntemi ile toplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda 1., 2., 3., ve 4., sınıf düzeyindeki öğretmen adaylarının problem çözmeye yüzeysel bir yaklaşım içinde oldukları, 5. sınıfa devam eden öğretmen adaylarının daha derinsel bir yaklaşıma sahip olduğu ve daha çok sayıda problem çözme stratejisi kullandığı görülmüştür.

Michigan Technological Üniversitesi (MTU) 1993 yılından beri mühendislik öğrencilerinin özellikle bayanların 3D uzamsal becerilerini geliştirmeye yönelik kurslar sunmaktadır. Öğrencilerin uzamsal 3D becerileri nedeniyle mühendislik çizimleri gelişmemiştir. Sınıflarda yapılan öğrenme ortamında üç boyutlu uzamsal becerilerin bayan öğrencilerde pozitif bir etki göstermiştir. Sorby, Michigan Technological Üniversitesi 'nde mühendislik öğrencileriyle yaptığı çalışmada uzamsal beceri ile cinsiyet arasındaki farkın zihinsel rotasyon alanında olduğunu belirtmiştir (Sorby 2007).

Güven ve Kosa (2008), matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı (DGS) ile uzamsal becerileri incelenmişlerdir. Çalışmalarda ön test ve son test deneysel tasarım kullanılmıştır. Bu kapsamda ön test olarak Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT), son test olarak 8 hafta boyunca Cabri 3D yazılımı öğrencilere uygulanmıştır.

Ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Bulgular sonucunda matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerilerinin bilgisayar destekli etkinliğin geliştirilmesine katkıda bulunduğu gösterilmiştir.

Patrick E. Connolly (2009), Purdue Üniversitesi mühendislik, mimari tasarım ve grafikerlik bölümlerinde öğrenim gören toplam 77 lisans öğrencisinin uzamsal yeteneklerini incelemiştir. Uygulanan uzamsal görselleştirme ön test sonucunda net sayısı 23.88, son test sonucunda net sayısı 25.30 olmuştur. Verilerin analizinde eşleştirilmiş t-testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, akademik derslerdeki başarı ile uzamsal yetenek arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Kuo vd. (2013) yaptığı çalışmada, fizik problem çözümünde kavrayışları iki şekilde incelemek istemiştir. İlk önce ilgili denklemleri kullanma, sonra problemi nicel bir şekilde çözümlenebilirlik durumu kontrol edilmiştir. Bunun için iki öğrenci ile görüşmeler yapıp analiz edilmiştir. Görüşülen öğrencilerden seçtikleri denklemi açıklamaları ve bu denklemi kullanarak soruyu çözmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerden biri denklemi tanımlamış ve çözümünde bu denklemi kullanmıştır. Daha çok fiziksel sembol ifadeleri kullanmıştır. Buna karşılık diğer öğrenci soruyu çözmek için kısa yol bulduğunu ifade etmiştir. Kavramsal akıl yürütme ile matematiksel işlemleri harmanlayarak çözüm yapmıştır. Sonuç olarak iki öğrencide örnek problem çözümlerini kullanarak kavramsal, biçimsel akıl yürütme ile çözüm yapmışlardır.

III. MATERYAL VE METOD

Materyal ve metod, araştırmanın nasıl ilerleyeceği altında yatan kuram ve analizdir. Araştırma sorularının en iyi şekilde cevaplandırılmasına yardımcı olabilecek bir yöntem belirlenmelidir. Araştırma yöntem ve teknikleri belirlenmeden önce araştırmanın paradigması tartişılmıştır (Guba and Lincoln, 1994). Paradigma araştırmacının bilimsel anlamda dünyaya bakışı, yöntem, problem alanı ve üzüm standartlarının kaynağıdır. Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, verilerin toplanması, verilerin analizi hakkında bilgi verilecektir.

3.1 Araştırma Modeli

3.1.1 Nitel Yaklaşımlar

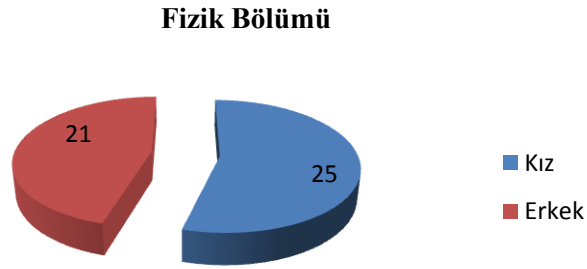
Nitel araştırma gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma olarak tanımlanabilir. Nitel araştırmada araştırmacılar, konuyu doğal ortamda inceleme, olguyu anlamlaştırma ve yorumlama çabası içerisinde olmalıdır (Cohen et al. 2000). Bu araştırma öğrencilerin durgun elektrik problemlerini zerken kullandıkları görselleştirmenin problem üzerindeki etkisini incelediğinden, nitel bir araştırmadır.

3.2 Araştırmanın alışma Grubu

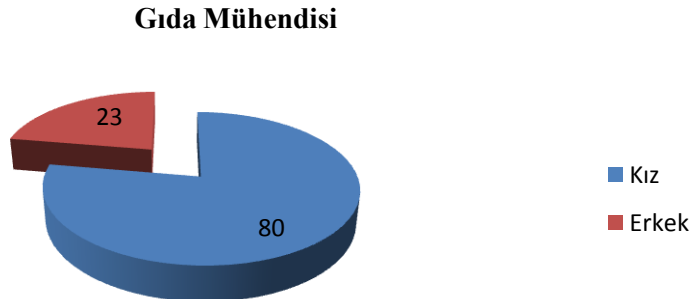
Araştırmanın katılımcılarını, 2012-2013 eğitim ğretim yılı Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü ve Mühendislik Fakültesinden toplam 149 ğrenci oluşturmaktadır. Fizik bölümü öğrencileri 25 kız, 21 erkek ve Mühendislik Fakültesi ğrencileri 80 kız, 23 erkek olup tamamı sayısal alan çıkışlıdır. Çalışma grubundaki toplam 149 ğrenci PSVT testine katılmıştır. Fizik problem soru kağıdı sadece fizik bölümü öğrencilerine uygulanmıştır. Mühendislik fakültesi gıda mühendisliği bölümü ğrencileri Elektromanyetik Teori (EMT) dersini almadıklarından

durgun elektrik problem çözümüne katılmamışlardır. EMT dersinde durgun elektrik konusunun alt yapısını oluşturacak belirli kavramlar ele alındığından dolayı öğrencilerin bu dersi almış olmaları önemlidir. Bilgi eksikliğinin olmaması, hazır bulunuşluk seviyelerinin yeterli düzeyde olması çalışma sonuçlarını anlamlı ve etkili kılacağı düşünülmüştür.

Araştırmada uygulanan ölçme araçları ile elde edilen verileri yorumlayabilmek ve problem çözme sürecini incelemek için yarı yapılandırılmış görüşmelere başvurulmuştur. Katılımcıların uzamsal-görsel becerileri ile problem çözme süreçlerini ilişkilendirebilmek için öğrencilerden "düşük, orta, yüksek" başarılı üç kategori oluşturulmuştur. Böylece bu üç kategoriden toplam 8 öğrenci seçilmiş ve süreç analizi bu öğrenciler üzerinde odaklanmıştır. Nitel araştırma çok sayıda bireyin araştırma kapsamına dahil edilmesi, toplam verilerin ayrıntılı ve derinlemesine değerlendirilmesini engelleyebileceğinden dolayı güçtür.



Şekil 3.1 Fizik Bölümü öğrencilerinin cinsiyet dağılımı



Şekil 3.2 Gıda Mühendisi öğrencilerinin cinsiyet dağılımı

3.3 Veri Toplama Süreci

Öğrencinin bilgi-becerisi, tutum ve farkındalığı ile ilgili bilgilere ulaşmak uzamsal beceriler ile bireyin öğrenme düzeyi arasında ilişkiler kurmak için belki de en güvenilir kaynak kendilerinin sözlü ve yazılı açıklamalarıdır. Bu araştırma test, doküman analizi ve görüşme gibi nitel ağırlıklı veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların gerçekçi biçimde ortaya konmasına yönelik nitel sürecin izlendiği bir araştırmadır.

Öğrencilerin uzamsal yetenek becerileri ve bu becerilerin problem çözümüne etkisinin incelenmesi için çeşitli veri toplama araçlarını kullanılmıştır. Öncelikle öğrencilerin görsel uzamsal becerilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca öğrencilerin dönem içerisinde görsel temsilleri içeren bazı derslerin not ortalamalarına ve Purdue Uzamsal Görselleme Test (PUGT) sonuçlarına bakılarak aralarındaki ilişki incelenecektir. Bu amaca yönelik olarak Guay (1976) tarafından geliştirilerek ve birçok araştırmada kullanılan (Browne Kerry P., 2001;. Branoff Theodore J, 2000; Yue J., 2002; SA Sorby 2007) Purdue Uzamsal Görselleme Testi (PUGT) Ocak ayında öğrencilere uygulanmıştır. Fizik bölümü öğrencilerinin durgun elektrik konusunda kullanma eğilimi gösterdikleri temsilleri belirlemek ve uzamsal becerinin problem çözümüne etkisini incelemek üzere Fizik Problem Soru Kağıdı (FPSK) öğrencilere uygulanmıştır. Bu testin sonuçları öğrencilerin uzamsal başarılarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Uzamsal becerinin problem çözümüne etkisinin ayrıntılı olarak incelenmesi için görüşmeler yapılmıştır. Araştırma nicel verileri ölçmenin yanı sıra doküman analizi ve görüşme gibi nitel veri toplama yöntemlerini de içermektedir.

3.4 Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları Tablo 3.1 'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1 Araştırmanın hedefleri ve hedeflere yönelik veri toplama araçları

Araştırılan Durum	Veri toplama Aracı
Görsel Uzamsal Yetenek	Purdue Uzamsal Görselleme Testi
Durgun Elektrik Problem Çözümünde Uzamsal Becerinin Etkisi	Fizik Problem Soru Kağıdı
Uzamsal Becerinin Akademik Başarıya Etkisi	Öğrenci Transkriptleri Üniversite Giriş Puanı

Çalışmada kullanılan veri toplama araçlarından Purdue Uzamsal Görselleme Testi katılımcıların uzamsal görselleme becerilerini belirlemek için kullanılmıştır. Fizik Problem Soru Kağıdı araştırmacı tarafından hazırlanmış olup öğrencilerin kullandıkları görsel temsillerin problem çözümüne etkisini değerlendirmek için uygulanmıştır. Son olarak SPSS programında rastgele seçilen 8 öğrencinin veri toplama araçlarına verdiği cevapları daha iyi analiz edebilmek ve yorumlayabilmek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

3.4.1 Purdue Uzamsal Görselleme Testi

Araştırmada kullanılan Purdue Uzamsal Görselleme Testi bireyin görsel uzamsal yeteneklerini ölçmeye yönelik hazırlanan ve üç bölümden oluşan bir veri toplama aracı olarak Guay tarafından 1976 yılında geliştirilmiştir. Guay PUGT çalışmasının bireyin uzamsal yeteneğini ölçen diğer ölçme araştırma araçlarından daha geçerli ve güvenilir olduğunu ifade etmiştir. Testlerin birçok araştırmada kullanılmış olması (Browne Kerry P., 2001; Branoff Theodore J., 2000; Yue J., 2002; Sorby 2007) ve güvenilirliğinin yüksek olması bu ölçme araçlarının araştırmada kullanılma nedenleridir. Purdue Uzamsal Görselleme Testi daha çok yurtdışındaki çalışmalarda kullanılmış; Türkiye de yapılan çalışmalarda testin adaptasyonu ile ilgili bilgiye yer verilmemiştir. Testin içerdiği üç bölüm sırasıyla oluşturma, döndürme, ve bakıştır. PUGT 'nin her bölümü 12

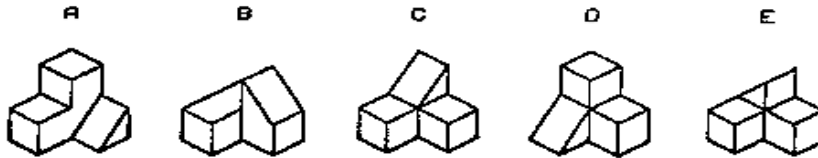
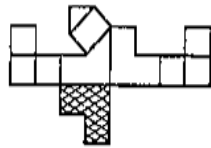
maddeden oluşmakta ve testte toplam 36 soru bulunmaktadır. PUGT bireyin uzamsal görselleştirme becerilerini belirlemek üzere tasarlanmıştır (Bodner George M. and Guay Roland B. 1997).

Test 13 yaş ve üzeri düzeydeki bireylere yönelik olarak kolaydan zora doğru tasarlanmıştır (Guay 1980). Her bölümün başında ilgili bölümde öğrenciden beklenen kazanımlar ve birer örneğin bulunduğu yönergeler kısmı yer almaktadır. Yönergeler bölümünde problem çözme sürecini açıklamakta ve öğrencinin süreci anlamlandırılmasına hizmet etmektedir. Dairesel silindir, dikdörtgen prizma, üçgen prizmalardan oluşan nesnelere ve döndürülmüş altıgenler bireyde uyarıcı etkisi göstermekte sorular bu geometrik cisimler üzerinden çevirme, katlama ve döndürme becerilerini ölçmeyi hedeflemektedir.

PUGT 'nin ilk bölümü, açık hali verilen şekillerin üç boyutlu nesnelere dönüştürülmesini ne kadar iyi göz önünde canlandırılabilirliğini görmek için tasarlanmış 12 sorudan oluşmaktadır. Her bir soruda açık hali verilen bir şekil ve 5 adet üç boyutlu görünüm bulunmaktadır. Oluşturma üç boyutlu bir nesnenin yüzeylerinin durumunu göstermektedir.

Örnek:

10



Açılımdaki taralı kısımlar cismin tabanını göstermektedir. Öğrenciden istenen ;

1. Açık şekli taralı yüzeyi tabana gelecek şekilde zihinlerinde belirlemeleri
2. Seçeneklerde verilen 5 görünüm arasından zihinlerinde oluşturdukları şekle benzeyeni işaretlemeleridir.

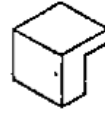
PUGT 'nin ikinci bölümü, üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini ne kadar iyi göz önünde canlandırılabilirdiğini görmek için tasarlanmış 12 sorudan oluşmaktadır. Döndürme bölümündeki sorular bireyin verilen şekilleri zihinde x,y,z eksenleri doğrultusunda 90 ya da 180 derece döndürülmesini gerektirmektedir.

Örnek:

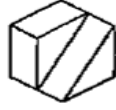
21



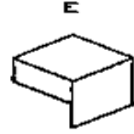
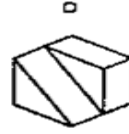
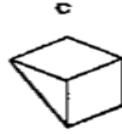
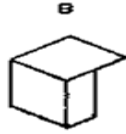
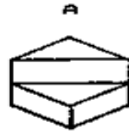
Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



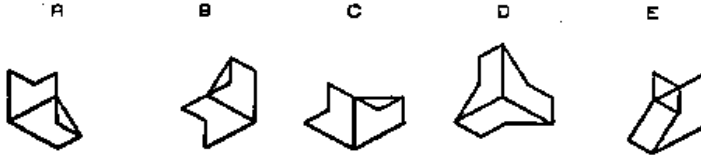
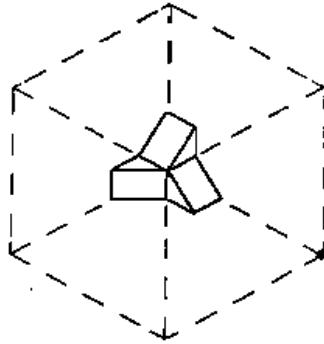
Örnekte öğrencilerden istenilen;

1. İlk verilen şeklin hangi yönde ne kadar döndürüldüğü
2. İkinci verilen şeklin aynı dönme hareketini yaptığındaki görünümünü zihinlerinde canlandırmaları
3. Seçeneklerde verilen 5 görünüm arasından zihinlerinde oluşturdukları görünüme benzeyeni işaretlemeleri istenmektedir.

PUGT 'nin üçüncü bölümü, üç boyutlu nesnelerin farklı bakış pozisyonlarından nasıl görüldüğünü, ne kadar iyi göz önünde canlandırılabilindiğini görmek için tasarlanmış 12 sorudan oluşmaktadır. Sorularda cam bir kutu içerisine yerleştirilmiş bir cisim ve bu cisimlerin farklı bakış pozisyonlarından görüldüğünde aynı cismin neye benzediğini gösteren 5 cisim bulunmaktadır.

Örnek:

32



Yukarıdaki örnekte öğrencilerden istenilen;

1. Cam kutu etrafında siyah nokta direkt olarak siz ve nesnenin arasında yer alıncaya kadar hareket ederken hayal etmeleri
2. Cam kutu içerisindeki nesnenin nasıl görüldüğünü bu bakış pozisyonundan zihinde nasıl görüldüğünü
3. Seçeneklerde verilen 5 görünüm arasından zihinlerinde oluşturdukları görünüme benzeyeni işaretlemeleri istenmektedir.

Tablo 3.2 PUGT Özellikleri

Araç	Soru Sayısı	Uygulama Düzeyi	Zaman	Gerekli Materyal
PUGT	36	13 Yaş ve üzeri	36 dakika	Kalem

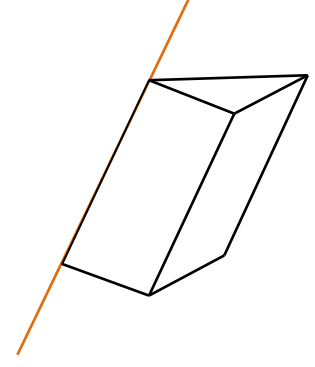
PUGT bireyin uzamsal görselleştirme becerisini ölçebilmesi yönüyle geçerli güvenilir bir veri toplama aracıdır.

3.4.2 Fizik Problem Soru Kağıdı

Çalışmada öğrencilerin elektrostatik konusunda kullandıkları görsel temsillerin problem çözümüne etkisini belirlemeye yönelik bir veri toplama aracı oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bu amaca yönelik olarak araştırmacı tarafından konu kapsamında ilgili problemler hazırlanmıştır. Sorular oluşturulurken elektrostatik kavramı üzerine yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır. Katılımcıların elektrostatik konusunda belirli bir alt yapıları olması gerektiğinden Elektromanyetik Teori dersini almış fizik bölümü üçüncü sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. EMT dersinde öğrencilerin bu konudaki performanslarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanan FPSK bu ders kapsamında alınan bilgilerin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. FPSK elektrostatik konusuna yönelik kavram/anlam bilgisi, bazı ifadelerin görselleştirilmesi ve işlem becerisini ölçmeye yönelik iki sorudan oluşmaktadır. Problemi seçerken amacımız öğrencilerin görsel ifadeleri ve denklemleri göstermelerine teşvik edecek uygun elektrostatik bir problem seçmektir. FPSK' daki sorular klasik yazılı biçiminde tasarlanmış ve puanlandırma yapılmamıştır. Burada önemli olan öğrencinin problemi çözmesi değil, problem çözümünde kullanılan görselleştirmenin problem üzerine etkisini belirlemektir. Aşağıda FPSK ait örnek soru verilmiştir.

