

**T.C.  
MÜLLER ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LİSANS ÖĞRETİMİ ANABİLİM DALI  
FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLİĞİ**

**FEN VE TEKNOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL YETERLİKLERİNİN  
ÖLÇME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ VE DENEYSEL ETKİNLİKLER  
LE GELİTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AHİDE MARAL**

**AĞUSTOS 2010  
MÜLLER ÜNİVERSİTESİ**

**T.C.  
MÜLLER ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LİSANS ÖĞRETİMİ ANABİLİM DALI  
FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLİĞİ**

**FEN VE TEKNOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL YETERLİKLERİNİN  
ÖLÇME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ VE DENEYSEL ETKİNLİKLER  
LE GELİTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yazar: Merve MARAL**

**MÜLLER 2010**



**ONAY SAYFASI****T.C.  
MUGLA ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü**

Yard. Doç. Dr. Ayşe OĞUZ-ÜNVER danışmanlığında Şahide MARAL tarafından hazırlanan “Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Bilim Eğitiminde Temel Ölçme Becerilerinin İncelenmesi ve Deneysel Etkinlikler ile Geliştirilmesi” başlıklı tez, 23/08/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İlköğretim (Fen Bilgisi Öğretmenliği) Eğitimi Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Başkan : Yard. Doç. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU

İmza:

Üye : Yard. Doç. Dr. Ayşe OĞUZ-ÜNVER

İmza:

Üye : Yard. Doç. Dr. Burak FEYZİOĞLU

İmza:



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince ilgisini, desteğini, hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen, fikirleri ile çalışmalarımın rehberlik eden, kendisinin ilk yüksek lisans öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam **Yard. Doç. Dr. Aytekin ÖZ-ÜNVER**'e,

Yüksek lisans eğitimim boyunca öneri ve katkıları ile bana destek olan değerli hocam **Yard. Doç. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU**'na,

Katkılarından dolayı **Yard. Doç. Dr. Burak FEYZOĞLU**'na,

Çalışmamda gözlemci rolünü üstelenerek bana yardımcı olan sevgili arkadaşlarım **Gülfem Dilek YURTTA** ve **Songül SEVER**'e,

Tezimin Türkçe kurallarına uygun yazılmasında emeği geçen Türkçe Öğretmeni **Deniz DEMİRMEN**'e,

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana maddi destek sağlayan **Sıtkı Koçman Vakfı**'na,

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan, çalışmamda yer alan görsel öğelerin oluşumunda ve düzenlenmesinde katkısı olan kardeşim **Gülin MARAL**'a, manevi desteğini hiç esirgemeyen, her zaman benim başvurduğuma inanan babam **Halil İbrahim MARAL**'a, halam **Ükriye BİLGİN**'e ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ahide MARAL

Muğla 2010

## Ç NDEK LER

	<u>Sayfa No</u>
ONAY SAYFASI.....	I
ÖNSÖZ.....	II
Ç NDEK LER .....	III
ÖZET .....	VII
ABSTRACT.....	IX
EK LER D Z N .....	XI
TABLolar/Ç ZELGELER D Z N .....	XII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR .....	XIV
<b>1. G R</b> .....	<b>1</b>
1.1. Ölçme Kavramına li kin Görü ler .....	1
1.1.1. Nitel ve nicel ölçümler.....	3
1.2. Temel Ölçme Kavramları .....	3
1.2.1. Uzunluk.....	4
1.2.1.1. Cetvel kullanımı.....	4
1.2.1.2. Kumpas kullanımı .....	5
1.2.2. Kütle.....	6
1.2.2.1. E it kollu terazi kullanımı .....	7
1.2.3. A ırlık.....	9
1.2.3.1. Dinamometre kullanımı .....	9
1.2.4. Hacim.....	10
1.2.4.1. Dereceli silindir kullanımı .....	13
1.2.5. Zaman .....	13
1.2.5.1. Kronometre kullanımı .....	14
1.2.6. Sıcaklık .....	15
1.2.6.1. Termometre kullanımı .....	15
1.3. Ölçümlerdeki Do ruluk ve Tutarlılık .....	17
1.4. Ölçümlerdeki Hata Kaynakları .....	17
1.4.1. Deneysel hatalar .....	18
1.4.2. Hesaplama hataları .....	18