Örnek:

Sonsuz uzunlukta çizgi yükü $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon r} \hat{r}$ elektrik alanı oluşturmaktadır. Burada λ düzgün çizgi yük yoğunluğu ve r ise çizgi yüküne olan mesafedir. Model kenarında gösterilen soluk çizgi bu sonsuz çizgi yükünü temsil etmektedir.



Modelle gösterilen yüzeylerden çıkan elektrik akısını bulunuz.

Soruda verilen şeklin yüzeylerinden çıkan elektrik akısını bulmaları beklenmektedir. Bu problem durumu öğrencilerin akı kavramını bilmeleri üzerine tasarlanmıştır. Konu olarak elektrik akısı seçilmiştir. Çünkü akı problemleri anlama, sözel ve görsel çözüm becerilerini bir arada gerektirmektedir.

3.4.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Görüşme ve mülakat nitel araştırmada en sık kullanılan veri toplama aracıdır. Nitel araştırmada veriler derinlemesine görüşme, gözlem, katılımcı gibi tekniklerle toplanabilmektedir. Görüşmelerde en yaygın gruplama şekli yapılandırılmış görüşme, yapılandırılmamış görüşme ve yarı-yapılandırılmış görüşme olarak üçlü sınıflamadır (Berg, B.L. 1998). Bu çalışmada görüşme türleri arasından yarı-yapılandırılmış görüşme türü kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler için, tüm görüşmelerde kullanılmak üzere bir dizi soru hazırlanır. Kendileriyle görüşülen kişilerin hepsine aynı sorular sırasıyla sorulur ancak, kendisiyle görüşülen kişinin görüşme sırasında soruları istediği genişlikte yansıtmasına izin verilir (Berg B. L. 1998).

Çalışmada görüşmenin amacı, öğrencilerin probleme bir anlayış kazandırmaları ve kullanılan görselleştirmeyi incelemektir. Bu amaca yönelik olarak farklı uzamsal yeteneğe sahip düşük, orta, yüksek üç kategori arasından sekiz öğrenci seçilerek görüşmeler yapılmıştır. Farklı uzamsal yetenek ve akademik başarıya sahip öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin elektostatik konusunda hangi görsel ifadeyi neden

seçtiği ve kullandığı görsel temsiller arası dönüşüm becerisi yönüyle hangi noktalarda problem yaşadıklarının derinlemesine incelenmesi hedeflenmiştir.

3.5 Uygulama Süreci

PUGT 2012-2013 öğretim yılında mühendislik fakültesi ve fizik bölümü olmak üzere toplam 149 öğrenciye uygulanmıştır. Testin 36 dakikalık süre içerisinde tamamlanması beklenmiştir. Test bu çalışma kapsamında ilk uygulanan veri toplama aracıdır. FPSK sadece fizik bölümünden 41 öğrenciye uygulanmıştır. Bu uygulamada katılımcılardan problemleri 20 dakika içerisinde çözmeleri beklenmiştir. Son olarak fizik bölümü PUGT 'n sonuçlarından oluşturulan kategorilerden 8 öğrenci ile yaklaşık 25-30 dakikalık görüşmeler yapılmıştır.

3.6 Verilerin Analizi

PUGT çoktan seçmeli tek doğru cevaplı bir testtir. Guay (1976) testteki doğru cevap sayısının önemli olduğunu ve gerekli değerlendirmelerin doğru cevaplar üzerinden yapılabileceğini belirtmiştir. Testin uygulanmasından sonra elde edilen veriler doğru, yanlış ve boş olarak sınıflandırılmış, her öğrencinin doğru cevap sayıları dikkate alınmıştır. Araştırma sonucu edinilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS programından yararlanılmıştır. Öncelikle, araştırmayı oluşturan öğrencilere ait değişkenler belirlenmiştir. Bu değişkenler cinsiyet, derslerin not ortalamaları (Elektromanyetik Teori, Fizikte Matematiksel Yöntemler, Teknik Resim), üniversite giriş puanı, genel not ortalamalarıdır. Daha sonra öğrencilerin uzamsal görselleştirme başarılarının değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı CHAID Analizi ve Correspondence Analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. FPSK ise Uzamsal-görsel başarılarına göre "yüksek, orta, düşük" diye gruplandırılan fizik bölümü öğrencilerinin elektrostatik problemlerinde kullandıkları görsel ifadelerin problem çözümüne etkisi doğrultusunda değerlendirilmiştir.

3.6.1 Correspondence Analizi

Negatif olmayan veri matrisinde kategorik değişkenlerin yer aldığı tablolarda değişkenlerin seviyelerini (kategorilerini) genellikle iki boyutlu uzayda nokta olarak gösteren ve bunlar hakkında açıklayıcı bilgiler sunan analiz yöntemlerinden biridir (Devillers and Karcher 1991). Correspondence analizi, basit uyum analizi ve çoklu uyum analizi olmak üzere iki farklı başlık altında incelenmektedir. Basit uyum analizinde, sadece iki kategori ile değişken arasındaki ilişki incelenir. Çoklu uyum analizinde ise üç yada daha fazla kategorik değişken arasındaki ilişki incelenmektedir (Devillers and Karcher, 1991).

Bu çalışmada kullanılan yöntemlerden biri Correspondence Analizi, uzamsal yeteneğin kategorik değişkenler ile arasındaki ilişkilerini görüntüler (Everitt and Hothorn 2011). Çoklu Correspondence Analizi yöntemi ile iki boyutlu grafiksel gösterimler elde edilmektedir. Bu gösterimlerde aynı kadranda bulunan noktalar ya da yakın noktalar bir birlikliliği ifade ederler. (Rencher 2002).

3.6.2 CHAID Analizi

Bağımlı değişken nominal, kategorik veya sürekli, bağımsız değişken ise sürekli , kategorik olduğunda uygulanabilen yaklaşımdır. Bir popülasyonu, bağımlı değişkenlerdeki varyasyonu bölümler içi minimum, bölümler arası maksimum olacak şekilde farklı gruplara tekrarlı olarak parçalayan bir tekniktir. CHAID orijinal olarak değişkenlerdeki etkileşim veya kombinasyonları bulan bir teknik olarak geliştirilmiştir (Doğan ve Özdamar 2003).

Karar ağaçları, karar kurallarının resimlendirildiği şemalardır. Bu şemalar düğümlerden oluşur ve örneklemdaki tüm gözlemleri içeren bir kök düğümlerle başlar. Kullanılan istatistiksel test hedef özelliğın türüne bağlıdır. Hedef değişken sürekli ise F testi, nominal ise Pearson Ki-kare testi, ordinal ise Likelihood oran testi kullanılır (Rokach and Maimon 2008).

IV. BULGULAR

Bu bölüm üç kısımda incelenmiştir.

- Birinci kısımda, mühendislik fakültesi ve fizik bölümü öğrencilerinin görsel-uzamsal yeteneklerini belirlemeye yönelik uygulanan, Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) bulguları sunulmuştur.
- İkinci kısımda, fizik bölümü öğrencilerinin durgun elektrik konusuna ait kullandıkları görsel ifadelerin problem çözümüne etkisini belirlemeye yönelik uygulanan Fizik Problem Soru Kağıdı bulgularına yer verilmiştir.
- Üçüncü kısımda, fizik bölümü öğrencilerinin durgun elektrik konusunda kullandıkları görselleştirmenin problem çözüme başarısına etkilerini görmek üzere sekiz öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme bulgularına yer verilmiştir.

4.1 Uzamsal - Görsel Becerilerin Belirlenmesi

Test yönergeler doğrultusunda uygulanmış ve cevaplanması için 36-40 dakikalık süre tanınarak tamamlanmıştır. PUGT 'ne 105 kız, 44 erkek olmak üzere toplam 149 öğrenci katılmıştır. Verilen cevaplar doğru yanlış ve boş olarak kodlanmıştır. PUGT 'ni kullanan çalışmalar, testteki doğru cevapları dikkate almış ve doğru cevap sayılarının ortalamasına standart sapmanın eklenmesi ve çıkarılmasıyla uzamsal görselleme beceri kriterini oluşturmuştur (Guay 1980). PUGT için en yüksek doğru cevap sayısı 36, bu testin her bir alt bölümü için en yüksek doğru cevap sayısı ise 12' dir. PUGT 'nin araştırma grubuna uygulanması sonucunda elde edilen doğru cevap sayıları ve özellikleri Tablo 4.1. ' de sunulmuştur.

Tablo 4.1 Gıda mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin PUGT 'ne verilen cevapları, ortalamaları ve özellikleri

Gıda (N.Ö.)	Minimum	Maksimum	Ortalama
Oluşturma	0	12	6.74
Döndürme	1	12	5.26
Bakış	0	12	4.98
Testin Tamamı	5	35	16.9

Gıda mühendisliği (N.Ö.) öğrencilerinin PUGT 'nin alt bölümleri arasında doğru cevap sayıları yönüyle fark olmamakla birlikte en düşük doğru cevap ortalamasına sahip alt bölüm 4.98 'lik cevap ortalaması ile " bakış " tır. PUGT 'nin tamamı için en yüksek doğru cevap sayısının 35, en düşük doğru cevap sayısının 5, ortalama cevap sayısının 16 civarında olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2 Gıda mühendisi (İ.Ö.) öğrencilerinin PUGT 'ne verilen cevapları, ortalamaları ve özellikleri

Gıda (İ.Ö.)	Minimum	Maksimum	Ortalama
Oluşturma	1	12	6.07
Döndürme	1	12	5.45
Bakış	0	11	5.16
Toplam	4	30	16.6

Gıda mühendisliği (İ.Ö.) öğrencilerinin en düşük doğru cevap ortalamasına sahip alt bölüm 5.16 'lik cevap ortalaması ile " bakış" tır. PUGT 'nin tamamı için en yüksek doğru cevap sayısı 30, en düşük doğru cevap sayısı 4, ortalama cevap sayısı 16 civarındadır.

Tablo 4.3 Fizik bölümü öğrencilerini PUGT 'ne verilen cevapları ortalamaları ve özellikleri

Fizik Bölümü	Minimum	Maksimum	Ortalama
Oluşturma	1	12	5.58
Döndürme	1	11	4.32
Bakış	0	12	3.95
Toplam	4	31	13.8

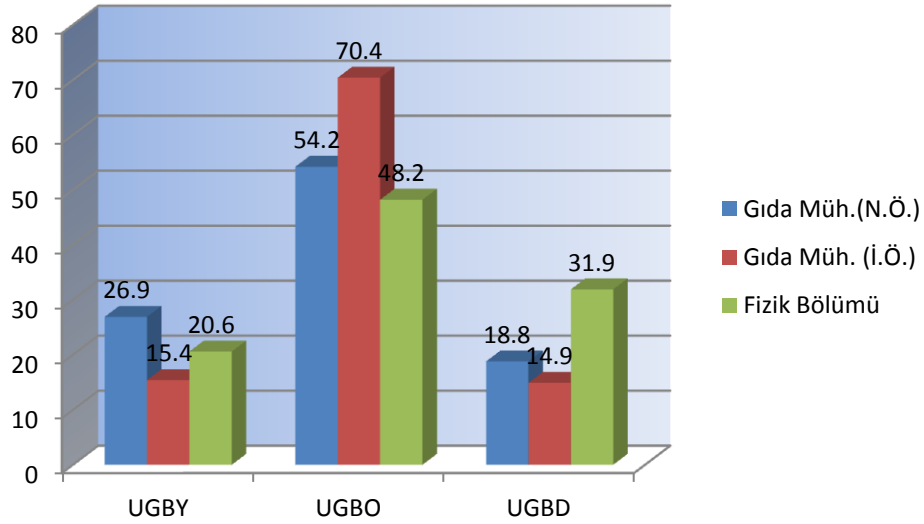
Fizik bölümü öğrencilerinin PUGT sonuçlarında en düşük doğru cevap ortalamasına sahip alt bölüm 3.95 'lik cevap ortalaması ile "bakış" tır. En yüksek doğru cevap sayısı 31, en düşük doğru cevap sayısı 4, ortalama cevap sayısının 13 civarında olduğu görülmektedir.

PUGT bulguları öğrencilerin, üç boyutlu bir cisme farklı noktalardan bakmayı gerektiren sorularda zorlandıklarını göstermektedir. Öğrenciler üç boyutlu nesnenin dönüştürülmesini içeren soru türlerinde daha başarılı olmuşlardır. PUGT 'nde maksimum ve minimum doğru cevap sayıları dikkate alınarak, üç gruptan oluşan bir sınıflama yapılmıştır. 25 ve üzeri doğru cevaba sahip öğrenciler "Uzamsal Görselleme Becerisi Yüksek (UGBY)"; 12 ve 12 altındaki doğru cevaba sahip öğrenciler " Uzamsal Görselleme Becerisi Düşük (UGBD)"; 13 ile 24 arasında doğru cevapta bulunanlar ise " Uzamsal Görselleme Becerisi Orta (UGBO) ", olarak sınıflandırılmış ve kodlanmıştır.

PUGT 'ne verilen cevaplar, bu cevapların toplamı ile oluşan uzamsal görselleme becerisine ilişkin yüzdelik dilimleri ve her gruptaki kişi sayısı Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.4 PUGT sonuçlarına göre öğrencilerin uzamsal - görsel becerileri

	UGBY		UGBO		UGBD	
	Kişi Sayısı	Yüzde	Kişi Sayısı	Yüzde	Kişi Sayısı	Yüzde
Gıda Müh. (N.Ö.)	8	26.9	25	54.2	17	18.8
Gıda Müh. (İ.Ö.)	5	15.4	35	70.4	13	14.9
Fizik Bölümü	5	20.6	19	48.2	22	31.9



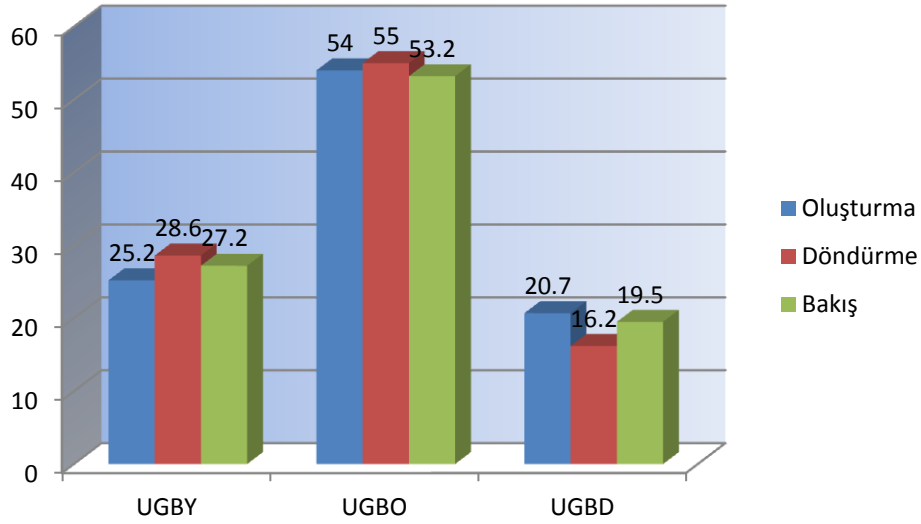
Şekil 4.1 PUGT sonuçlarına göre öğrencilerin uzamsal-görsel becerileri

PUGT 'ne verilen cevaplar doğrultusunda hazırlanan Tablo 4.4. 'teki sonuçlar incelendiğinde gıda mühendisliği (İ.Ö.) öğrencilerinin uzamsal - görsel becerisi orta olan kişi sayısının diğer iki gruptaki kişi sayısından fazla olduğu görülmektedir. Fizik bölümü öğrencilerinin uzamsal görselleme becerisi düşük olan kişi sayısının diğer iki bölümdeki kişi sayısından fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca PUGT ' ne verilen cevaplar doğrultusunda en yüksek yüzdeliğin gıda mühendisliği (N.Ö.) öğrencilerinin %54.2 ' sinin UGBO; gıda mühendisliği (İ.Ö.) öğrencilerinin %70.4 ' ünün UGBO ve fizik bölümü öğrencilerinin %48.2 ' nin UGBO olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Üç gruba ayrılan gıda mühendisliği ve fizik bölümü öğrencilerinin oluşturma, döndürme, bakış gibi PUGT ' nin alt bölümlerine verdikleri doğru cevaplar, bu cevapların toplamı ile oluşan uzamsal görselleştirme becerilerine ilişkin yüzdelik dilimleri betimleyen Tablo 4.5, 4.6, 4.7 'de verilmiştir.

Tablo 4.5 Gıda Mühendisi (N.Ö) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal- görsel becerileri.

	UGBY	UGBO	UGBD
	Yüzde	Yüzde	Yüzde
Oluşturma	25.2	54.0	20.7
Döndürme	28.6	55.0	16.2
Bakış	27.2	53.2	19.5
Toplam	26.9	54.2	18.8



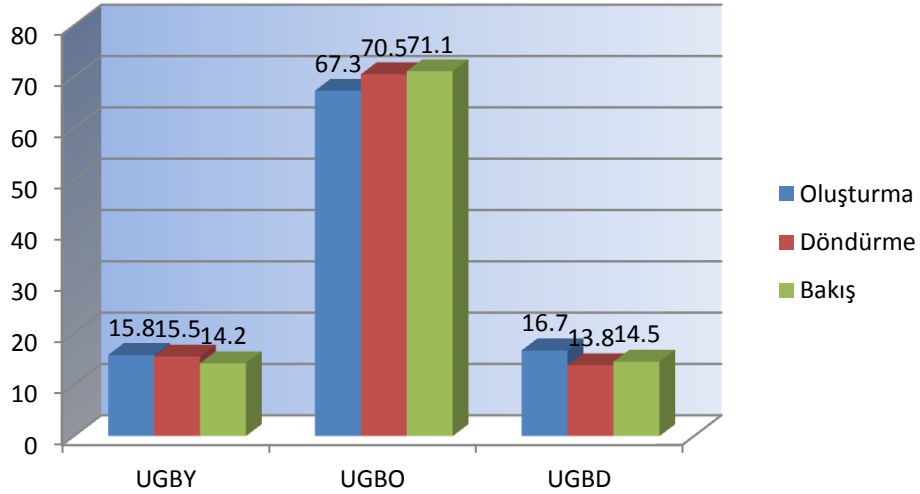
Şekil 4.2 Gıda mühendisi (N.Ö) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri

PUGT ' nin alt bölümlerine verilen cevaplar doğrultusunda hazırlanan Tablo 4.5 'teki sonuçlar incelendiğinde; UGBY olan Gıda Mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin en başarılı oldukları alt bölüm " döndürme " bölümü (28.6) olduğu gibi UGBD olan gıda

mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin başarılarının en düşük olduğu alt bölüm de ' döndürme ' olmuştur. PUGT ' ne verilen cevaplar doğrultusunda, öğrencilerin %26.9 ' unun UGBY; %54.2 ' sinin UGBO ve %18.8 ' inin UGBD olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6 Gıda mühendisi (İ.Ö.) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri

	UGBY	UGBO	UGBD
	Yüzde	Yüzde	Yüzde
Oluşturma	15.8	67.3	16.7
Döndürme	15.5	70.5	13.8
Bakış	14.2	71.1	14.5
Toplam	15.4	70	15

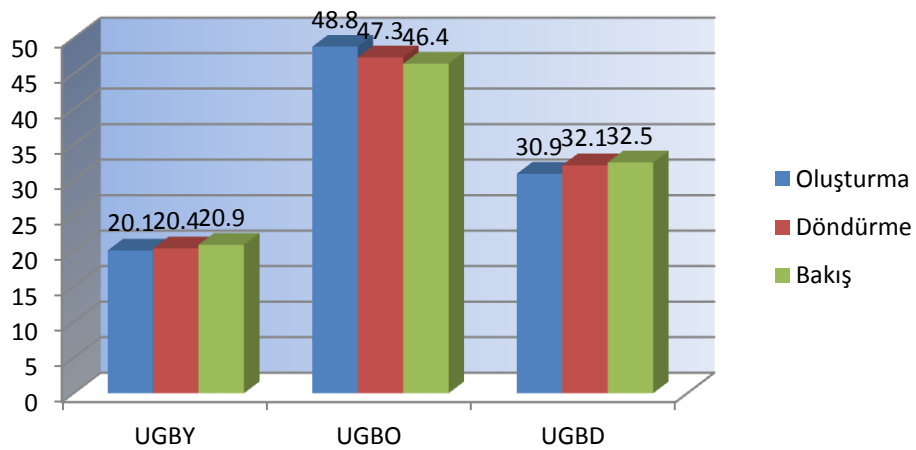


Şekil 4.3 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri

Tablo 4.6 'daki sonuçlar incelendiğinde UGBD olan gıda mühendisi (İ.Ö.) adaylarının en başarılı oldukları alt bölüm " oluşturma " bölümü (%16.7) olduğu gibi UGBO olan mühendis adaylarının başarılarını en düşük olduğu alt bölüm de " oluşturma " olmuştur. UGBO olan mühendis adaylarının en başarılı oldukları alt bölüm " bakış " (%71.1) olduğu gibi UGBY olan mühendis adaylarının başarılarının en düşük olduğu alt bölümde " bakış " olmuştur. Ayrıca PUGT 2 ne verilen cevaplar doğrultusunda, mühendis adaylarının %15.4 ' ünün UGBY; %70 'inin UGBO ve % 15 'inin UGBD olduğu görülür

Tablo 4.7 Fizik bölümü öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri

	UGBY	UGBO	UGBD
	Yüzde	Yüzde	Yüzde
Oluşturma	20.1	48.8	30.9
Döndürme	20.4	47.3	32.1
Bakış	20.9	46.4	32.5
Toplam	20.6	48.2	31.9



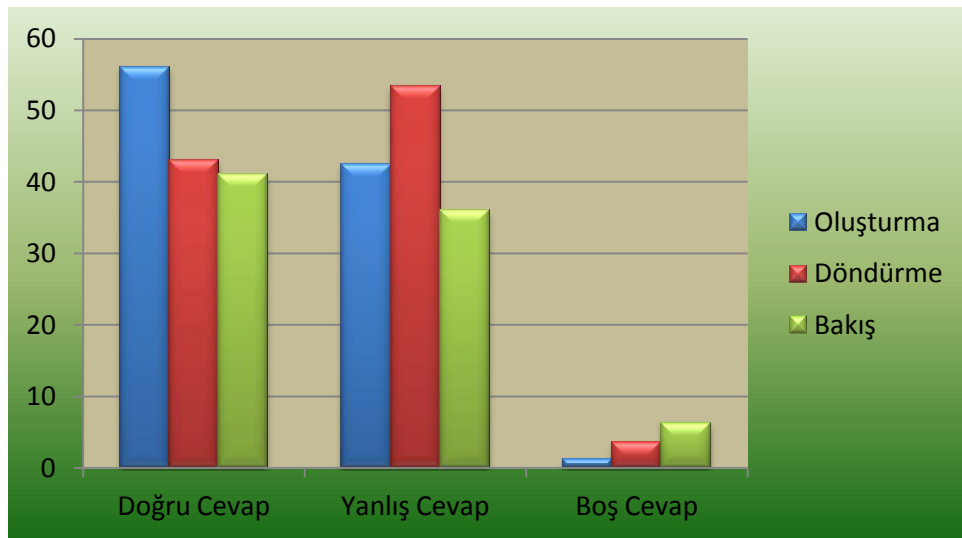
Şekil 4.4 Fizik Bölümü öğrencilerinin PUGT alt bölümlerine göre uzamsal-görsel becerileri

Tablo 4.7. ' deki sonuçlar incelendiğinde UGBY olan fizik bölümü öğrencilerinin " oluşturma, döndürme, bakış " alt bölümlerindeki başarıları birbirine yakındır. UGBO olan fizik bölümü öğrencilerinin en başarılı oldukları alt bölüm, " oluşturma " bölümü (%48.8), UGBD olan fizik bölümü öğrencilerinin başarılarının en düşük olduğu alt bölüm de " oluşturma " olmuştur. PUGT ' ne verilen doğru cevaplar doğrultusunda, fizik bölümü öğrencilerinin %20.6 'sının UGBY; %48.2 'sinin UGBO ve %31.9 ' unun UGBD olduğu sonucuna ulaşılmıştır

Öğrencilerin uzamsal-görsel becerilerinin belirlenmesi sürecinde doğru cevaplarına yer verilmiştir. Her bölüme verilen cevaplar kendi içerisinde analiz edilerek her bir bölüm içerisindeki öğrencilerin başarıları belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra tüm alt bölümler birleştirilerek öğrencilerin uzamsal-görsel becerileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4.8 Gıda Mühendisi (N.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri

%	Doğru Cevap	Yanlış Cevap	Boş Cevap
Oluşturma	56.1	42.5	1.3
Döndürme	43	53.3	3.6
Bakış	41	36	6.3
Toplam	46.7	43.9	3.7



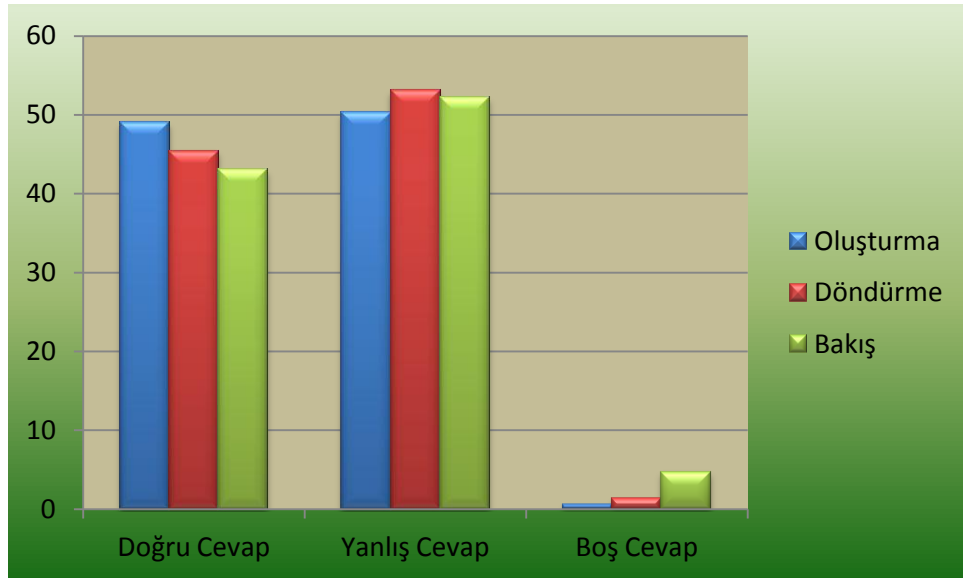
Şekil 4.5 Gıda Mühendisi (N.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri.

Gıda Mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin cevaplamakta en çok zorlandıkları bölümün bakış olduğu, bu bölüme verilen cevapların % 41 ' i doğru iken % 6.3 'ü boş olduğu Tablo 4.8 'de görülmektedir. Öğrencilerin açık hali verilen şekillerin üç boyutlu nesnelere dönüştürülmesine yönelik sorularda (% 56.1), diğer bölümlere kıyasla daha başarılı oldukları görülmektedir. Çalışma bulguları, PUGT ' ne verilen cevaplar doğrultusunda, en çok hata yapılan bölümün, " döndürme " olduğunu göstermektedir.

Testte verilen tüm yanıtlar dikkate alındığında cevapların % 46.7 ' sinin doğru; yanlış cevap yüzdesinin % 43.9 yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 4.9 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri

%	Doğru Cevap	Yanlış Cevap	Boş Cevap
Oluşturma	49.0	50.3	0.6
Döndürme	45.4	53.1	1.4
Bakış	43.0	52.2	4.7
Toplam	45.8	51.8	2.2

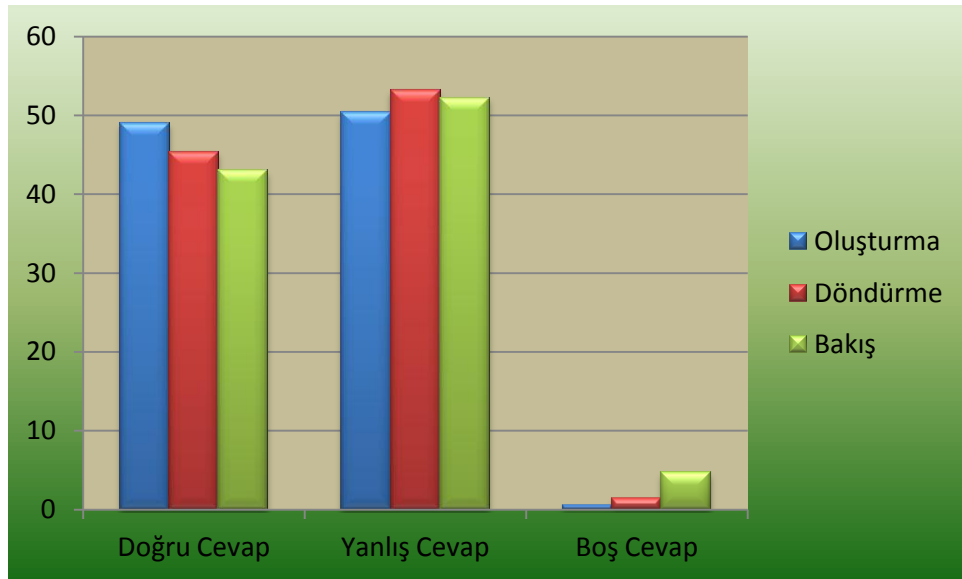


Şekil 4.6 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri

Tablo 4.9.'daki sonuçlar incelendiğinde gıda mühendisi (İ.Ö.) öğrencilerinin zorlandıkları "bakış" bölümü, bu bölüme verilen doğru cevaplar %43.0 iken %4.7 2sinin boş olduğu görülmektedir. Bölümler arasında belirgin bir fark olmamakla birlikte, öğrencilerin oluşturma bölümünde (%49) diğer bölümlere kıyasla daha başarılı oldukları görülmektedir. PUGT 'ne verilen cevaplar doğrultusunda, en çok hata yapılan bölüm " döndürme" bölümüdür. Testte verilen tüm yanıtlar dikkate alındığında, cevapların %45.8 'inin doğru olduğu, yanlış cevap yüzdesinin %51.8 olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 4.10 Fizik Bölümü PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri

%	Doğru Cevap	Yanlış Cevap	Boş Cevap
Oluşturma	48.5	51.2	0.1
Döndürme	41.6	57	1.2
Bakış	32.7	63	4.1
Toplam	40.9	57	1.8



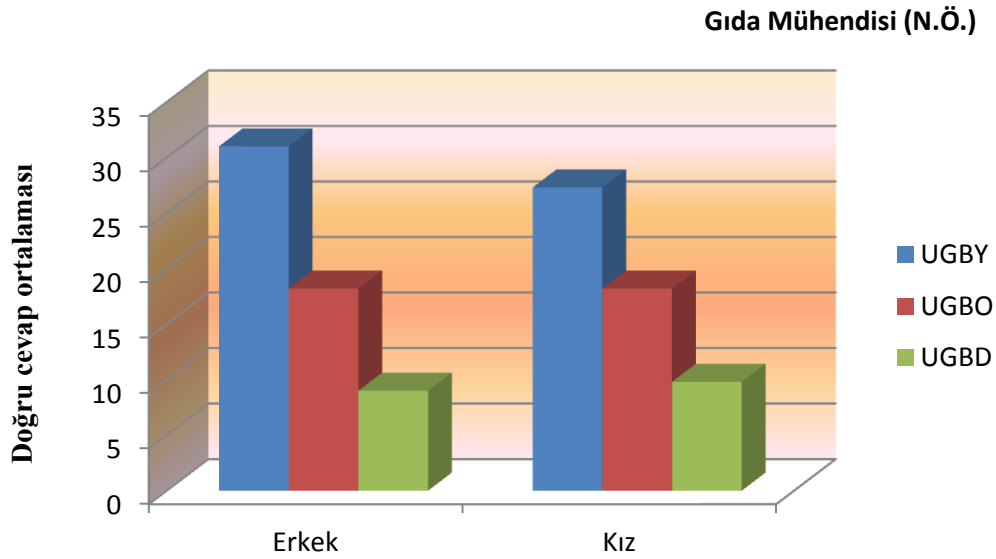
Şekil 4.7 Fizik Bölümü PUGT bölümlerinin cevaplanma yüzdeleri

Fizik Bölümü öğrencilerinin cevaplamakta zorlandıkları bölümün bakış bölümü olduğu, bu bölüme verilen cevapların % 32.7 'sinin doğru, %63 ' ünün yanlış olduğu Tablo 4.10 yardımıyla görülmektedir. Öğrencilerin oluşturma bölümünde (%48.5), diğer bölümlere kıyasla daha başarılı oldukları görülmektedir. Tablo 4.10. 'daki sonuçlara bakıldığında PUGT' ne verilen cevaplar doğrultusunda, en çok hata üç boyutlu nesnelerin farklı bakış pozisyonlarında nasıl görüldüğüne yönelik sorularda (%63) olmaktadır. Tüm yanıtlar dikkate alındığında, cevapların %40.9 'unun doğru olduğu; yanlış cevap yüzdesinin (%57) yüksek olduğu görülmektedir.

PUGT 'ne verilen cevaplar analiz edildiğinde cinsiyet farkının etkileri görülmektedir.

Tablo 4.11 Gıda Mühendisi (N.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi

Uzamsal Görselleme Beceri Düzeyi	Erkek		Kız	
	Kişi sayısı	Doğru Cevap Ortalaması	Kişi sayısı	Doğru Cevap Ortalaması
UGBY	2	31	6	27.3
UGBO	5	18.2	20	18.2
UGBD	1	9	16	9.8
Toplam	8	20.2	42	16.1

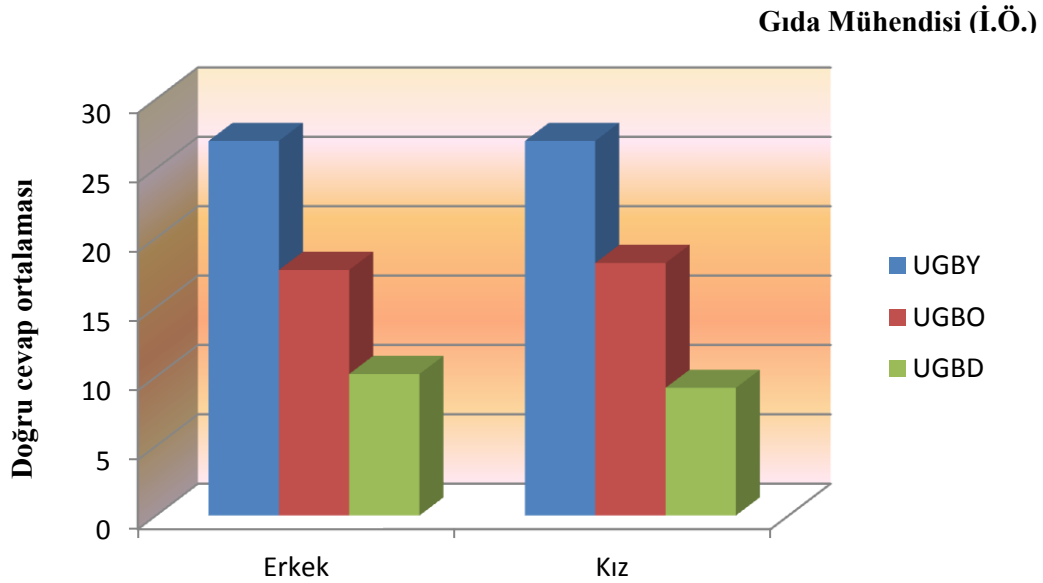


Şekil 4.8 Gıda Mühendisi (N.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi

Çalışmaya katılan 8 erkek, 42 kız gıda mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin PUGT 'ne verdikleri cevaplar incelendiğinde, erkek öğrenciler uzamsal görselleme yeteneği yönüyle daha başarılı olmuşlardır. Erkek öğrencilerin %25 'inin uzamsal görselleme başarısının yüksek olduğu, kızların başarılarının daha düşük olduğu (%17) bulgularına, ayrıca UGBD olan gıda mühendisi (N.Ö.) öğrencilerinin %12 'sinin erkek, %38 'inin kız olduğu bulgularına ulaşılmaktadır. Erkeklerin bu testteki doğru cevap sayısı ortalamaları 20.2 iken kızların aynı testteki doğru cevap ortalamaları 16.1 olmuştur.