1.5. Problem Durumu.....	19
1.6. Ara tırmanın Amacı.....	20
1.7. Ara tırmanın Önemi .....	20
1.8. Ara tırmanın Problemi.....	21
1.8.1. Alt problemler.....	21
1.9. Sayıtlılar.....	22
1.10. Sınırlılıklar .....	22
1.11. Tanımlar.....	22
<b>2. KAYNAK ÖZETLER .....</b>	<b>24</b>
2.1. Bilimde Ölçmenin Önemi ve Metroloji.....	24
2.2. Bilim E itiminde Ölçmenin Önemi .....	28
2.3. Ölçme Becerilerinin Ö rencilere Kazandırılması.....	34
2.3.1. Bili sel beceriler.....	34
2.3.1.1. Bloom' un bili sel geli im kuramı.....	35
2.3.1.2. Piaget' in bili sel geli im kuramı.....	36
2.3.2. Duyu sal beceriler.....	40
2.3.3. Psikomotor (devini sel) beceriler .....	41
2.4. Ölçme E itimine Yönelik Çalı malar.....	43
2.4.1. Okul öncesi ve ilkö retim ö rencilerine yönelik etkinlikler .....	43
2.4.2. Ortaö retim ö rencilerine yönelik etkinlikler .....	45
2.4.3. Ö retmen adayları ve ö retmenlere yönelik etkinlikler .....	46
2.4.4. Fen ve matematik dersini bütünle tiren etkinlikler.....	48
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM .....</b>	<b>50</b>
3.1. Ara tırma Yöntemi.....	50
3.2. Ara tırmanın Katılımcıları .....	53
3.3. Veri Toplama Araçları .....	53
3.3.1. zleme testi .....	54
3.3.2. Beceri-gözlem formu .....	55
3.3.3. Ara tırmacı notları .....	57
3.4. Verilerin Analizi .....	58
<b>4. ARA TIRMA BULGULARI.....</b>	<b>60</b>
4.1. Ölçmenin Bili sel Boyutuna li kin Sonuçlar.....	60

4.1.1. Ö rencilerin ölçme araçlarının ekilleri ile isimlerini e le tirmeleri.....	60
4.1.1.1. Ön testte ölçme araçlarının ekilleri ile isimlerinin e le tirilme durumları ..	60
4.1.1.2. Son testte ölçme araçlarının ekilleri ile isimlerinin e le tirilme durumları.....	61
4.1.1.3. Kalıcılık testinde ölçme araçlarının ekilleri ile isimlerinin e le tirilme durumları .....	62
4.1.1.4. Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi arasındaki ili ki durumları .....	63
4.1.2. Ölçme Bilgisi .....	65
4.1.2.1. Ö rencilerin ön testte sahip oldu u ölçme bilgi düzeyleri .....	65
4.1.2.2. Ö rencilerin son testte sahip oldu u ölçme bilgi düzeyleri .....	67
4.1.2.3. Ö rencilerin kalıcılık testinde sahip oldu u ölçme bilgi düzeyleri .....	69
4.1.2.4. Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi arasındaki ili ki durumları ..	71
4.2. Ölçmenin Psikomotor Boyutuna li kin Sonuçlar .....	72
4.2.1. Ölçme araçlarının kullanımına yönelik bilgi düzeyi.....	73
4.2.1.1. Ölçme araçlarının çalı ma öncesinde kullanılma durumları.....	73
4.2.1.2. Ölçme araçlarının kullanımına yönelik son testte yer alan sorulara ait bulgular .....	75
4.2.1.3. Ölçme araçlarının kullanımına yönelik kalıcılık testinde yer alan sorulara ait bulgular .....	77
4.2.2. Ölçme araçlarının kullanılabilme düzeyleri .....	80
4.2.2.1. Cetvel ve kumpas kullanımına yönelik bulgular .....	81
4.2.2.2. E it kollu terazi kullanımına yönelik bulgular .....	82
4.2.2.3. Dinamometre kullanımına yönelik bulgular .....	83
4.2.2.4. Kronometre kullanımına yönelik bulgular .....	84
4.2.2.5. Dereceli silindir kullanımına yönelik bulgular .....	85
4.2.2.6. Termometre kullanımına yönelik bulgular .....	86
4.2.3. Ö retim süreci boyunca ö renci etkinliklerinin gözlenmesi sonucu elde edilen bulgular .....	87
4.2.3.1. Temel ölçmelerden olu an etkinlik dizisi .....	87
4.2.3.2. Süngerin su tutma kapasitesi etkinli i .....	88

4.2.4. Ö retim süreci sonrasında ö rencilerin ölçme becerilerini farklı alanlara aktarmalarının gözlenmesine ili kin bulgular .....	89
<b>5. SONUÇLAR VE TARTI MA .....</b>	<b>92</b>
5.1. Bili sel Düzeye li kin Ara tırma Sonuçları ve Tartı ma.....	92
5.1.1. Ölçme araçlarının tanınması ve kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma .....	92
5.1.2. Ölçme bilgisine ili kin sonuç ve tartı ma .....	94
5.2. Psikomotor Düzeye li kin Ara tırma Sonuçları ve Tartı ma .....	95
5.2.1. Cetvel ve kumpas kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma.....	96
5.2.2. E it kollu terazi kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma .....	96
5.2.3. Dinamometre kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma .....	98
5.2.4. Kronometre kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma .....	99
5.2.5. Dereceli silindir kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma.....	99
5.2.6. Termometre kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma.....	100
5.3. Ö retim Sürecinde ve Sonrasında Yapılan Gözlemlere li kin Sonuçlar ve Tartı ma.....	102
5.4. Çalı manın Genel Sonucu.....	104
5.5. Ölçme Becerisinin Kazandırılmasına li kin Öneriler .....	106
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>109</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>116</b>
Ek 1. Çalı manın Ön Test Örne i-1 .....	116
Ek 2. Çalı manın Son Test Örne i-1 .....	118
Ek 3. Çalı manın Kalıcılık Test Örne i-1.....	120
Ek 4. Çalı manın Ön Test Örne i-2.....	122
Ek 5. Çalı manın Son Test Örne i-2 .....	123
Ek 6. Çalı manın Kalıcılık Test Örne i-2.....	125
Ek 7. Çalı manın Beceri-Gözlem Formu Örne i.....	126
Ek 8. Ara tırma Uygulama zni.....	128
<b>ÖZGEÇM .....</b>	<b>129</b>

**FEN VE TEKNOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL YETERLİKLERİNİN  
ÖLÇME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ VE DENEYSEL ETKİNLİKLERİNİN  
GELİTİRİLMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**ahide MARAL**

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**2010**

**ÖZET**

Ölçme; gözlem ve bilimsel ara tırmalarda önemli bir yer tutmakla birlikte, günlük yaşamımızda da sürekli kullandığımız işlemler arasında yer almaktadır. Birey ile nesne arasındaki bilgi transferi, ölçme aracı ile gerçekleştirilmektedir. Ölçmenin doğru şekilde gerçekleştirilebilmesi için ölçme aracının güvenilir olmasının yanında bireysel beceri de gerekmektedir. Ölçmede bireysel beceri, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri kapsamaktadır. Bu beceriler ölçümlerin doğruluğunu etkilemektedir.

Ölçme becerisi, sorgulama temelli derslerde başarının sağlanabilmesi için gerekli önkoşullardan biri olmasına rağmen, okullarda bu becerinin gelişimine gerekli önemin verilmediği görülmektedir. Bu durumun, öğretmenlerin ölçme becerilerinin yeterli düzeyde olmamasından kaynaklanabileceği düşünülebilir. Mevcut çalışmada, öğretmen adaylarında bazı temel ölçme kavramları (uzunluk, kütle, ağırlık, hacim, sıcaklık, zaman) ve bu kavramların ölçümü ile ilgili farkındalık yaratılması, onların ölçme becerilerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Batı Anadolu'daki bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümü 3. sınıfta öğrenim gören 73 öğretmen adayı ile bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların hem bilişsel hem de psikomotor boyuttaki becerilerinin belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilen deneysel çalışma ön test, son test ve kalıcılık testlerinden oluşan testin yanında, ön beceri testi, beceri-gözlem formu ve ara tırmacı notlarını da içermektedir. Karma desen modeline uygun çalışmanın verileri, nitel ve nicel

analizler içermektedir. Ölçme testinin nicel analizinde, ilikili örneklemeler (tekrarlı ölçümler) için tek faktörlü ANOVA kullanılmıtır. Ön beceri testi, beceri-gözlem formu ve ara tırmacı notlarından elde edilen veriler, oluşturulan kodlara göre gruplandırılarak nitel analiz gerçekleştirilmiştir.

Pek çok farklı ölçme aracının kullanıldığı çalışmada sonucunda, öğretmen adaylarının ölçme konusu ile ilgili yeterli bilişsel ve psikomotor becerilere sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Öğretim gerçekleştirilmesi ve bu öğretim ile birlikte etkinlik uygulamalarının süreklilik sağlaması durumunda, öğretmen adaylarının ölçme becerilerinde büyük gelişmelerin olduğu belirlenmiştir. Fakat çalışmada sonunda, öğretmen adaylarının ölçme becerisine tam anlamıyla sahip olmadıkları, özellikle hata payı ve duyarlılığın belirlenmesinde problem yaşadıkları görülmüştür. Bu nedenle, okullarda uygulanan öğretim programlarında, ölçme konusunun öğretilmesini süreklilik sağlamalıdır.

Uygulamalı fen laboratuvar derslerinde, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının gerekli becerilere sahip olmaması öğrenmenin gerçekleştirilmesini engellemekte ve derslerden elde edilebilecek verimin düşmesine neden olmaktadır. Ölçme becerisinin bilimin önemli bir unsuru olduğu düşünülürse, öğretmen adaylarının bu alanda eksikliklere sahip olması bilimsel bilgilerin temelini atılmasında ve öğretmenlik mesleğini uygularken öğrencilere beceri aktarımını sağlamada büyük sıkıntılara yol açmaktadır. Bunun önlenmesi için öğretmen adaylarının öncelikle ölçme becerileri belirlenmeli, eksiklikler giderilmeli ve bu çaba akademik dönem boyunca devam etmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Ölçme, Ölçme Bilgisi, Öğrencinin Doğası, Ölçme Becerisi, Ölçme Araçlarının Kullanımı, Bilim Eğitimi, Beceri Eğitimi, Ölçme Etkinlikleri.