Tablo 4.12 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi

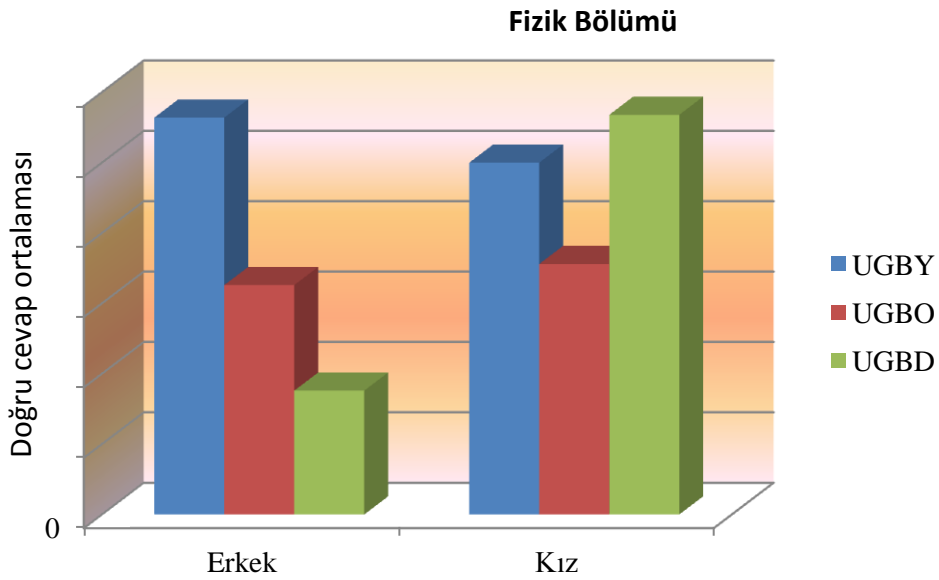
Uzamsal Görselleme Beceri Düzeyi	Erkek		Kız	
	Kişi sayısı	Doğru Cevap Ortalaması	Kişi sayısı	Doğru Cevap Ortalaması
UGBY	2	27	3	27
UGBO	8	17.7	26	18.2
UGBD	4	10.2	9	9.2
Toplam	14	16.9	39	16.7



Şekil 4.9 Gıda Mühendisi (İ.Ö.) cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi

Tablo 4.13 Fizik Bölümü cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi

Uzamsal Görselleme Beceri Düzeyi	Erkek		Kız	
	Kişi sayısı	Doğru Cevap Ortalaması	Kişi sayısı	Doğru Cevap Ortalaması
UGBY	4	28.2	1	25
UGBO	11	16.3	8	17.8
UGBD	6	8.8	16	28.4
Toplam	21	16.4	25	13.4



Şekil 4.10 Fizik Bölümü cinsiyetin uzamsal görselleme becerisine etkisi

Fizik bölümü 21 kız, 25 erkek öğrencilerinin PUGT 'ne verdikleri cevaplar incelendiğinde, erkek öğrenciler uzamsal görselleme yeteneği yönüyle daha başarılı olmuşlardır. Erkek öğrencilerin %19 'unun uzamsal görselleme başarısının yüksek olduğu, kızların başarılarının daha düşük olduğu (%4) bulgularına ulaşılan araştırmada, ayrıca UGBD %28 'inin erkek, %64 'ünün kızdır. Erkeklerin bu testteki doğru cevap sayısı ortalamaları 16.4 iken kızların doğru cevap sayısı ortalamaları 13.4 olmuştur.

Diğer önemli bulgular ise uzamsal-görsel yetenek üzerinde cinsiyetin, öğrencilerin dönem içinde aldığı derslerin (Elektromanyetik Teori, Fizikte Matematiksel Yöntemler, Teknik Resim), üniversite giriş puanının ve dönem ortalamasının etkisidir.

Tablo 4.14 Gıda Mühendisi öğrencileri için değişkenler ve seviyeleri

Bağımlı Değişken:	Seviyeler:
Purdue Uzamsal Görselleştirme Test Sonuçları	S1. Düşük S2. Orta S3. İyi
Bağımsız Değişken	Seviyeler:
Cinsiyet	1. Kadın 2. Erkek
Eğitim	1. Birinci Öğretim 2. İkinci Öğretim
Üniversite Giriş Puanı	S1. Düşük S2. Orta S3. İyi
Teknik Resim	S1. Kaldı S2. Belirsiz S3. Orta S4. İyi S5. Çok İyi

Tablo 4.15 Fizik Bölümü öğrencileri için değişkenler ve seviyeleri

Bağımlı Değişken	Seviyeler
Purdue Uzamsal Görselleştirme Test Sonuçları	S1. Düşük S2. Orta S3. İyi
Bağımsız Değişken	Seviyeler
Cinsiyet	1. Kadın 2. Erkek
Elektromanyetik Teori	S1. Kaldı S2. Belirsiz S3. orta S4. İyi S5. Çok İyi
Fizikte Matematiksel Yöntemler I	S1. Kaldı S2. Belirsiz S3. orta S4. İyi S5. Çok İyi
Fizikte Matematiksel Yöntemler I	S1. Kaldı S2. Belirsiz S3. orta S4. İyi S5. Çok İyi

Genel Başarı Ortalaması	S1. Düşük S2. Orta S3. İyi

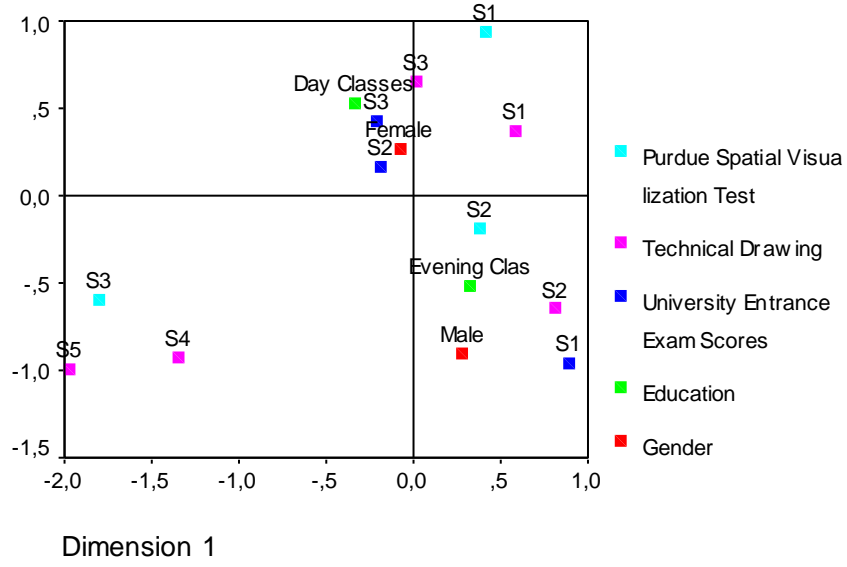
Uzamsal-görsel yeteneğin belirlenen değişkenlerle ilişkisi SPSS paket programında Correspondence Analiz ve CHAID Analiz tekniği kullanılarak çözümlenmiştir.

4.1.1 Correspondence Analiz Sonuçları

Gıda mühendisliği bölümüne ilişkin değişkenlerin uyum analizi grafiği Şekil 4.11 'de verilmiştir. Gıda mühendisliğinde PSVT testinde başarı düzeyi kötü olan öğrenciler normal öğretimde eğitim gören üniversite giriş puanı iyi düzeyde olan ve teknik resim başarı notu düzeyi orta olan kız öğrencilerdir. PSVT testinde başarı düzeyi orta olan öğrenciler ikinci öğretimde eğitim gören üniversite giriş puanı kötü düzeyde olan ve teknik resim başarı notu düzeyi belirsiz olan erkek öğrencilerdir. PSVT testinde başarı düzeyi iyi olan öğrenciler teknik resim başarı notu iyi ve çok iyi olan öğrencilerdir.

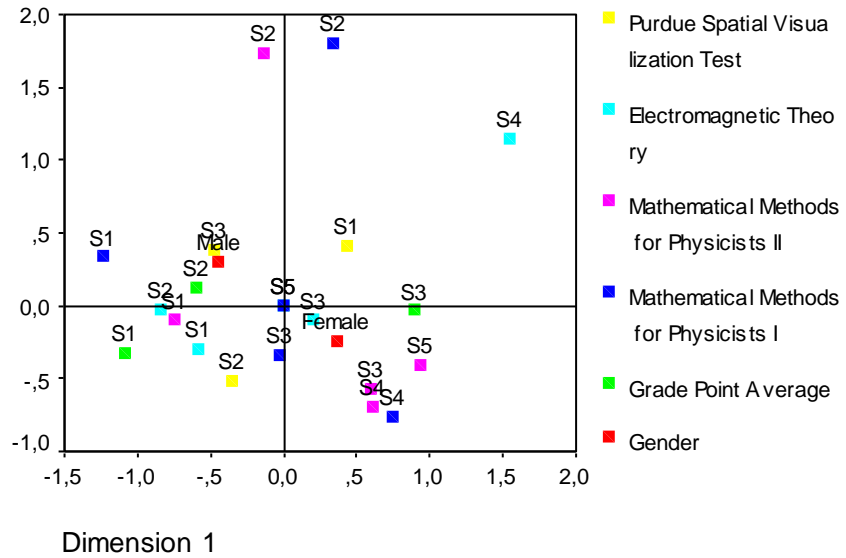
Fizik bölümüne ilişkin değişkenlerin uyum analizi grafiği Şekil 4.12 'de verilmiştir. Fizik bölümünde PSVT testinde başarı düzeyi kötü olan öğrenciler Elektromanyetik Teori dersinde başarı düzeyi iyi, Fizikte Matematiksel Yöntemler II dersinde başarı düzeyi belirsiz, Fizikte Matematiksel Yöntemler I dersinde başarı düzeyi belirsiz ve genel başarı ortalaması iyi olan kız öğrencilerdir. PSVT testinde başarı düzeyi orta olan öğrenciler Elektromanyetik Teori dersinden kalan, Fizikte Matematiksel Yöntemler I dersinde kalan, Fizikte Matematiksel Yöntemler I dersinde başarı düzeyi orta ve genel başarı ortalaması kötü olan kız öğrencilerdir. PSVT testinde başarı düzeyi iyi olan öğrenciler Elektromanyetik Teori dersinden başarı düzeyi belirsiz, Fizikte Matematiksel Yöntemler II dersinde başarı düzeyi belirsiz, Fizikte Matematiksel Yöntemler I dersinde kalan ve genel başarı ortalaması orta olan erkek öğrencilerdir.

Category Quantifications



Şekil 4.11 Gıda Mühendisi öğrencilerinin uyum analizi

Category Quantifications

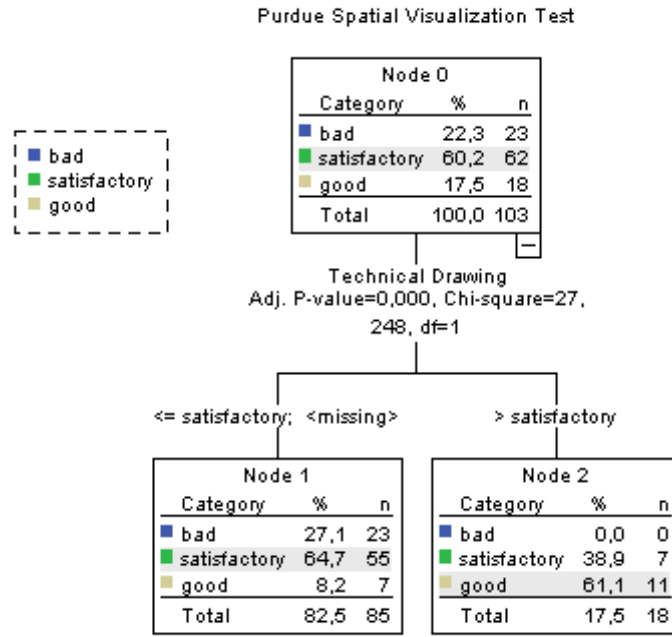


Şekil 4.12 Fizik Bölümü öğrencilerinin uyum analizi

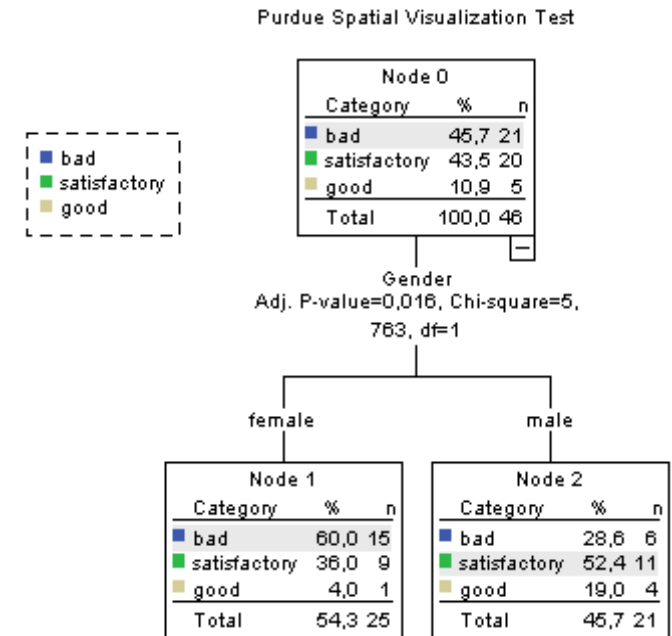
4.1.2 CHAID Analiz Sonuçları

Gıda Mühendisliği bölümüne ilişkin değişkenlerin CHAID analizi Şekil 4.13 'te verilmiştir. Gıda mühendisliği bölümünde okuyan öğrencilerin PUGT puanı üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunan tek değişken teknik resim dersi başarı durumu (Ki-kare = 27,248; $p < 0,05$) değişkenidir. Öğrenciler PUGT seviyelerine göre iki gruba ayrılmışlardır. ilk grupta orta seviyeden daha az ya da eşit sonuçlar almış öğrenciler bulunurken ikinci grupta ise orta seviyenin üstünde sonuçlar almış öğrenciler bulunmaktadır. PUGT düşük sonuç almış öğrenciler orta seviyeden daha az ya da eşit alan öğrenciler grubunda yer almıştır. Teknik resim notları orta seviyenin üstünde olan öğrencilerin % 38.9 PUGT 'den orta sonuç almıştır. Teknik resim dersinden orta seviyenin altında ya da orta seviyede sonuç alan öğrencilerin % 8.2 'si PUGT 'den iyi sonuç almıştır. Teknik resim dersinden orta seviyenin üstünde sonuç alan öğrencilerin % 61.1 'i PUGT 'den iyi sonuç almıştır.

Fizik bölümüne ilişkin değişkenlerin CHAID analizi şeması Şekil 4.14 'de verilmiştir. Fizik bölümünde okuyan öğrencilerin PUGT puanı üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunan tek değişken cinsiyet (Ki-kare = 5,763; $p < 0,05$) değişkenidir. Bayan öğrencilerin PUGT sonuçlarına bağlı olarak (kötü, orta, iyi) yüzdeleri sırasıyla % 60, % 36, ve % 4 'dür. Erkek öğrencilerin (kötü, orta, iyi) yüzdeleri sırasıyla % 28.6, % 52.4 ve % 19 'dur. PUGT 'de kötü alan bayan öğrencilerin oranı PUGT 'de kötü alan erkek öğrencilerin oranından yüksektir. Yani erkek öğrencilerin daha başarılı oldukları söylenebilir.



Şekil 4.13 Gıda Mühendisi öğrencileri için CHAID ağacı



Şekil 4.14 Fizik Bölümü öğrencileri için CHAID ağacı

4.2. Fizik Problem Soru Kağıdı Bulguları

Klasik yazılı sınav biçiminde sunulan FBSK 'nda fizik bölümü öğrencilerinin 20 dakika süre içerisinde cevap vermeleri beklenmiştir. Burada araştırmanın cevap aradığı soru, öğrencilerin durgun elektrik problemlerini çözme sürecinde kullandıkları görselleştirmenin problem çözümüne nasıl etki ettiği. Bu bağlamda, öğrencilere uygulanan FBSK ve bulguları, araştırmacıya görsel temsilleri kullanma ve dönüşüm becerilerinde yaşanan zorlukları görme olanağı sağlamıştır. Öğrencilerin çözüm sürecinde gösterdikleri problem çözme davranışları incelenerek Tablo 4.16 'da gösterilmiştir.

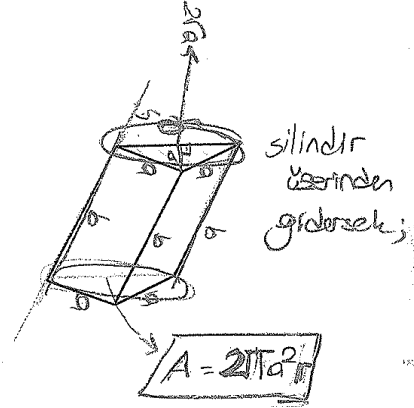
Tablo 4.16 Fizik bölümü öğrencilerinin gösterdiği problem çözme davranışları

Problem Çözme Davranışları	Fizik Bölümü			
	Kız	%	Erkek	%
Şekil Çizme	16	72.7	11	52.3
Sembol Kullanma	19	86.3	18	85.7
İlgili Formül Yazma	20	90.9	14	66
Problemi Kısımlara Ayırarak çözme	5	22.7	4	19

Öğrencilerin gösterdiği problem çözme davranışları incelendiğinde görsel ifadeleri kullanma ve problemle ilgili formül yazma yönünden kız öğrencilerin çoğunlukta olduğu görülmektedir.

4.2.1. FBSK 'ndaki Birinci Probleme İlişkin Bulgular

Aşağıda öğrencilerin birinci probleme yönelik yaptıkları çözümlere yer verilmiştir.



$$\Phi_{\text{akı}} = \iint E \cdot A \, da \quad da = dr d\theta dz$$

$$\Phi_{\text{akı}} = \iint \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} \hat{r} \cdot 2\pi r \, dr d\theta dz$$

$$\Phi_{\text{akı}} = \iint \frac{\lambda a^2}{\epsilon_0} \, dr d\theta dz$$

$$\Phi_{\text{akı}} = \frac{\lambda a^2}{\epsilon_0} \int_0^r dr \int_0^\pi d\theta \int_0^0 dz$$

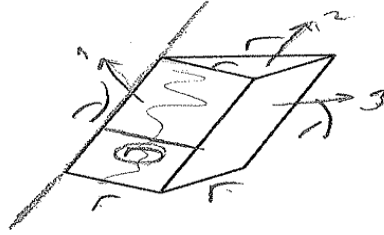
$$\Phi_{\text{akı}} = \frac{\lambda a^2}{\epsilon_0} \cdot r \cdot \pi \quad (a=r) \quad \Rightarrow \quad \Phi_{\text{akı}} = \frac{\lambda r^2 \cdot r \cdot \pi}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow \quad \Phi_{\text{akı}} = \frac{\lambda \pi r^3}{\epsilon_0}$$

Şekil 4.15 Birinci probleme yönelik öğrencinin çözüm örneği

Soruda öğrencilerden istenilen " Sonsuz uzunlukta çizgi yükü $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon r} \hat{r}$ elektrik alanı oluşturmaktadır. Burada λ düzgün çizgi yük yoğunluğu ve r ise çizgi yüküne olan mesafedir. Model kenarında gösterilen soluk çizgi bu sonsuz çizgi yükünü temsil etmektedir. Modelle gösterilen yüzeylerden çıkan elektrik akısını bulunuz."