**Sayfa adedi** : XIV+130

**Tez yöneticisi** : Yard. Doç. Dr. Ayşe ÖZÜNER



**EXAMINING THE MEASURING SKILLS OF SCIENCE AND  
TECHNOLOGY TEACHER CANDIDATES AND DEVELOPING THESE  
SKILLS WITH EXPERIMENTAL ACTIVITIES**

**(Master's Thesis)**

**ahide MARAL**

**MU LA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**2010**

**ABSTRACT**

While measurement plays an important role in observations and scientific research, it is also a part of the processes we make use of in our daily lives. The transfer of knowledge between individual and object is carried out through the measuring tool. Accurate measurement involves not only a reliable measuring tool but also individual skill. Individual skill in measurement encompasses cognitive, perceptive and psychomotor skills. These are the skills that directly affect the accuracy of measurement.

Although skill in measurement is one of the prerequisite skills necessary for success in inquiry-based subjects, it can be seen that schools do not place the necessary importance on the development of this skill. With the insight that this situation may stem from inadequate skills on the part of teachers, this study has aimed to create in teacher candidates an awareness of some basic measurement concepts (length, mass, weight, volume, temperature, time) as well as to determine the extent of their measuring skills and develop these further.

The study was carried out with 73 third-year teacher candidates in the Science Teaching Department of a university in Western Anatolia. To determine the extent of the participants' cognitive and psychomotor skills, the experimental study that was carried out comprised the use of pre- and post-testing and retention testing, a skills observation form, and researchers' notes. The data for this mixed-methodology design have been analyzed qualitatively and quantitatively. In the qualitative analysis of the tracking testing, one way ANOVA for repeated measures was used. The data

derived from the skills pre-test, the skills observation form and the researchers' notes were encoded and grouped, after which a quantitative analysis was undertaken.

At the end of the study, in which many different measuring tools were used, the observation was made that teacher candidates did not have adequate cognitive and psychomotor skills for measurement. It was determined that training accompanied by continuous practical exercises produced a significant improvement in the measuring skills of candidate teachers. At the end of the study, however, it was found that the candidates had not completely gained the necessary skills and that they had problems in particular with margins of error and measurement sensitivity. The fact that gaining measuring skills involves a certain amount of time pointed to the necessity of having the subject of measurement taught as part of the school curriculum.

A lack of adequate skills on the part of students and teacher candidates in practical science laboratory classes leads to repeatedly unlearned material and therefore a decrease in the productivity that could be derived from the lessons. If it is considered that measuring skills are an important element of science, deficient skills in teacher candidates lead to major problems in the setting up of a foundation of scientific knowledge and in the transference of such skills to students during the practice of the teaching profession. To avoid these pitfalls, the measuring skills of teacher candidates should be determined at the beginning of the school term, deficiencies remedied, with these efforts continuing over the academic year.

**Keywords:** Measurement, Knowledge of Measurement, Nature of Measurement, Measuring Skills, Using Measuring Tools, Science Education, Skills Training, Measurement Activities.

**Number of pages :** XIV+130

**Thesis Advisor :**Yard. Doç. Dr. Ay e O UZ-ÜNVER

## EK LER D Z N

<u>ekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
ekil 1.1. Cetvelin görünümü .....	5
ekil 1.2. Cetvelin gösterdi i de erin okunması .....	5
ekil 1.3. Kumpasın görünümü .....	6
ekil 1.4. Kumpas çenelerinin açılması.....	6
ekil 1.5. Kumpasın gösterdi i de erin okunması . .....	6
ekil 1.6. E it kollu terazinin görünümü. ....	8
ekil 1.7. E it kollu terazinin dengeye getirilmesi .....	8
ekil 1.8. Sol kefeye cisim konulması .....	8
ekil 1.9. Sa kefeye kütle konulması .....	8
ekil 1.10. E it kollu terazinin gösterdi i de erin okunması .....	9
ekil 1.11. Dinamometreye cisim asılması.....	10
ekil 1.12. Dinamometrenin gösterdi i de erin okunması.....	10
ekil 1.13. Dereceli silindire sıvı konulması .....	13
ekil 1.14. Dereceli silindirin gösterdi i de erin okunması.....	13
ekil 1.15. Kronometrenin görünümü .....	14
ekil 1.16. Kronometrenin ba latılması .....	14
ekil 1.17. Kronometrenin durdurulması .....	15
ekil 1.18. Termometrenin görünümü .....	16
ekil 1.19. Termometrenin sıvı içerisindeki konumu .....	16
ekil 1.20. Termometrenin gösterdi i de erin okunması .....	16
ekil 2.1. Osmanlı'nın son dönemindeki döküm a ırlıklar .....	25
ekil 2.2. Selçuklu dönemi a ırlık ölçüleri.....	25
ekil 2.3. Metrik sisteme geçi (Osmanlı 19.yy).....	26
ekil 2.4. Piaget'nin hacim korunum kanunu .....	39
ekil 2.5. Fen modeli .....	40
ekil 3.1. Ölçme düzene i.....	56

**TABLolar/Ç ZELGELER D Z N**

<b><u>Tablo No</u></b>	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1.1. Hacim ölçü birimleri arasındaki ilişki .....	11
Tablo 1.2. Ölçü de ğerimleri tablosu .....	12
Tablo 2.1. İlkö ğretim 1. ve 2. kademe fen ve teknoloji dersi ö ğretim programında ölçme konusunun yer aldığı üniteler ve kazanımlar .....	29
Tablo 2.2. İlkö ğretim matematik dersi ö ğretim programında ölçme konusunun yer aldığı üniteler ve kazanımlar .....	31
Tablo 2.3. Ortaö ğretim fizik dersi ö ğretim programında ölçme konusunun yer aldığı üniteler ve kazanımlar .....	33
Tablo 2.4. Piaget'nin korunum kanunu.....	38
Tablo 3.1. Ara tırmanın yöntem akı ş tablosu .....	52
Tablo 4.1. Ön testte yer alan ölçme araçlarının ekikleri ile isimlerinin eşleştirilme sonuçları .....	61
Tablo 4.2. Son testte yer alan ölçme araçlarının ekikleri ile isimlerinin eşleştirilme sonuçları.....	62
Tablo 4.3. Kalıcılık testinde yer alan ölçme araçlarının ekikleri ile isimlerini eşleştirilme sonuçları.....	63
Tablo 4.4. Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama de ğerimleri .....	64
Tablo 4.5. Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları .....	64
Tablo 4.6. Ön testteki ölçme bilgisine yönelik soruların sonuç tablosu .....	66
Tablo 4.7. Son testteki ölçme bilgisine yönelik soruların sonuç tablosu.....	68
Tablo 4.8. Kalıcılık testindeki ölçme bilgisine yönelik soruların sonuç tablosu .....	70
Tablo 4.9. Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama de ğerimleri .....	71
Tablo 4.10. Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları.....	72
Tablo 4.11. Ö ğrencilerin ölçme araçlarını kullanma durumlarına ait sonuçlar... ..	73
Tablo 4.12. Ö ğrencilerin ölçme araçlarını kullanma amaçlarına ait sonuçlar .....	74
Tablo 4.13. Uzunluk ölçümü gözlem sonuç tablosu .....	81
Tablo 4.14. Kütle ölçümü gözlem sonuç tablosu.....	82

Tablo 4.15. A ırlık ölçümü gözlem sonuç tablosu .....	83
Tablo 4.16. Zaman ölçümü gözlem sonuç tablosu .....	84
Tablo 4.17. Hacim ölçümü gözlem sonuç tablosu .....	85
Tablo 4.18. Sıcaklık ölçümü gözlem sonuç tablosu.....	86
Grafik 3.1. Çalı maya katılan ö rencilerin ö renim türleri ve cinsiyetleri.....	53

**SEMBOLLER VE KISALTMALAR**

**BIPM:** Uluslararası Tartılar ve Ölçüler Bürosu

**CGPM:** Uluslararası Tartılar ve Ölçüler Konferansı

**EURAMET:** The European Association of National Metrology Institutes

**MEGEP:** Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi

**PSSC:** Fiziksel Bilimler İnceleme Komitesi

**TDK:** Türk Dil Kurumu

**UME:** TÜB TAK Ulusal Metroloji Enstitüsü

## 1. G R

Temel bilimlerde ölçme, bilinen bir büyüklükten faydalanarak bilinmeyi bulmak için yapılan kıyaslama işlemidir. Ölçme, onunla kendimizin ilerlemesini sağlar. Evren ile ilgili kavramlarımızı denediğimiz ve bunları daha iyiye götürdüğümüz bir araçtır. Bir ölçme, fiziksel bir olayla balar ve gözlemcilerin verdiği kararlarla sona erer. Ölçme işlemi; ölçülecek nitelik ve niceliğin belirlenmesi, buna uygun ölçme aracının ve ölçme biriminin seçilmesi, ölçmede meydana gelecek hata miktarının hesaplanması, ölçümün doğruluğu ve tutarlılığına karar verilmesi amaçlarından oluşur. Bir ölçme işleminde bu amaçlara ne derece dikkat edilirse bilimsel bilgiye de o derece yaklaşılabiriz (Fiziksel Bilimler İnceleme Komitesi [PSSC], 1966; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000).

Ölçme becerisi, gerek günlük hayatta gerekse bilimsel çalışmalarda ihtiyaç duyduğumuz temel gereksinimler arasında yer almaktadır. Bir günde kaç saat uyuduğumuzu hesaplamaktan tutun da gezegenler arasındaki mesafeyi hesaplamaya kadar tüm konularda ölçme işlemi en temel unsurdur. Özellikle ticaretin önem kazanmasıyla birlikte insanlar, ölçmeye olan gereksinimlerini karşılayabilmek için karı, adım, parmak ucu gibi birimler belirlemeye veya diğer nesnelere karşılaştırmaları yapmışlardır. Bu durum onlara ortalama bir çözüm sağlamasına rağmen, birimlerin kriterleri de önemli büyük sorunlara yol açmıştır. Herkes için standart birimler oluşturulmasına yönelik girişimlerle ölçmeye verilen önem artmıştır. Bu nedenle tarihsel gelişimi içerisinde ölçme kavramına pek çok kere açıklık getirilmek istenmiştir. Bir sonraki bölümde bu kavramlar ele alınarak tartışılacaktır.