Bu problemi çözerken öğrencinin elektrik akısını doğru bir şekilde yazamadığı görülmektedir. Kullanılan sembollerle elektrik alan \vec{E} ve diferansiyel yüzey alan elemanı $d\vec{a}$ ile ilişkilendirilmiştir. Soruda verilen şekli silindirin içine yerleştirerek görselleştirmiştir. Bu görselleştirme ile öğrenci modeli daha basit bir şekle indirgemeye çalışmıştır. Şekli silindir içine yerleştirerek yüzey alan elemanını $d\vec{a} = 2\pi a^2 r dr d\theta dz$ şeklinde tanımlamıştır. Öğrenci konuya ait bazı temsilleri biliyor, fakat doğru bir şekilde dönüşüm yapamıyor. Öğrencinin soruda verilen modeli silindir içine yerleştirmiş olması onu daha basit çözüm yoluna götürmüştür.



$$\Phi = \int E \cdot dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\Phi = \int \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} \cdot \hat{r} (\lambda \cdot r + \lambda \cdot r + \lambda \cdot r)$$

$$= \int \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} (3\lambda r)$$

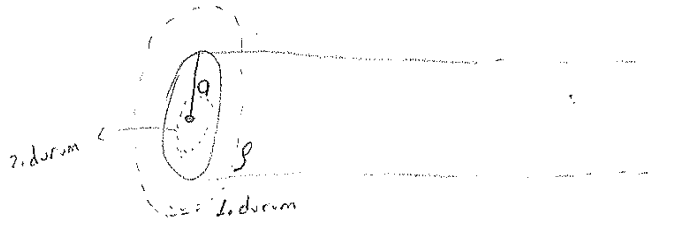
$$= \frac{k}{2} \int (3\lambda r) \frac{2}{r^2}$$

$$\Phi = \frac{k}{2} (3\lambda r) \frac{2}{r^2}$$

Şekil 4.16 Birinci probleme yönelik öğrencinin çözüm örneği

Şekil 4.16 'daki öğrenci çözümüne bakıldığında elektrik akısı Gauss Yasası ile hesaplanılmaya çalışılmıştır. Soruda verilen modeli üç yüzey olarak zihinde canlandırmış ve her yüzeyi alan ile ilişkilendirmiştir. Burada önemli olan öğrencilerin yaptığı çözümlerin doğruluğu değil, kullandıkları görselleştirmenin, sembollerin ve bu sembollerini dönüştürebilme becerilerinin problem çözümüne etkisidir. Öğrenci modeli dikdörtgen üç yüzey gibi görselleştirmiş ve yüzey alanlarını elektrik alan ile ilişkilendirmiştir. Öğrencinin yaptığı bu görselleştirme onu problemin çözümüne ulaştırmamıştır.

4.2.2 FPSK 'ndaki İkinci Probleme İlişkin Bulgular



• $E_{R>a} = ?$

• $E_{R<a} = ?$

Gauss Yasası:

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0}$$

$$da = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$Q_{ic} = \frac{\rho}{\frac{4}{3} \pi a^3} = \frac{3\rho}{4\pi a^3}$$

$$E_{R<a} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{3\rho}{4\pi a^3} \epsilon_0$$

$$E_{R<a} = \frac{\rho R^3}{\epsilon_0 a^3} \quad ///$$

$$da = \frac{4}{3} \pi (R^3 - a^3)$$

$$Q_{ic} = \frac{\rho}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{3\rho}{4\pi R^3}$$

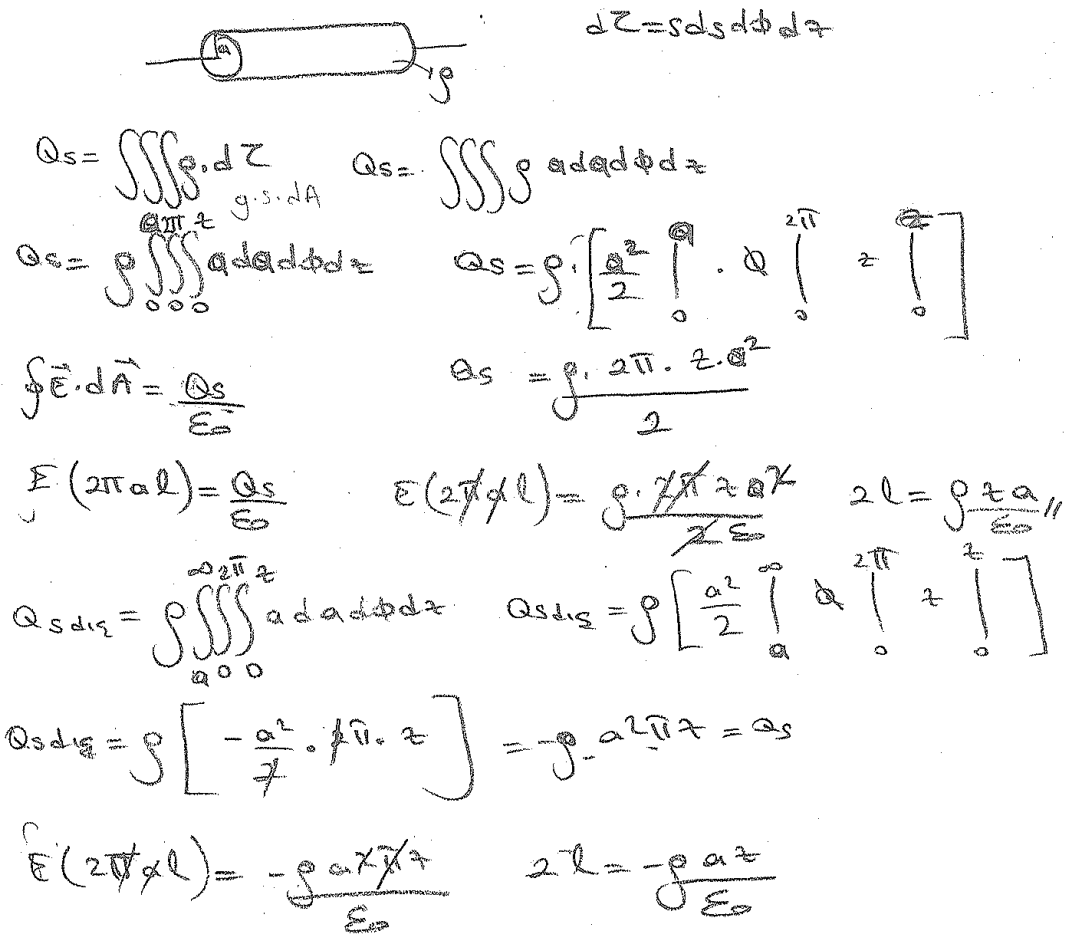
$$E_{R>a} \cdot \frac{4}{3} \pi (R^3 - a^3) = \frac{3\rho}{4\pi R^3} \epsilon_0$$

$$E_{R>a} = \frac{\rho (R^3 - a^3)}{\epsilon_0 R^3} \quad ///$$

Şekil 4.17 İkinci probleme yönelik öğrenci çözüm örneği

Problemde öğrencilerden istenilen " Sonsuz uzunlukta a yarıçaplı düzgün yük yoğunluğu ρ taşıyan silindirin içinde ve dışındaki noktalarda elektrik alanını bulunuz. "

Öğrenci bu soruda ilgili formülü (Gauss Yasası) yazabilmiştir. Gauss yüzeyini silindir üzerinde görselleştirmeye çalışmıştır. Şekil üzerinde problemi kısımlara ayırdığını göstererek çözüme gitmiştir. Silindirin sadece alt tabanı ile ilgilendiği için yüzey alan elemanını ($d\vec{a}$) küre olarak tanımlamıştır. Konuyla ilgili sembolleri çözümde kullanmaya çalışmış, fakat silindirin tabanını küre düşündüğü için problemi doğru bir şekilde çözümlendirememiştir.



$$dZ = r \rho \phi ds d\phi dz$$

$$Q_s = \iiint \rho \cdot dZ \quad Q_s = \iiint \rho \cdot a da d\phi dz$$

$$Q_s = \rho \iiint a da d\phi dz \quad Q_s = \rho \cdot \left[\frac{a^2}{2} \right]_0^a \cdot \left[\phi \right]_0^{2\pi} \cdot z$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_s}{\epsilon_0} \quad Q_s = \frac{\rho \cdot 2\pi \cdot z \cdot a^2}{2}$$

$$E(2\pi a l) = \frac{Q_s}{\epsilon_0} \quad E(2\pi r l) = \frac{\rho \cdot \pi r^2 \cdot 2l}{\epsilon_0} \quad 2l = \frac{\rho z a}{\epsilon_0}$$

$$Q_{s_{diz}} = \rho \iiint a da d\phi dz \quad Q_{s_{diz}} = \rho \left[\frac{a^2}{2} \right]_a^{\infty} \cdot \left[\phi \right]_0^{2\pi} \cdot z$$

$$Q_{s_{diz}} = \rho \left[-\frac{a^2}{2} \cdot \pi \cdot z \right] = -\rho \cdot a^2 \pi z = Q_s$$

$$E(2\pi r l) = \frac{-\rho a^2 \pi z}{\epsilon_0} \quad 2l = \frac{-\rho a z}{\epsilon_0}$$

Şekil 4.18 İkinci probleme yönelik öğrencinin çözüm örneği

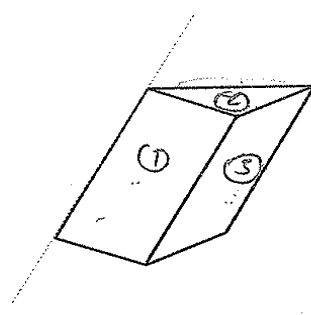
Şekil 4.18 'deki problem çözümünde öğrenci ilgili formülü yazarak çözüm yoluna doğru gitmiştir. Matematiksel terimlerden yararlanarak bazı temsillerde dönüştürme yapmıştır. Buda öğrencinin matematiksel ifadeleri kullanma becerisini gösterir. Öğrenci çizdiği şekilde bazı kısımları görselleştiremese de bu durum problem çözümüne olumsuz etki yapmamıştır.

4.3 Görüşmeler

Rastgele seçim yöntemiyle PUGT 'ne katılan fizik bölümü öğrencilerinden sekiz kişi belirlenmiştir. Belirlenen sekiz öğrenci ile yapılan görüşmeler sonunda, öğrencilerin durgun elektrik problemlerinde kullandıkları görselleştirmenin probleme etkisi değerlendirilmiştir. Görüşme yapmak üzere seçilen öğrencilerin, uzamsal görselleme becerilerinin farklı düzeylerde olunmasına özen gösterilmiştir. Araştırmacı: A, Öğrenci-1: Ö1, Öğrenci-2: Ö2, Öğrenci-3: Ö3, Öğrenci-4: Ö4, Öğrenci-5: Ö5, Öğrenci-6: Ö6, Öğrenci-7: Ö7, Öğrenci-8: Ö8 olarak kodlanmıştır. Derinlemesine analiz edebilmek için yapılan görüşmelerde fizik problem soru kağıdındaki problemler tekrar çözdürülerek, kağıt üzerindeki çözüm sürecinde gözlenemeyen bazı becerilere öğrencilerin sahip olup olmadıkları anlaşılmaya çalışılmıştır. Veri kaybını aza indirmek için görüşmeler, video kamera ile kaydedilmiştir.

Görüşmelerde genel olarak aynı sorulara yer verilmiş, yalnız yarı yapılandırılmış görüşmenin doğası gereği her bir görüşme içerisinde farklı sorular ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin durgun elektrik konusuna yönelik kavram bilgileri, ilgili formülü kullanma, sembol kullanma ve görselleştirme becerileri değerlendirilmeye çalışılmıştır.

4.3.1 1 Numaralı öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar



$$\Phi E = \int \vec{E} \cdot d\vec{a}$$

$$\Phi E = \int \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} \cdot d\vec{a}$$

$$\Phi E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \hat{r} \int \frac{1}{r} d\vec{a}$$

$$\Phi E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} \Rightarrow \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} \quad (\text{1. yüzeydeki elektrik alanı})$$

1. ve 3 yüzey birbirine eşittir.

Silindirik koordinatlarla düzenleyelim:

$$\Phi E = \int \vec{E} \cdot d\vec{a}$$

$$= \int \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} r^2 \sin\theta d\theta d\phi$$

$$= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \hat{r} \int \frac{1}{r} r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi$$

$$= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \hat{r} \int_0^{\infty} r dr \int_0^{\pi} \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\phi \Rightarrow \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{r^2}{2} \frac{2}{1} \frac{2\pi}{1} = \lambda r \hat{r}$$

$$\phi \Big|_0^{2\pi} = 2\pi - 0 = 2\pi$$

$$\cos\theta \Big|_0^{\pi} = \cos\pi - \cos 0 = -1 - 1 = -2$$

Şekil 4.19 Ö1'in problem-1 çözümü

A: Şekile baktığında kaç yüzey görüyorsun?

Ö1: 3 yüzey görüyorum. Hepsini için ayrı ayrı elektrik akısı bulacağım.

A: Akı tanımını yapabilir misin?

Ö1: $\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{a}$ şekilde yazarım. Soruda verilen elektrik alanı kullanırım.

A: Yazdığın $d\vec{a}$ nedir?

Ö1: Yüzey alanı. Aslında $d\vec{r}$ da olabilir.

A: Neden $d\vec{r}$ olabilir ?

Ö1: Küre gibi düşünebiliriz. Yani... ben şekli küre içine yerleştirebilirim. Ama 1. yüzey için $d\vec{r}$ yazacağım. 1. ve 3. yüzey birbirine eşittir.

A: 1. ve 3. yüzey birbirine eşittir dedin neden ?

Ö1: Çünkü şekilleri aynı.

A: 2. yüzey için nasıl bir yorum yaparsın ?

Ö1: Aslında 2. yüzey üçgen. Bunun yüzey alanını nasıl ilişkilendireceğim.

A: Soruda verilen modeli silindir içine yerleştirirsek nasıl olur?

Ö1: humm... O zaman silindirik koordinatlarda yazarız.

A: Modeli silindir içine yerleştirdiğini gösterir misin ?

Ö1: Nasıl göstereceğim., yani... hayır kafamda canlandıramıyorum. Ama silindirik koordinatlarda denklemi yazabilirim.

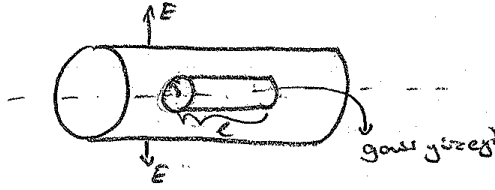
$\int \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} r^2 \sin\theta d\theta d\phi$ bu şekilde yazarım. $\int_0^\infty r dr$ sınırlarını neye göre

belirleyeceğim, galiba sonsuz diyor $0-\infty$ olacak

A: $\int_{-\pi}^{\pi} \sin\theta d\theta$ s sınırlarını nasıl belirledin ?

Ö1: Hep böyle yapıyoruz. Yani $d\theta$ olduğu zaman $0 - \pi$ aralığı seçiliyor.

Çözüm yanlış oldu böyle olacağını düşünmüyorum. Soruda verilen şekil çok garip tam olarak anlayamadım.



$$\text{Silindirin içinde} \Rightarrow \text{Gauss yasası} \Rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{enc}}$$

$$E(2\pi r l) = \frac{1}{\epsilon_0} \rho \pi a^2 l$$

$$\vec{E} = \frac{\rho a}{2\epsilon_0}$$

$$\text{Silindirin dışında} \Rightarrow \text{Gauss yasası} \Rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{enc}}$$

$$E(2\pi a l) = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{enc}} \Rightarrow Q_{\text{enc}} = 0$$

$$\vec{E} = 0$$

Şekil 4.20 Ö1 'in problem-2 çözümü

Ö1: İçerideki elektrik alanı sorduğu için silindirin içine gauss yüzeyi çiziyorum.

Gauss Yasasını $\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{enc}}$ şeklinde yazarım. Silindirin yarıçapı a

olsun. Sonsuz uzunlukta diyor ama uzunluğu l olsun.

A: Silindirin içindeki yük nedir ?

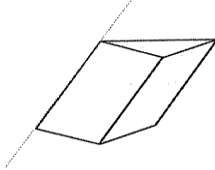
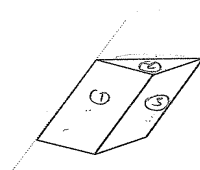
Ö: Yük yoğunluğu verilmiş. Silindirin alanı ile ρ 'yu çarptığımızda toplam yükü buluruz.

Dışındaki elektrik alana baktığımızda toplam yük sıfır olur.

A: Silindirin dışına neden gauss yüzeyi yerleştirmedin?

Ö: Dışında zaten yük yok nasıl yerleştireceğim...Yük sıfır olduğu için dışındaki elektrik alan sıfırdır.

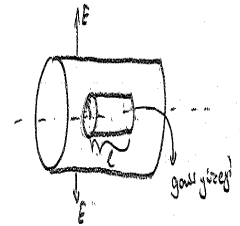
Tablo 4.17 1 numaralı öğrencinin 1 soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
1	 $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$ $\vec{\nabla} \times \vec{E} = \frac{-\Delta \Phi_{\text{magnetik ok}}}{\Delta t}$ $\vec{\nabla} \times \left(\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} \right) = \frac{-\Delta \Phi_{\text{magnetik ok}}}{\Delta t}$ $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \vec{\nabla} \times \left(\frac{1}{r} \right) = \frac{-\Delta \Phi_{\text{magnetik ok}}}{\Delta t}$ $\vec{r} = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}$ $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$	 $\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{a}$ $\Phi_E = \int \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} \cdot d\vec{a}$ $\Phi_E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r} d\vec{a}$ $\Phi_E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} \Rightarrow -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1. \text{ yüzeyteki elektrik okları})$ <p>1. ve 3 yüzey birbirine eşittir.</p> <p>Silindirik koordinatlarda yazarsak:</p> $\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{a}$ $= \int \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} \cdot \sin\theta d\theta d\phi$ $= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r} \hat{r} \cdot \sin\theta d\theta d\phi$ $= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \sin\theta d\theta d\phi \Rightarrow \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{2\pi}{2} = \lambda r \hat{r}$ <p style="text-align: right;"> $\phi = 2\pi - 0 = 2\pi$ $\int_0^{\pi} \sin\theta d\theta = \cos\theta \Big _0^{\pi} = \cos\pi - \cos 0 = -1 - 1 = -2$ </p>

Ö1 'in soru kağıdında ilk soruya verdiği cevapta akı tanımını yapamadığı, modelle ilgilenmeyip aklına gelen denklemleri yazdığı görülmektedir. Mülakatta ki çözümünde modelde 3 yüzey belirlemekte ve bu yüzeylerden çıkan elektrik akısını bulmak

istemektedir. Öğrenci ilgili formülü yazmış ve şekil üzerinde üç yüzey belirleyerek problemi kısımlara ayırmıştır. Fakat bu durum onu çözüme ulaştırmamıştır.