### 1.1. Ölçme Kavramına İlişkin Görüşler

Ölçme kavramı için yapılan tanımlar incelendiğinde; bazı bilim insanlarının ölçmeyi, sadece sayısal bir değerlendirilme olarak ele aldığı görülmüştür. Örneğin, Campbell (1938, Baykul'dan alıntı, 2000) ölçmeyi: "Maddesel değişkenlerin özelliklerine, bu özellikleri düzenleyen kanunlara dayanarak sayılar vermek" olarak ifade etmiştir. Bunun yanı sıra bazı bilim insanları ise ölçmeyi, ölçülen nesnelere

nitel ya da nicel bir de er verme i lemi olarak ele almı lardır. Örne in, Turgut (1977, Baykul'dan alıntı, 2000) ölçmeyi: “Bir niteli in gözlenip gözlem sonucunun sayı veya ba ka sembollerle gösterilmesi” olarak tanımlamı tır. Aslında her iki görü ün de ortak noktası, standart olsun ya da olmasın iki durumda da ölçme i leminin bir kıyaslamadan ibaret olmasıdır.

Herhangi bir daldaki bilimsel çalı malar ve uygulamaları, o bilim dalına yönelik ölçme araç ve yöntemlerinin bulunmasıyla hız kazanmı tır. Torgerson (1958, Baykul'dan alıntı, 2000) bilimi, kuramsal yapı ile deneysel verilerin bulundu u bir sistem olarak ele almı tır. Bu sistemde, gözlem ve deneyler sonucu elde edilen bulgular ı ı nda kuramsal yapılar olu turulmaya ba lanır. Bu yapıların do rulu u, ölçme i leminin temel olu turdu u deneysel çalı malarla kanıtlanarak, bilimsel bilgilerin olu turulması ile sa lanır. Bilimin geli mesini sa layan bu süreçte ölçme, güvenilir ve geçerli sonuçlar ile kuramsal ve deneysel çalı malar arasındaki etkile imi kanıtlaması bakımından önem te kil etmektedir (Baykul, 2000).

Ölçme i lemi ile nitelik ve nicelikleri belirleyip onlara de er biçerek anlamlar katarız. Ölçümü yapılacak nesnelere standart veya standart olmayan birimlerle kıyaslarız. ster kaba bir tahmin, isterse ince bir tayin olsun, ölçmeyle dü üncelerimizi ifade ederiz. Bu ifadelerin herkes tarafından aynı ekilde algılanabilmesi için standart birimlere ba vurabiliriz. Örne in, bir insanın ölçülerini belirlemek için “Bir ki i ne kadardır” ifadesi yerine, “Bir insanın boyunun uzunlu u kaç santimetredir?”, “Bir insanın kütlesi kaç kilogramdır?” ifadelerini tercih ederiz. Böylece kavramları belirleyip onları standart ölçüm de erleri ile kıyaslayarak, olay ve olguların anlamlandırılmasını sa lamaya çalı ırız. Bazı ölçme i lemlerinde standart olmayan birimlerle ortalama bir de er elde edebiliriz. Örne in, iki adet çubu un uzunlukları ile ilgili bir bilgi vermek istedi imizde “Birinci çubuk ikinci çubuktan daha uzundur” ifadesini kullanabiliriz. Böylece iki çubu un uzunlukları arasında bir kıyaslama yaparak ölçme i lemini gerçekte tirmi oluruz.

Bu çalı mada, ölçme i lemi, temel bilimlerde yaygın olarak kabul edilen, *bilinen bir büyüklük ile bilinmeyenin kıyaslanması*, tanımını çerçevesinde ele alınacaktır.



### 1.1.1. Nitel ve nicel ölçümler

Her gözlem ve deneyin anlamlı olabilmesi için, nitel ve nicel ölçme i lemleri sonucu elde edilen sonuçlar bir ölçümle ifade edilmelidir (Ergin, ahin-Pekmez, Öngel-Erdal, 2005). Ölçüm, ölçülerek elde edilen sonuçtur. Ölçümlerin elde edili i bazı durumlarda do rudan kendi duyularımızla, ço u zaman da araçlarla yapılmaktadır. Ölçmenin do rudan do ruya duyu organları ile olması veya ölçme araçları ile gerçekleştirilmesi ölçümün kullanı lılı ı ve anlamı bakımından önemli olabilmekte fakat genel ölçme kavramını bozmamaktadır (PSSC, 1966).

Ölçümler iki türdür (Ergin vd., 2005).

1. *Nitel ölçümler*; genel olarak duyu organlarımız yardımıyla elde edilen ölçümlerdir. Bir nesne veya olayla ilgili de i kenlerin az, çok, çok az, iyi, kötü, çok kötü, bulanık, duru, koyu, sert, yumu ak, acı, tatlı, sessiz vb. olarak nitelendirilmesidir.

2. *Nicel ölçümler*; bir nesne ve olayla ilgili de i kenlerin sayılarla ifade edilmesidir. Örne in, ölçü araçlarının kullanılması sonucu 100 ml, 2 kg, 40 cm vb. ekinde belirlenen ölçümlerdir.