Tablo 4.18 1 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

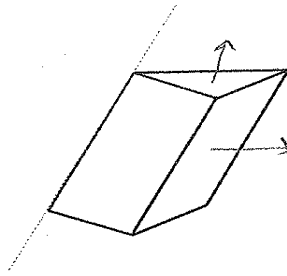
Öğr .No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
1	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_s}{\epsilon_0}$ $E_{0>R} (\pi a^2) = \frac{q_s}{\epsilon_0}$ $E_{0>R} = \frac{q_s}{\pi \epsilon_0 a^2}$ $q = R \Rightarrow q_s = q \cdot V' = q \frac{4}{3} \pi a^3$ $= \frac{q}{\frac{4}{3} \pi R^3} \cdot \frac{4}{3} \pi a^3$ $= \frac{q a^3}{R^3}$ $E_{0 \leq R} (\pi r^2) = \frac{q a^3}{\epsilon_0 R^3}$ $E_{0 \leq R} = \frac{q a}{\pi \epsilon_0 R^3}$	 <p>Silindirin içi (nota) Gauss yüzeyi $\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} q_s$</p> $E (2\pi r l) = \frac{1}{\epsilon_0} q \cdot l$ $\vec{E} = \frac{q a}{2 \epsilon_0}$ <p>Silindirin dışı (nota) Gauss yüzeyi $\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} q_s$</p> $E (2\pi a l) = \frac{1}{\epsilon_0} q_s \Rightarrow q_s = 0$ $\vec{E} = 0$

Öğrenci ilk başta soruyla ilgili hiçbir görselleştirme yapmayıp Gauss Yasası'nı yazarak çözüme başlamıştır. Denklemlerde küre alan ifadelerini kullanmıştır. Öğrenci her iki çözümde de fiziksel sembolleri kullanmakta, fakat bunlar arasındaki matematiksel dönüşümleri yapamadığı görülmektedir. Mülakatta verdiği çözümde silindir çizerek içine gauss yüzeyi yerleştirmiş ve elektrik alan yönlerini belirlemiştir. Öğrencinin

yaptığı bu görselleştirme Gauss Yasası 'nda alan ifadelerini doğru yazmasına etki etmiştir.

4.3.2 2 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar

Öğrencinin çözümü ve yorumlarına aşağıda yer verilmiştir.



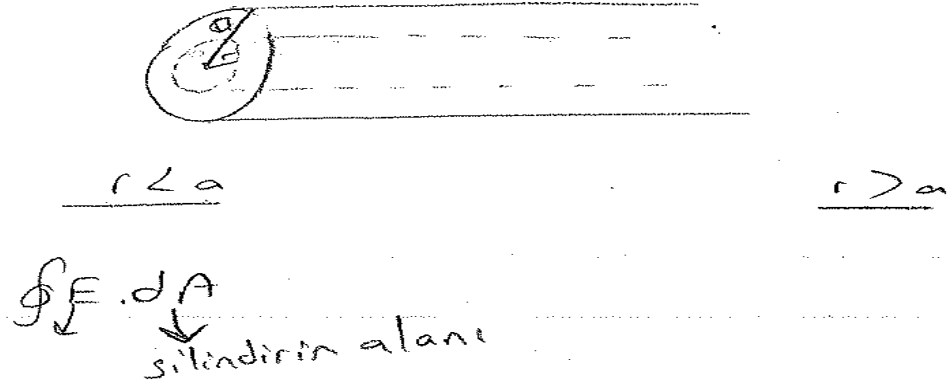
$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} \quad \oint E \cdot dA$$
$$\oint \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \cdot dA \quad \text{↪ Çıggen piramit'in yüzey alanı}$$

Şekil 4.21 Ö2 'nin problem-1 çözümü

Ö2: Üç boyutlu bakıldığında 5 yüzey var.

A: Akıyı tanımlar mısın?

Ö2: Formülü hatırlamıyorum. Hacimsel çizgisel alan olarak farklı şeyler var... Bu üç boyutlu olduğu için hacimsel olarak yazarız. Hacim formülünde elektrik alanı yerine yazıp formülü tamamlayıp akıyı buluruz. Her bir yüzey için ayrı yapılır. Şuan için hatırlayamıyorum.



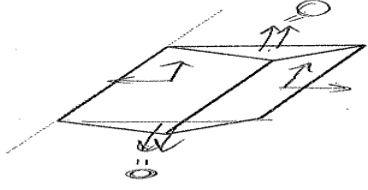
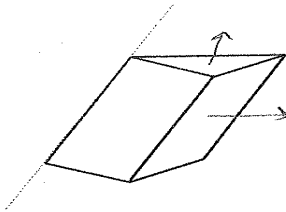
Şekil 4.22 Ö2'nin problem-2 çözümü

Ö2: $r < a$ ve $r > a$ olarak ayrı elektrik alan hesaplamamız gerekiyor. Yüzey yük yoğunluğunu içeren bir formül vardı ama hatırlamıyorum. Soru Gauss Yasası 'ndan çözülecek.

A: Gauss Yasası nedir?

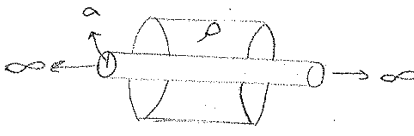
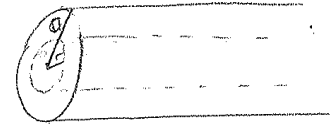
Ö2: Tam olarak hatırlamıyorum. Elektrik yük yoğunluğu silindirik alana integral sınırları içerisinde $r < a$ ve $r > a$ olarak içinde, dışında elektrik alan bulunacak. Teknik terimleri hatırlayamadığım için yapamayacağım.

Tablo 4.19 2 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
2	 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$ $\int \lambda dl =$ $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} = \frac{\lambda \cdot q}{\epsilon_0} \quad q = \frac{1}{2\pi r} \hat{r}$ $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ $\rho_{piramit} = qV$ $= \frac{1}{2\pi r} \frac{4}{3} r^3 h$ $= \frac{1}{6\pi} r^2 h$ $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \cdot \frac{q}{6\pi} r^2 h$	 $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} \quad \oint E \cdot dA$ $\oint \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r} \cdot dA$ <p>↳ çeyrek piramit'in yüzey alanı</p>

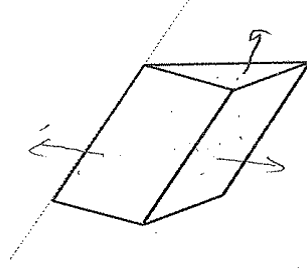
Ö2 'nin her iki durumda da soruyla ilgili formülü yazmadığı görülmektedir. Soru kağıdındaki çözümde modeli 4 yüzey olarak düşünmekte ve alt yüzeylerdeki akıyı sıfır kabul etmektedir. Bu durumu model üzerinde belirtmiştir. Mülakatta verdiği cevapta üç boyutlu bakıldığında 5 yüzey gördüğünü ifade etmiştir. Öğrenci konuyla ilgili formülleri hatırlayamadığından dolayı çözüm yapamamıştır.

Tablo 4.20 2 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
2	 <p> $\phi = qV$ $\phi = \frac{q_s}{\epsilon_0} \quad \pi r^2 = \frac{q_s}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{q}{a \epsilon_0 \pi r^2}$ $\frac{q}{\pi r^2 \epsilon_0} = q \pi r^2 h = E = \frac{q h}{\epsilon_0}$ $\int_0^a \frac{q}{\pi r^2 \epsilon_0} + \int_a^r \frac{q h}{\epsilon_0} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon_0} \left[\frac{1}{\pi r^2} + \frac{h^2}{2} \right]$ </p>	 <p> $r < a$ $r > a$ $\oint E \cdot dA$ ↓ silindirin alanı </p>

Ö2 verdiği cevaplarda basit bir silindir şekli çizmiştir. Öğrenci ilgili formülü yazmadığı için çözüme ulaşamamıştır.

4.3.3 3 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar



$$= \oint \underline{E} \cdot d\underline{A} = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$$
$$\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \cdot 2\pi r$$

Şekil 4.23 Ö3 'ün problem-1 çözümü

Ö3: Öncelikle elektrik akısının formülünü yazarız. Çizgi yükünden bahsettiği için bir şeyler yapmaya çalışırım.

A: Akıyı tanımlayabilir misin?

Ö3: Hatırlamıyorum.

A: Peki başka nereden çözülebilir?

Ö3: hmm... Gauss olabilir. $\oint \underline{E} \cdot d\underline{A} = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$ şeklinde yazarım.

Ö3: Şekile baktığımda 3 yüzey görüyorum. Her biri için akıyı bulmam gerekiyor.

A: Bu yüzeylerdeki yükler nasıl olur?

Ö3: Şeyy...yani..... Aslında çizgi yük yoğunluğu verilmiş bununla ilgili başka formül olması lazım. Ordanda yükler bulunabilir. İşte... ben hatırlamıyorum.



$$= \oint E \cdot dA = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$
$$= \int E \cdot \frac{4\pi r^2 h}{3}$$

III

Şekil 4.24 Ö3 'ün problem-2 çözümü

Ö3: Bu soru Gauss Yasası'ndan yapılacak. Burada $d\vec{a}$ yüzey alanı, silindirin alanı olabilir.

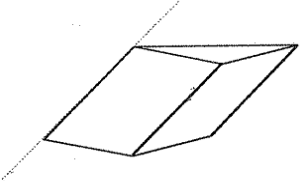
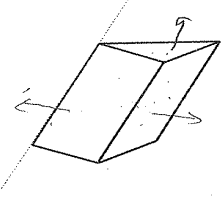
A: Θ_s yazdın. Silindirin içindeki yük nedir?

Ö3: Düşünemiyorum. Gauss Yasasını yazabilirim sadece

A: $d\vec{a}$ yüzey alanı olduğunu belirttin. 1. soruda şekil farklı geldi yüzey alanını yazamadın. Burada basit bir silindir çizdin, buradaki alanı yazamaz mısın?

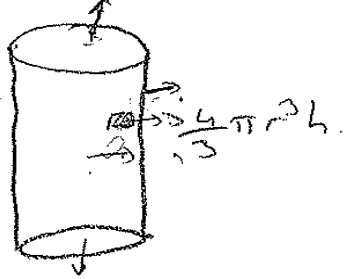
Ö3: Sanırım silindirin içinde bir nokta belirleyip içindeki elektrik alanı hesaplıyorduk. Ama ben silindirin alanını hatırlamıyorum o yüzden problem çözümünü devam ettiremem.

Tablo 4. 21 3 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
3		 $= \oint E \cdot dA = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$ $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$

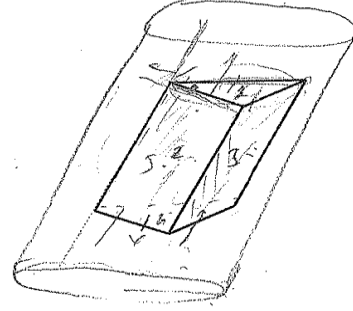
Ö3 konuyla ilgili kavramları hatırlayamadığı için çözümde bir şey yapamamıştır. öğrencinin tek hatırladığı Gauss Yasası olmuştur. Mülakatta verdiği cevapta 3 yüzey gördüğünü ifade etmekte ve model üzerinde göstermiştir. Öğrenci verdiği cevaplarda elektrik akısını tanımlayamadığı için çözüm yapamamıştır. Soruda verilen modeli hiçbir geometrik hacim ve yüzey alanıyla ilişkilendirememiştir.

Tablo 4.22 3 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
3	$E \cdot dA = \frac{Q_s}{\epsilon_0}$	 $= \oint E \cdot dA = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$ $= \int E \cdot \frac{4}{3} \pi a^3$

Ö3 mülakatta verdiği cevapta soruyla ilgili geometrik şekil çizerek problemi görselleştirmeye çalışmıştır. Silindir üzerinde elektrik alan yönlerini belirlemeye çalıştığı görülmektedir. Öğrenci bazı fiziksel sembolleri biliyor ama formüldeki ifadelerle dönüşüm yapamamaktadır. Ayrıca geometrik şekillerin hacim ve yüzey alan formüllerini hatırlayamadığı için problem çözümünü devam ettirememiştir.

4.3.4 4 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar



$$\int E da = \int E | da$$

$$E \cdot 2\pi L S = 2\pi L \int \rho da$$

$$\int r \cdot \rho dr \sin\theta d\theta dz$$

$$E \cdot 2\pi L S = 2\pi L \int_0^R r \rho dr \sin\theta d\theta dz = 2\pi L \frac{r^2}{3} \cdot 2\pi \cdot \frac{4}{3}$$

$$E \cdot 2\pi L S = \frac{4}{3} \pi \rho S^2$$

$$\underline{E} = \frac{2}{3} L \rho S^2$$

Şekil 4.25 Ö4 'ün problem-1 çözümü

Ö4: Alanı bulmak için yüzeye dik olması gerekiyor. Şekilde 5 yüzey var.

A: Bu yüzeylerdeki akıyı bulabilir misin?

Ö4: Yüzeyden geçen elektrik alan çizgisi. $\int E da$ bu şekilde tanımlarım.

Şimdi şekil silindir ya da daire olsaydı belki bir şeyler yapabilirdim. Ama soruda verilen şekil farklı...

A: Peki bu şekli silindir içine yerleştirirsek nasıl olur?

Ö4: O zaman dışarıya doğru olan yüzeylerden geçen akıyı buluruz. Şu şekilde 3 yüzey olur.

A: Oraya yazdığın 2πrs ne?

Ö4: Yüzey alanı

A: $d\mathbf{r} \cdot \mathbf{n}$ nedir?

Ö4: Sekli silindirin içine yerleştirdiğimizden dolayı silindirik koordinatlarda yazdım.

A: Sen şimdi burada elektrik alan bulunduğunu söylüyorsun, bu yüzeylerde ki akı ne olur?

Ö4: Alan çizgisine dik olan 2. yüzeyden geçen akının toplamı sıfırdır. Akı tek yöne doğru olduğu için giren (+) olur. Çıkan alanda negatif olur. Toplam sıfırı verir. Şekilde gösterdiğim 1. ve 4. yüzey eşit olduğu için akıları da eşittir. 2. ve 3. yüzeylerde açıya göre akı bulunur?

A: Açıya göre nasıl bulabilirsin?

Ö4: Çizgiye göre yüzeyin konumu belirlenip, açı bulunabilir. Baktığımızda aslında 180° oluyor. Arka yüzeyin akısı sıfırdır.

A: Arka yüzeyde akının sıfır olduğuna nasıl karar verdin?

Ö4: Yani... Yanlış oldu galiba. Aslında şekle bir daha baktığımızda 1,4,3 yüzeylerin akısı bulunabilir. 2. ve 5. yüzeyler çizgiye 180° olduğu için akı yoktur.

$\int E da = \int |E| da$
 silindirin yüzeyi Gauss yüzeyi
 $E \cdot 2\pi a L \rho = 2\pi L \int_0^a r \rho dr \sin\theta d\theta$
~~Gauss yasası~~
 $E \cdot 2\pi a L = 2\pi L \frac{\rho^2}{3\pi} 2\pi$
 $E = \frac{\rho^2}{3\pi} = \frac{\rho^2}{3}$ içinde
 $E \cdot 2\pi a L = 2\pi L \int_0^a r^2 \sin\theta d\theta dr$
 $E_{dış} = \frac{\rho^2}{3\pi}$ dışında
 $\int E da = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0}$ Gauss
 $\int_0^a 2\pi r L \rho \sin\theta d\theta dr = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$ hacim
 $2\pi 2\pi L \frac{\rho^3}{3} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
 $E \frac{5\pi}{3} r^3 L = \frac{\rho}{\epsilon_0} 2\pi L a^2$
 $E_{iç} = \frac{2\rho a^2}{3\pi r^2 \epsilon_0}$
 $\int_0^a 2\pi r L \rho \sin\theta d\theta dr = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0} = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$
 $E \cdot 2\pi L \frac{a^3}{3} 2\pi = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$
 $E_{dış} = \frac{3\rho}{4\pi \epsilon_0 a}$

Şekil 4.26 Ö4 'ün problem-2 çözümü

Ö4: Soru Gauss Yasası ile çözülüyor. Sanki bu şekilde ifadeler vardı. Şimdi hatırlayamadım.

$\int E da = \int |E| da$ bu

Öğrenci Gauss Yasasını ilk başta hatırlayamadı. Elektrik alan ile yüzey alanını ilişkilendirmeye çalıştı. Silindirik koordinatlarda ifadeler yazdı. Silindirin içinde ve dışında yükü bulmaya çalışırken Gauss Yasası 'nı hatırladı.

$\rho \cdot \pi a^2 L$ hacim

Ö4: Soruda yük yoğunluğu verilmiş bunu yük ile ilişkilendirebilirim.

bu şekilde olur. Şimdi Gauss Yasası 'nı hatırladım.

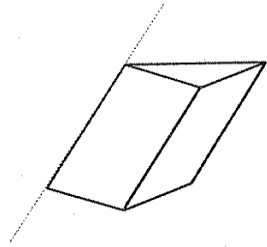
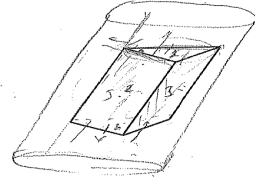
$\int E da = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0}$ Gauss

Ö4: r burada gauss yüzeyinin yarı çapı. İşlemleri tamamladığımızda içerdeki elektrik alan ile dışarıdaki alan aynı çıkıyor. Aynı olmaması lazım. Bir yerlerde hata yapıyorum.

A: r' yi gauss yüzeyinin yarı çapı olarak tanımladın. Bunu görsel olarak ifade edersen belki daha iyi olabilir.

Ö4: Zaten öyle düşünerek soruyu çözmeye çalışıyorum.