### 1.2. Temel Ölçme Kavramları

Her fiziksel sistemin en temel unsurlarını ve sistemin i leyi ini herkesin açıklayabilmesi mümkün de ildir. Çevremizdeki araç-gereçlerin temel prensiplerinin ki iler tarafından açıklanamaması ile bu araç-gereçler “kapalı kutu” olarak ifade edilir. Örne in, e it kollu terazinin denge prensibine göre yapıldı ı açıktır, fakat terazi kollarının bükülmeyecek ekinde yapılması ve kefe desteklerinin dü ey duracak ekinde yapılmasının nedenleri terazi ustası dı ndakiler için kapalı kutu olabilmektedir. Belki de terazi ustası da bıçak a ızlarının üzerine oturdu u “akik” e kapalı kutu olarak bakmaktadır. Bazı araç gereçlerin bizim için kapalı kutu olması, onları kullanamayaca ımız anlamına gelmemektedir. Dikkatli olmak artıyla, i leyi i bilinmeyen bir alet ba arıyla kullanılabilir (PSSC, 1966).

Ölçme kavramlarından bu çalı mada yer alan uzunluk, kütle, a ırlık, hacim ve zaman kavramlarının tanımları ve bu kavramların ölçümünde kullanılan araçların kullanımını a a ıda sunulmu tur.

### 1.2.1. Uzunluk

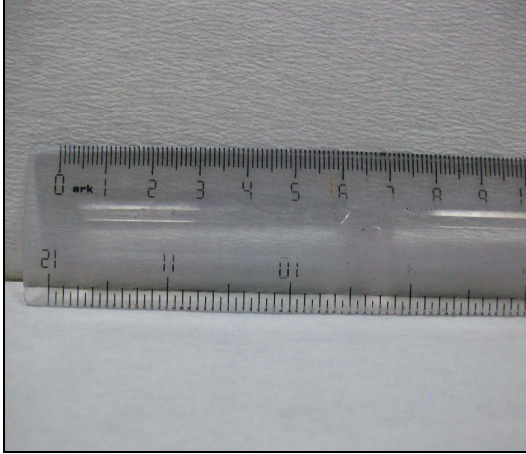
Uluslararası (SI) birim sisteminde uzunluk ölçü birimi *metre(m)*dir. İlk uluslararası uzunluk standardı, metre standardı adı verilen, uluslararası a ırlık ve ölçmeler bürosunda saklanan platin-iridyum ala ımından yapılmı bir çubuktur. Sıcaklık  $0^{\circ}\text{C}$  iken, çubu un iki ucunda, altın ile çizilmi iki keskin çizgi arasındaki mesafe 1 metre olarak tanımlanır. Tarihsel olarak 1 metre, “Paris’ten geçen boylam üzerinde, kuzey kutbuyla ekvator arasındaki uzaklı ın on milyonda biridir” olarak tanımlanmı tır. Ancak, metre çubu u olu turulduktan sonra yapılan hassas ölçmeler, metrenin amaçlanan de erinden % 0.023 farklı oldu unu ortaya çıkarmı tır. Bu yüzden, bu standart, bilim ve teknolojinin istedi i duyarlılı ı kar ılayamamı olmasından dolayı kullanılmamı tır. Standart metre çubu unun hassas kopyaları yapılmı ve uzunluk ölçen araç metre olarak adlandırılmı tır. Ekim 1983’te: “Bir metre, ı ı ın bo lukta  $1/299\,792\,458$  saniyede ald ı ı yoldur” tanımı yapılmı tır (Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000).

#### 1.2.1.1. Cetvel kullanımı

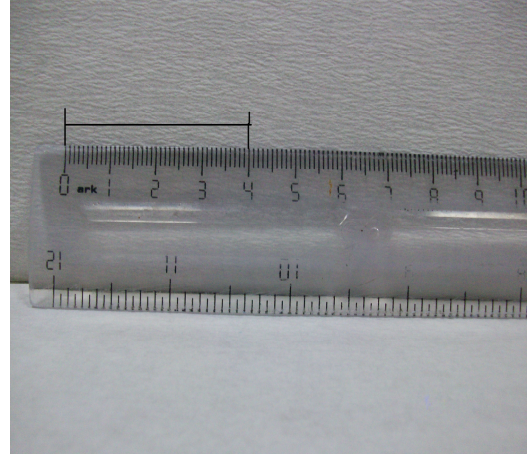
Bir nesnenin uzunlu unun, gerçek de ere en yakın ölçümünü bulabilmek için hangi ölçme aracının kullanılması gerekti i belirlenmelidir. Küçük nesnelere ölçerken, duyarlılı ı yüksek olan ölçme aracı tercih edilmelidir. Bir ki inin boyu ölçülürken metre, bir kalemin boyu ölçülürken cetvel, bir silindirin çapı ölçülürken kumpas kullanılması ölçümün gerçek de ere olan yakınlı ını arttırmaktadır.

Cetvel kullanımında izlenen yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Fishbane, Gasiorowicz ve Thornton, 2003; Mesleki E itim ve Ö retim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi [MEGEP], 2005) ( **ekil 1.1, 1.2**):

- 1) Uzunlu u ölçülecek nesne düz bir zemine konulur.
- 2) Nesnenin ba langıç noktası, cetvelin '0' noktası ile çakı tırılır.
- 3) Cetvelin düz tutulmasına dikkat edilir.
- 4) Nesnenin uç kısmı ile cetvelin çakı tı ı noktada gösterilen de er okunur.