Tablo 4.23 4 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
4		 $\int E da = \int \rho da$ $E \cdot 2\pi L s = 2\pi L \int_0^s \rho da$ $\int_0^s \rho \cdot a da = \int_0^s \rho \cdot a da$ $E \cdot 2\pi L s = 2\pi L \int_0^s \rho \cdot a da = 2\pi L \frac{\rho^2}{2} \cdot 2\pi \cdot \frac{s}{2}$ $E \cdot 2\pi L s = \frac{4}{3} \pi \rho s^2$ $E = \frac{2}{3} L s^2$

Ö4 soru kağıdında 1. soru için çözüm yapmamıştır. Mülakatta verdiği cevapta model üzerinde gördüğü yüzeyleri belirlemiştir. Akı tanımını yaparak her bir yüzeyin elektrik alanını bulmaya çalışmıştır. Öğrenci fiziksel bazı ifadeleri yanlış kullansa da integral çözümünde başarılı olmuştur. Bu da bazı matematiksel temsilleri dönüştürme becerisinin iyi olduğunu göstermektedir. Öğrenci akı tanımını doğru bir şekilde ifade etmiş, fakat şekil üzerinde yorum yapamamıştır. Şekli basitleştirmek için silindir içine yerleştirmeye çalışsa da, görsel olarak zihinde canlandıramamıştır.

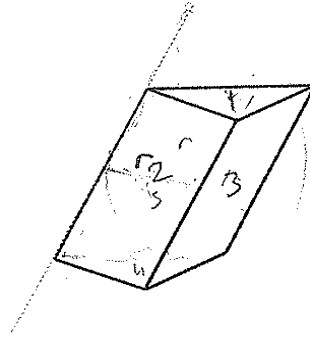
Tablo 4.24 4 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
4	<p> $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$ $E_{top} = \int_0^a \rho dr \Rightarrow \rho \int_0^a r dr d\theta dz$ $E_{top} \cdot \pi a^2 = \rho \cdot \pi a^2 L \Rightarrow E_{top} = \frac{\rho L}{a^2}$ $E_{top} = \rho$ </p>	<p> $\int E \cdot da = \int E \cdot da$ $E \cdot 2\pi a L \rho = 2\pi a \int_0^a r dr \sin\theta dz$ $E \cdot 2\pi a L = 2\pi a \cdot \frac{a^2}{3} \cdot 2\pi$ $E = \frac{a^2}{3} = \frac{a^2}{3}$ içinde $E \cdot 2\pi a L = 2\pi \int_0^a r^2 \sin\theta dz$ $E_{top} = \frac{a^2}{3}$ $E_{top} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ $\int E \cdot da = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$ Gauss $\int_0^a 2\pi r L dr \sin\theta dz = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$ hacim $2\pi \cdot 2\pi L \cdot \frac{a^3}{3} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ $E \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot L = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$ $E = \frac{2\rho a^2}{4 \cdot \pi^2 \epsilon_0}$ $\int_0^a 2\pi r L dr \sin\theta dz = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0} = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$ $E \cdot 2\pi L \frac{a^2}{3} \cdot 2\pi = \frac{\rho \cdot \pi a^2 L}{\epsilon_0}$ $E = \frac{3\rho}{4\pi a}$ </p>

Soru kağıdında Ö4 'ün ilk aklına gelen Gauss Yasası olmuştur. Geometrik şekil çizerek görselleştirme kullanmıştır. Kullandığı görselleştirme gauss yüzeyinin yarıçapını belirlemesine ve denklemde ifade etmesine etki etmiştir. Öğrenci bazı geometrik şekillerin yüzey alan ifadelerini hatırlamadığı için problem çözümüne gidememiştir. Mülakatta verdiği cevapta Gauss Yasası'nı hemen hatırlayamamıştır. Burada yüzey alan ve hacim ifadelerini doğru ifadelendirdiği için çözümde birkaç adım ilerleyebilmiştir.

4.3.5 5 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar

Öğrenci soruyu okuduktan sonra hiçbir şey hatırlamadığını ve çözüm yapamayacağını ifade etmiştir. Daha sonra tekrar okuyup şekle baktığında birkaç yorum yapabirmiştir. Öğrencinin çözümü ve yorumlarına aşağıda yer verilmiştir.



$$P \quad \vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$$

1. yüzeyde ve 4. yüzey birbirine eşit. Yüke yoğunluğuna olan uzaklıkları eşittir,

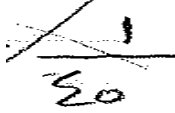
1 ve 4 yüzeydeki akı bir 0^- 'dir, =

Şekil 4.27 Ö5 'ün problem-1 çözümü

Ö5: Şekle baktığımda 5 yüzey görüyorum. Akı ile ilgili bir şey hatırlamıyorum.

A: Peki, Gauss Yasası tanımlayabilir misin?

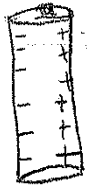
Ö5: Orada ρ gibi ifadeler vardı. ρ alanla ilgili bir şey değil miydi? Ben hiçbir şey hatırlamıyorum. Şuan kendimi kötü hissettim.

Ö5: Gauss Yasası 'nda sanki  gibi bir şeyler vardı... Neyse Şekil üzerinden yorum yapmaya ça.

1. yüzey ve 4. yüzey birbirine eşit. Yük yoğunluğuna olan uzaklıkları eşittir. 1. ve 4. yüzeylerdeki akılar sıfırdır.

A: Neden?

Ö5: Bildiğin saçmalayacağım şimdi.



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \hat{r}$$

$$\text{Silindir} = \pi r^2 h$$

$$\text{Daire} = \frac{4}{3} \pi r^2 h$$

S

$$\rho = \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$\rho =$$

Şekil 4.28 Ö5 'in problem-2 çözümü

Ö5: Ben bunları biliyordum. (+), (-) yapıyorduk. Silindirin içinde yük oluyordu. Unutmuşum iyice.

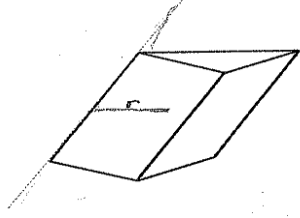
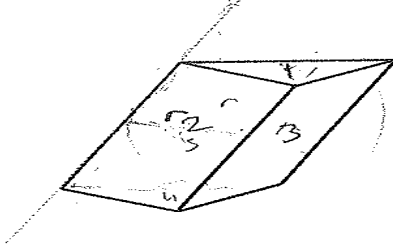
A: (+), (-) olduğuna nasıl karar verdin ?

Ö5: Silindirin içinde yük olduğunu düşünüyorduk. Tam olarak hatırlamıyorum. Yanlış yapıp rezil olmayayım. Formülü bilmediğimden dolayı saçmalayacağım.

A: Sen ne hatırlıyorsan yapmaya çalış.

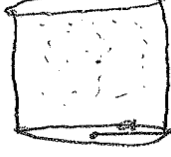
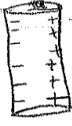
Ö5: O zaman aklıma ilk gelenleri yazacağım.

Tablo 4.25 5 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
5	 $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \frac{1}{r} \hat{r}$ $= \lambda \cdot \hat{r} = \frac{Q}{2\pi r}$ $\lambda = \frac{Q}{2\pi r}$ $\Phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$	 $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$ <p>L1 yüzeyi ve L2 yüzeyi birbirine eşit. Yukarı yüzüne olan uzaklıklar eşittir.</p> <p>L1 ve L2 yüzeyleri birbirine eşit 0'dir.</p>

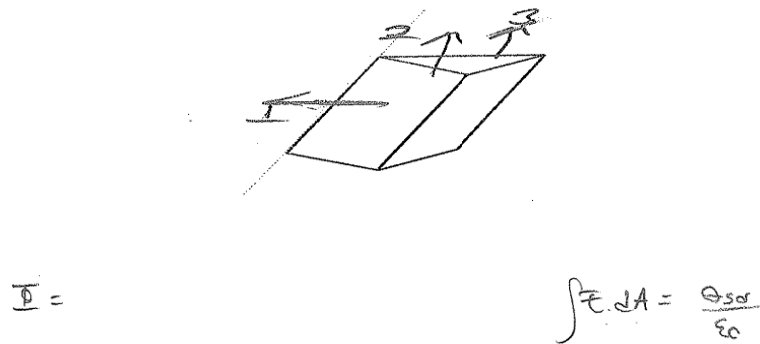
Ö5 verdiği cevaplarda konuyla ilgili formülleri yazamadığı için çözüme ulaşamamıştır.

Tablo 4.26 5 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr.No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
5	 <p> $E=?$ $r < R$ $\int E \cdot da = \frac{Q \epsilon_0 r}{\epsilon_0}$ $Q=0$ $\epsilon=0$ $E (4\pi r^2) = \frac{Q}{3} \cdot 4\pi r^2$ $E = \frac{Q \cdot \pi}{3}$ </p>	 <p> $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \hat{r}$ $Daire = \frac{4}{3} \pi r^2 h$ $\rho = \frac{1}{\epsilon_0}$ $Silindirin = \dots r^2 h$ S </p>

2. soru için verilen cevaplar Ö5' i çözüme ulaştırmamıştır.

4.3.6 6 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar



Şekil 4.29 Ö6 'in problem-1 çözümü

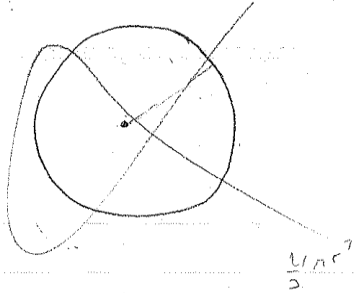
Ö6: Şekilde 3 yüzey görüyorum. Elektrik akısı bu yüzeylerden çıkacak. Akıyı ile gösterebiliriz. Ama formülü hatırlamıyorum.

$$\frac{Q}{\epsilon_0} =$$

Yani bu soru için pek bir şey yapamayacağım.

$$\oint E \cdot dA = \frac{Q_{\text{somak}}}{\epsilon_0}$$

$r < a \Rightarrow \oint E \cdot dA = \frac{Q_{\text{sr}}}{\epsilon_0} \Rightarrow$ dışındaki yük sıfır a.b. için



$r > a$

$$\oint E \cdot dA = \frac{Q_{\text{sr}}}{\epsilon_0}$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\oint E \cdot dA = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} Q \Rightarrow \int$$
 yine kürele $\frac{1}{3} \pi r^3$ yarıçapını silindirdaki gibi olarak yazarsak burada yapılan üslamlarda buradan bir sonuç çıkar.

$$\frac{1}{\sqrt{4\pi}} Q_{\text{sr}} \Rightarrow Q$$

$$Q_{\text{sr}} = Q \Rightarrow \frac{Q}{\sqrt{4\pi} \epsilon_0}$$

Şekil 4.30 Ö6 'in problem-2 çözümü

Ö6: Gauss Yasası ile soru çözülebilir. Gauss Yasası 'nı hatırlıyorum. İçinde ve dışındaki noktalarda elektrik alanı sorduğu için $r < a$ ve $r > a$ şeklinde yapıyorduk.

A: r nedir?

Ö6: Silindirin yarıçapı onu da şu şekilde gösterebilirim.

Öğrenci silindirin yarıçapı diyor ama şekil olarak küre çizmiştir. Sonrasında da soruyu küre olarak düşünmeye devam etmiştir. Hatasını anlayınca silindir çizerek soruya tekrar yoğunlaşmıştır.

Ö6: İçindeki elektrik alan sıfırdır.

A: Nasıl karar verdin?

Ö6: Yaptığımız örneklerde genelde $r < a$ da böyle oluyordu. Yük sıfır olduğu için elektrik alanda sıfırdır. Daha sonra $\frac{4}{3}\pi r^3$ ler geliyordu.

A: $\frac{4}{3}\pi r^3$ nedir?

Ö6: Kürenin hacmi

A: Soru silindirden bahsediyor sen küre olarak mı düşünüyorsun?

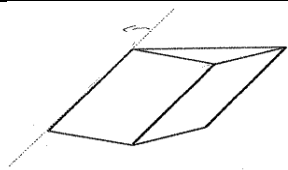
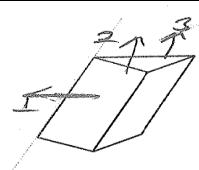
Ö6: Aaaa....Evet ya...Sadece kürenin alan hacim ifadelerini hatırladığım için. Silindirin yok yani.

Ö6: Aslında Gauss Yasası ile yapılacak. burada $d\vec{a}$ yerine ne yazılacağını bilsem, belki devamını getirebilirim. Siz bana $d\vec{a}$ nın ne olduğunu söyler misiniz?

A: Yüzey alan elemanı.

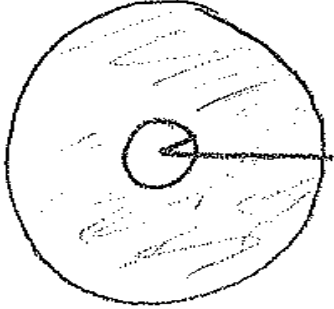
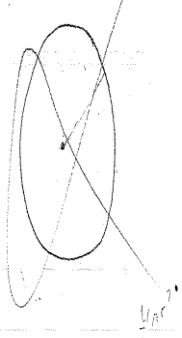
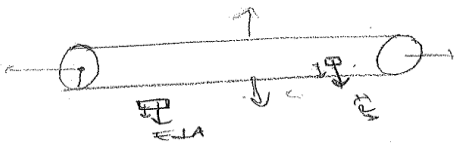
Ö6: O zaman burada silindirin yüzey alanını kullanacağım. Ama işte hatırlamıyorum. Geçmiş konulara biraz bakıp gelseydim soruyu yapacağımı düşünüyorum.

Tablo 4.27 6 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr.No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
6	 $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$	 $\vec{E} =$ $\int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$

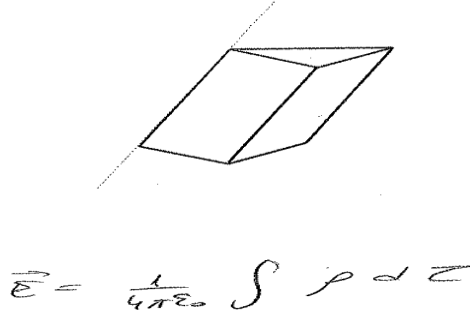
Ö6 'nin verdiği cevaplara bakıldığında mülakatta sadece Gauss Yasası'nı yazdığı görülmektedir.

Tablo 4.28 6 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
6	 <p> $\alpha(r) \Rightarrow F = \frac{Q_s}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\rho}{\epsilon_0} = 0 \quad \alpha(r)$ $Q_{sorum} = 0$ $\alpha(r) \Rightarrow F = \frac{Q_s}{\epsilon_0}$ <p>Silindirin hacmi $\frac{1}{2} \pi r^2 h$</p> </p>	<p> $\oint E \cdot dA = \frac{Q_{sorum}}{\epsilon_0}$ $r < a \Rightarrow \oint E \cdot dA = \frac{Q_{sorum}}{\epsilon_0} \rightarrow \text{dışındaki yük sıfır olur için}$ </p>   <p> $\oint E \cdot dA = \frac{Q_{sorum}}{\epsilon_0}$ $\oint E \cdot dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$ $\oint E \cdot dA = \frac{1}{\sqrt{12}} \rho \Rightarrow S \text{ yine kuvvetle } \frac{1}{\sqrt{12}} \rho^2 \text{ yazılmamış silindireli gibi olarak parabol buraya yapılmışken buradan bir sonuç çıkar.}$ $\frac{1}{\sqrt{12}} \rho_{sorum} \rightarrow \rho$ $\rho_{sorum} = \rho \Rightarrow \frac{\rho}{\sqrt{12} \epsilon_0}$ </p>

Öğrencinin ilk başta zihninde canlandığı şekil küre olmuştur. Sorunun çözümü hakkında biraz bilgisi var ama, terimleri silindirik koordinatlarda ifade edememiştir. Fiziksel olarak bazı sembolleri soru ile ilişkilendirememiştir. Ayrıca geometrik şekillerin alan, hacim formüllerini hatırlayamadığı için problem çözümünde ilerleyememiştir.

4.3.7 7 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar



Şekil 4.31 Ö7 'nin problem-1 çözümü

A: Akı nedir?

Ö7: Elektrik alan formüllerinin hatırlıyorum, sadece onları yazabilirim.

A: Peki, Şekle baktığında elektrik alanla ilgili yorum yapabilir misin?

Ö7: Şekilde 5 yüzey görüyorum.



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \rho d\vec{r} \quad \rho = \frac{q}{V} = \frac{q}{2\pi a^2 h}$$

$$d\vec{r} = a^2 \sin\theta da d\theta d\phi$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{q}{2\pi a^2 h} a^2 \sin\theta da d\theta d\phi$$

$$E = \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int \int \int \sin\theta da d\theta d\phi$$

$$\begin{aligned} E &= \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int_0^a da \int_0^\pi \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\phi \\ &= \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int_0^a da \left[-\cos\theta \Big|_0^\pi \right] \left[\phi \Big|_0^{2\pi} \right] \\ &= \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int_0^a da \left[-(-1 - 1) \right] \left[2\pi \right] \\ &= \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int_0^a da \left[2 \right] \left[2\pi \right] \end{aligned}$$

$$E = \frac{4\pi q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int_0^a da$$

$$E = \frac{q}{2\pi \epsilon_0 h} a \Rightarrow \vec{E} = \frac{q a}{2\pi \epsilon_0 h} \quad (\text{silindirin içindeki } \vec{E})$$

Şekil 4.32 Ö7'nin problem-2 çözümü

Öğrenci şekil çizerek çözüme başlamış ve silindirin içinde yük yoğunluğu olduğunu ifade etmiştir. Gauss Yasası'nı hatırlayamadığı için silindirin içine ve dışına gauss yüzeyini yerleştirememiştir. Elektrik alan formülünden bahsederek bununla ilgili bazı çözümler yapmaya çalışmıştır.

Ö7: Genelde bu tür sorularda zorlanıyorum. Elektrik alan formülünden gidersem $d\vec{r}$

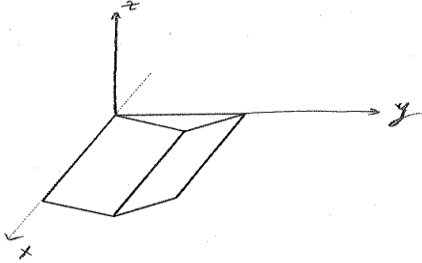
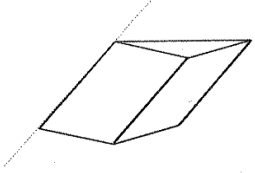
$$d\vec{r} = a^2 \sin\theta da d\theta d\phi$$

bu şekilde yazabilirim. Yani bu silindirik koordinatlarda oluyor.

Ö7: Hatta burada ρ yerine $\rho = \frac{q}{V} = \frac{q}{2\pi a^2 h}$ ifadesini yazabiliriz. Çünkü soruda



yük yoğunluğundan bahsetmiş. Daha sonra denklemde yerleştirip, integral alacağız. İlk aklıma gelen bunlar oldu.

Tablo 4.29 7 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
7	 $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$	 $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \rho d\tau$

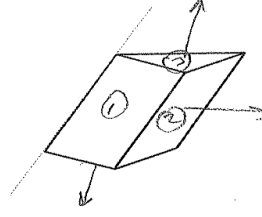
Ö7 'nin 1. soruda çözüm yapamamıştır.

Tablo 4.30 7 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
7	 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ $\rho = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = \rho V$ $Q = \rho \pi a^2 l$ $\epsilon_0 \pi a^2 l E = \frac{\rho \pi a^2 l}{\epsilon_0} \Rightarrow \vec{E}_{ic} = \frac{\rho a^2}{2\epsilon_0 l} \Rightarrow \rho = \frac{Q}{V} = \frac{q}{\pi a^2 l}$ $\vec{E}_{ic} = \frac{q a^2}{2\epsilon_0 a^2 l} = \frac{q}{2\epsilon_0 l}$ $\vec{E}_{ic} \Rightarrow \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ $\vec{E}(2\pi r l) = \frac{Q}{\epsilon_0}$	 $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \rho d\vec{r} \quad \rho = \frac{q}{V} = \frac{q}{2\pi a^2 h}$ $d\vec{r} = a^2 \sin\theta da d\theta d\phi$ $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{q}{2\pi a^2 h} a^2 \sin\theta da d\theta d\phi$ $\vec{E} = \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int \int \int \sin\theta da d\theta d\phi$ $\vec{E} = \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int da \int_0^\pi \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} d\phi$ $= \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int da \left[-\cos\theta \right]_0^\pi = \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int da \left[-(-1) - (-1) \right] = \frac{q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int da \left[2 \right]$ $\vec{E} = \frac{4\pi q}{8\pi^2 \epsilon_0 h} \int da$ $\vec{E} = \frac{q}{2\epsilon_0 h} \Rightarrow \vec{E} = \frac{q a}{2\pi \epsilon_0 h} \quad (\text{diferansiyel formülde } \vec{E})$

Ö7 'nin soru kağıdında verdiği cevapta konuyla ilgili formül yazılmıştır. Silindirin içindeki yük, yük yoğunluğu ile ilişkilendirilmiştir. Öğrenci çizdiği geometrik şeklin alan, hacim ifadelerini bildiği için formülde birkaç adım ilerleyebilmiştir. Mülakatta ise ilgili formülü hatırlayamamıştır. Burada elektrik alan ile ilgili ifade kullanmıştır. Öğrencinin işlem becerisi iyi olduğu için bazı matematiksel terimleri doğru bir şekilde çözümlenmiştir. Kullanılan basit geometrik şekil problem çözümüne etki etmemiştir. Çünkü öğrencinin şekil üzerinde gauss yüzeyini görselleştirememesi formülde bazı sembolleri yanlış ifadelendirmesine sebep olmuştur.

4.3.8 8 Numaralı Öğrencinin Sorulara Verdiği Cevaplar

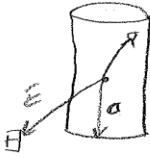


Şekil 4.33 Ö8'in problem-1 çözümü

A: Elektrik akısını tanımlayabilir misin?

Ö8: Akı ile ilgili $\Phi = \frac{q}{\epsilon}$ böyle bir şey hatırlıyorum. Şekilde akı 3 yüzeyden çıkar.

Ben aslında soruyu anlamadım. Formülden de emin değilim. Çözüm yapamam.



$$\oint_{\text{yüzey}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q_{\text{sermoleman}}$$

$E < 0$ olduğunda

yük sızır olduğu için elektrik akında silindirin içinde sızır durur.

$E > 0$ olduğunda

$$\rho (4\pi r^2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2}$$

§

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rho$$

$$\oint E (4\pi r^2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rho$$

$$E = \frac{1}{2\epsilon_0} \rho$$

Şekil 4.34 Ö8'in problem-2 çözümü

Ö8: Bu soru Gauss Yasası'ndan yola çıkarak çözülebilir. İçinde elektrik alan sıfır olur.

A: Neden?

Ö8: Çünkü yük sıfırdır. Öyle hatırlıyorum. Şekilde gauss yüzeyinin içinden bir nokta belirleriz. Elektrik alan bunun dışında yani a 'dan daha büyük olduğu için $E > a$ olur. a silindirin yarıçapıdır. Şimdi q_s bulmam lazım. Ama nasıl?

A: Soruda düzgün yük yoğunluğu olan bir silindirden bahsetmiş, bunu nasıl ifade edebilirsin?

Ö8: hmm... yük yerine ρ yazabilirim.

A: Yazdığın ρ . ($4\pi R^3$) neyi ifade ediyor?

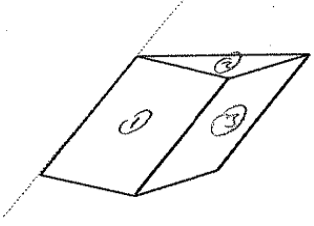
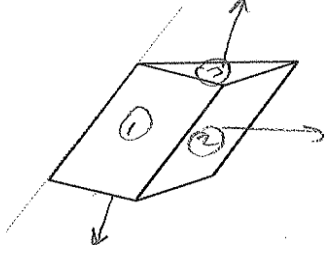
Ö8: Silindirin içinde seçtiğimiz noktanın dışarıya olan mesafesi. Sanki ρ' 'yu kullanacağım başka formül vardı.

A: Formüldeki $d\vec{a}$ nedir?

Ö8: Bir dakika yanlış oldu. Tamam.... Şimdi hatırladım. $4\pi R^3$ zaten $d\vec{a}$ 'yı veriyor.



Ö8: Yaptığım işlemler saçma oldu gibi...

Tablo 4.31 8 numaralı öğrencinin 1. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
8	 <p>1. bölge</p> $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$ $\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$	 $\phi = \frac{q}{t}$ $\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r^2} \hat{r}$ $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \hat{r}$

8 numaralı öğrenci şekil üzerinde üç yüzey belirlemiştir. Elektrik akı tanımını yapamadığı için verdiği cevaplarda çözüme ulaşamamıştır.

Tablo 4.32 8 numaralı öğrencinin 2. soruya verdiği cevaplar

Öğr. No	Öğrencinin soru kağıdına verdiği cevap	Öğrencinin mülakatta verdiği cevap
8	 $E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\rho}{r}$	 <p> $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{1}{\epsilon_0} q_{\text{enclosed}}$ $E < a$ durumunda yük sızır olduğu için elektrik alanı silindirin içinde sızır dışı. $E > a$ durumunda $\rho (4\pi r^2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2}$ $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$ $\oint E (4\pi r^2) = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$ $E = \frac{1}{r^2 \epsilon_0} \rho$ </p>

Öğrencinin soru kağıdında görselleştirdiği şekil küre olmuştur. Mülakatta yaptığı çözümde basit bir silindir şekli çizmiş ve içinde bir nokta belirleyip elektrik alanı bulmak istemiştir. Fakat Ö8, ilgili formülü yazamadığı için çözüme ulaşamamıştır.

V. SONUÇ

Purdue Uzamsal Görselleştirme Testine (PUGT) verilen cevaplar analiz edildiğinde, fizik bölümü öğrencilerinin ders notları ve genel ortalamaları ile uzamsal görselleştirme başarıları arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Fizik bölümünde okuyan öğrencilerin uzamsal görselleştirme puanı üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli tek değişken cinsiyettir. Öğrencilerden 25 'i kız, 21'i erkek öğrencidir. Uzamsal görselleştirme testinde erkek öğrencilerin başarı oranı kız öğrencilerin başarı oranına göre daha yüksektir.

Yarı yapılandırılmış problem çözme mülakatları sonucunda, uzamsal görselleştirme testinde yüksek puan elde eden fizik bölümü öğrencilerinin, problemleri kavram tanımlarıyla ilişkilendirerek çözebildikleri, işlem becerisi yönüyle de pratik oldukları belirlenmiştir. Kullandıkları görselleştirme problemde verilen modeli basitleştirmesine etki etmiştir. Uzamsal görselleştirme beceri puanı orta olan öğrencilerin çoğu ilgili formülleri hatırlayamadılar ve konuyla ilgili ilk akıllarına gelen denklemleri yazmaya çalışmışlardır. Konuyla ilgili kavramları problemle ilişkilendiremeyip, rastgele bir şekilde cevap verme eğiliminde oldukları görülmüştür. Kullandıkları basit geometrik şekillerin öğrencilerin problem çözümüne etki etmediği görülmektedir. Uzamsal görselleştirme yeteneği düşük olan öğrencilerin birkaçının ilgili formülü yazdıkları, fakat bazı sembol ve kavramları denklemlerle ilişkilendiremedikleri belirlenmiştir. Problemde verilen model üzerinde bazı görselleştirmeler kullanmışlardır.

Öğrenciler problemleri çözerken, fiziksel nitel bir değerlendirme yapmamış ve problemdeki kavramlara odaklanıp bilimsel bir yaklaşım sergilememişlerdir. Çoğu, karşılaştıkları problemleri Gauss Yasası 'na göre çözmeye çalışmıştır. Fakat, bunu yaparken, çözülmesi beklenen problemdeki geometrik şeklin yüzey alanı ve hacim ifadelerinin uygunluğuna dikkat etmemişlerdir. Genel olarak ezber temelli bir yaklaşım sergileyerek daha önce karşılaştıkları benzer problemde izlenen yolu hatırlamaya çalışmışlardır. Bazı öğrenciler ilgili formülü yazabilmelerine karşın, temel düzeydeki tanım bilgilerinde problem yaşamışlardır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sayesinde öğrencilerin kavram tanımları bağlamında ki başarısızlıkları belirlenmiştir. İlişkilendirme, karşılaştırma ve düşünme becerilerinin geliştirilmemesi, öğrencilerin farklı problem türleriyle karşılaşması durumunda zorlanmasına neden olmuştur.

Çözüm sürecinde görsel ifadelerden yararlanmayan bazı öğrencilerin yaşadıkları en büyük sıkıntılar, ezbere dayalı düşünme, alan ve hacim formüllerini yanlış kullanma kaynaklıdır. Problem çözümünde görselleştirme kullanan öğrenciler ise, geometrik şekillerin alan ve hacim formüllerinde daha az hataya düştükleri görülmüştür. Bulgular, şekil çizmenin yeterli olmadığını, formüllerde kullanılan ifadelerin ve bunlar arasındaki dönüşüm becerisinin de gerekli olduğunu göstermektedir.

Uzamsal görselleştirme yeteneğinin geliştirilmesinin, problem çözümündeki performansı da artırabileceği düşünülmektedir. Fakat fizik bölümü öğrencilerine uygulanan Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi 'nin doğru cevap ortalamasının 36 soru üzerinden 13 civarında kaldığı görülmüştür. Çalışmada ki tüm sonuçlar incelendiğinde, öğrencilerin yeterli düzeyde görsel becerilere sahip olmadıkları, düşünme ve görselleştirme gereken sorularda başarılı olamadıkları belirlenmiştir. Daha önce bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde Kavaz ve Eryılmaz (2002), Browne K. (2001), Delialioğlu ve Aşkar (1999) gerçekleştirdikleri çalışmalarda öğrencilerin görsel yetenekleri ve fizik başarıları arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermişlerdir.

Gıda mühendisi bölümünde okuyan öğrencilerin PUGT puanı üzerinde etkisi olan istatistiksel olarak önemli tek değişken teknik resim dersidir. Teknik resim dersi başarı notu orta düzeyin üstünde olan öğrencilerin uzamsal görselleştirme başarıları yüksek, teknik resim dersi başarı notu orta ya da orta düzeyin altında olan öğrencilerin uzamsal görselleştirme başarıları düşüktür. Gıda mühendisi öğrencilerinin cinsiyet ve üniversite giriş puanlarına göre uzamsal görselleştirme arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir.

VI. KAYNAKLAR

Abak, A., Eryılmaz, A. ve Fakıoğlu, T.,(2002). “Üniversite Öğrencilerinin Fizikle İlgili Seçilmiş Duyuşsal Karakteristikleri ile Fizik Başarılarının İlişkisi”, V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ Ankara, 2002.

Akdeniz, A.,Yiğit, N., ve Karal, I., (2004). Fizik Öğretmen Adaylarının Konu Alanı Bilişsel Yeterlikleri ve Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *KTU Eğitim Fakültesi*.

Alias, H., Thomas B. R., and Gray D. E. (2002). Effect of Instruction on Spatial Visualization Ability in Civil Engineering Students. *International Education Journal Vol. 3, No 1*, 2002.

Arons, Arnold B., (1997), Teaching Physics, John Wiley f. Sons, Inc, Washington Üniversitesi.

Berg, B. L. (1998). Qualitative research methods for the social sciences. Boston: Allyn and Bacon.

Bodner George M. and Guay R. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. *The Chemical Education 1997, Springer- Verlang New York, INC*

Branoff, Theodore J., (2000). Spatial Visualization Measurement: A Modification of the Purdue Spatial Visualization Test - Visualization of Rotations. *North Carolina State University, Engineering Design Graphics Journal Vol. 64, No 2*.

Browne Kerry P. (2001). A case study of How Upper-Division Physics Students Use Visualization While Solving Eletrostatics Problems. *Oregon State University Doctor of Philosophy Thesis*.

Bulut, S. ve Koroğlu, S., (2000). Onbirinci Sınıf Öğrencilerinin ve Matematik Öğretmen Adaylarının Uzaysal Yeteneklerinin İncelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, **18**, 56-61.

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., and Glaser, R. (1981). Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices. *Cognitive Science*, **5**, 121-152.

Clement, and Douglas H. (1998). Geometric and Spatial Thinking in Young Children. *U.S. Department of Education Office of Educational Research and Improvement Educational Resources Information Center (ERIC)*.

Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K., (2000). *Research Methods in Education (5th ed.)*. London: Routledge.

Çalışkan S., Selçuk G., ve Erol M., (2006). Fizik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Davranışlarının Değerlendirilmesi. *H.Ü. Journal of Educational Research and Improvement Educational Resources Information Center (ERIC)*.

Delialioğlu, O. ve Aşkar, P., (1999), Contribution of Students' Mathematical Skills and Spatial Ability to Achievement in Secondary School Physics, *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, **16-17**: 34-39.

Devillers, J., and Karcher, W., (1991). Applied Multivariate Analysis in SAR and Environmental Studies. *Joint Research Centre Ispra, Italy, June 24-28*,1991

Doğan N., ve Özdamar K., (2003). CHAID Analizi ve Aile Planlaması İle İlgili Bir Uygulama, *T Klin Tıp Bilimleri* **23**: 392-397.

Ertekin E., ve İrioğlu Z., (2011). İlköğretim ikinci Kademe Öğrencilerinin Zihinsel Döndürme Becerilerinin Bazı Değerşkenler Açısından İncelenmesi. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*. 27-29 April, 2011 Antalya.

Everitt B. and Hothorn T., (2011), *An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R*, Springer.

Gök, T. ve Sılay, İ., (2008). Fizik Eğitiminde İşbirlikli Öğrenme Gruplarında Problem Çözme Stratejilerinin Öğrenci Başarıları Üzerindeki Etkileri. *HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, **34**, 116-126.

Guay, R., (1976). *Purdue Spatial Visualization Test*. Purdue, IN: Purdue Research Foundation. (ETS Test Collection No.TC009199.

Guay, R. B., (1980). *Spatial Ability Measurement: A Critique and an Alternative. A Paper Presented at the 1980 Annual Meeting of the American Education Research Association, April, Boston.*

Guba, E. G. and Lincoln, Y. S., (1994). *Competing Paradigms in Qualitative Research*. In N. Denzin ve Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*, (pp. 105-117). *Thousand Oaks, CA: Sage*

Güven, B. and Kosa, T., (2008). The Effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers' Spatial Visualization Skills. *The Turkish Online journal of Educational Technology- TOJET October 2008 ISSN: 1303-6521*.

Kayhan, E. B., (2005). *Lise Öğrencilerinin Uzaysal Yeteneklerinin İncelenmesi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi.*

Kavaz, S. ve Eryılmaz, A., (2002). Öğrencilerin Görsel Yetenekleri İle Fizik Başarıları Arasındaki İlişki, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 108.

Koch Douglas S., (2006). The Effects of Solid Modeling and Visualization on Technical Problem Solving. Virginia Polytechnic Institute and State University Doctor on Philosophy Thesis

Koçyiğit, Ş., (2003). The Relation Among Students ' Gender, Socio-Economic Status, in Terest, Experience and misconception About Static Electricity at Ninth Grade Level. The Middle East Technical University. Ankara

Kuo, E., Hull, M.M., Gupta, A., and Elby, A., (2013). How Students Blend Conceptual and Formal Mathematical Reasoning in Solving Physics Problems. *Science Education*, **97(1)**, 32-57.

Patrick E. Conndly (2009). Spatial Ability Improvement and Curriculum Content. Department of Computer Graphich Technology Purdue Universty, West Lafayette, IN 47907

Pribyl, J.R., and Bodner, G.M., (1987). Spatial Ability and Its Role in Organic Chemistry: A Study of Four Organic Courses. *Journal of Research in Science Teaching*, **24(3)**, 229-240.

Rencher A.C., (2002), *Methods of Multivariate Analysis*, John Wiley & Sons, Inc.

Rokach L. and Maimon, O., (2008), *Data Mining with Decision Trees, Theory and Applications*, Series in Machine Perception and Artificial Intelligence — Vol. **69**.

Quaiser- Pohl, C. and Lehmann, (2002). Girls' Spatial Abilities : Chorting the Contributions of Experiences and Attitudes in Different Academic Groups. *British Journal of Educational Psychology* **72**, 245-260.

Sorby, S.A., (2007). Developing 3-D Spatial Visualization Skills for Engineering Students. *Australasian Association of Engineering Education* ,Vol **13** No 1

Tarte, L.A., (1990). Spatial Orientation Skill and Mathematic Problem Solving. *Journal For Research in Mathematical Education*. **21**, 216-229.

Tekin, A.T., (2007). Dokuzuncu ve On Birinci Sınıf Öğrencilerinin Zihinde Döndürme ve Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerinin Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Turgut, Ü., Karaman, İ., Sönmez, E., Dilber, R., Şimşek, Ö., ve Altun, S., (2006). Fizikte Öğrenme Güçlüklerinin Saptanmasına Yönelik Bir Çalışma. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, **13**, 431-437.

Turgut, M., ve Yılmaz, S., (2012). İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, **19** : 69-79.

Van Heuvelen, A., (1991). Learning to Think Like Physicist: A Review of Research-based Instructional Strategies. Physics Department, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico 88003.

Yue, J., (2002). Spatial Visualization Skills at Various Educational Levels, Proceedings of the 2002. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition Copyright 2002, American Society for Engineering Education*.

Zazkis R., Dubinsky E. and Dautermann D., (1991). Coordinating Visual and Analytic Strategies : A Study of Students' Under Standing of the Group. *Journal for Research in Mathematics Education* 1996, Vol. **27**, 435-457