**ekil 1.1.** Cetvelin görünümü

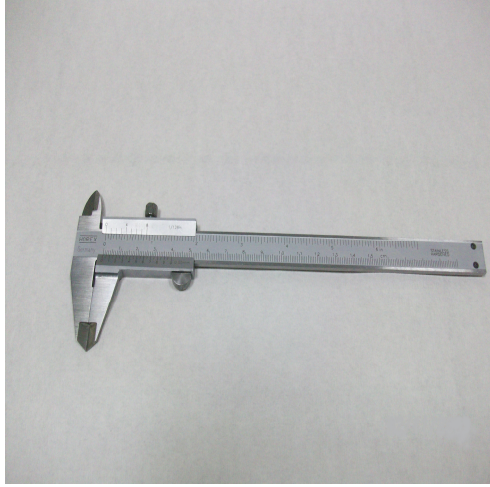


**ekil 1.2.** Cetvelin gösterdi i de erin okunması

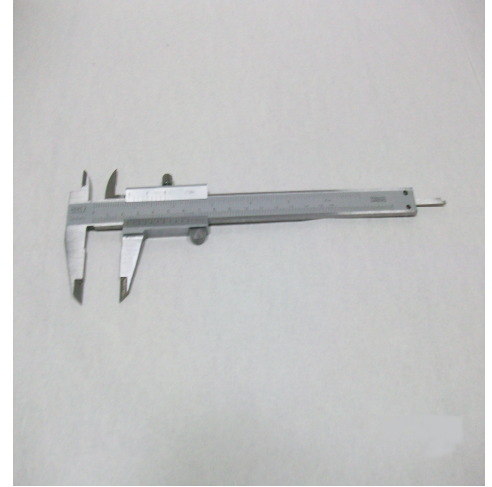
### 1.2.1.2. Kumpas kullanımı

Kumpas kullanımında izlenen yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Fishbane vd., 2003; MEGEP, 2005) ( **ekil 1.3, 1.4, 1.5**):

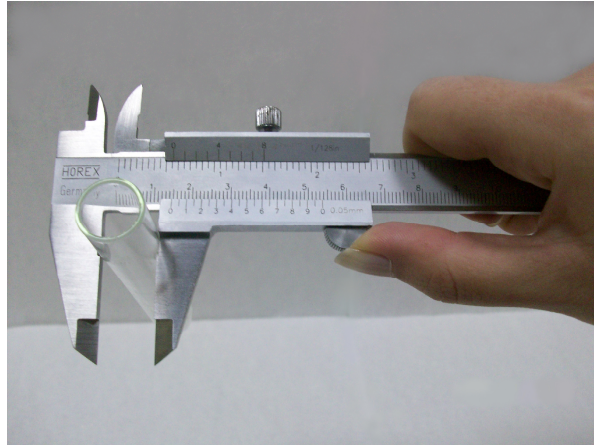
- 1) Kumpas, sürgü kısmından çekilerek çenesi açılır.
- 2) Uzunlu u ölçülecek cisim kumpasın çenesi arasına yerle tirilip sıkı tırılır.
- 3) Sürgü üzerindeki "0" çizgisinin cetvelde hangi rakama kar ılık geldi ine bakılır.
- 4) E er sürgüdeki "0" noktası cetvel üzerindeki bir rakam ile çakı ıyorsa cetvel üzerinde okunan de er ölçümü belirtir.
- 5) Fakat 0 noktası ile çakı ma olmamı , çizgi biraz daha yanda görünüyorsa o zaman sürgü üzerindeki rakamlardan, cetvel üzerindeki bir milim çizgisi ile tam olarak çakı an rakam, ölçümün ondalık kısmını olu turur.
- 6) Cetvel üzerinde okunan de ere ondalıklı de er eklenerek ölçüm bulunur.



**ekil 1.3.** Kumpasın görünümü



**ekil 1.4.** Kumpas çenelerinin açılması



**ekil 1.5.** Kumpasın gösterdiği değerin okunması

### 1.2.2. Kütle

*Kütle*, cismin de i mez bir özelli idir (Benson, 1995). Kütle, e it kollu teraziyle ölçülür ve SI birim sistemindeki birimi *kilogram(kg)*dır. Kilogram, Fransa'nın Serves kentinde *Uluslararası A ırlık ve Ölçümler Bürosu*'nda bulunan özel bir platin-iridyum silindir ala ımının kütlesi olarak tanımlanmıştır. Bu kütle standardı 1887 yılında kabul edilmiştir. Platin-iridyum ala ımı çok kararlı bir yapıda olduğundan günümüze kadar hiçbir de i ikli e u ramamıştır (Beichner ve Serway, 2000). Kütle

standartı istenilen duyarlılıkta tanımlanamaz. Kütle için atomik veya do al bir standart bulunabilir, fakat aynı tür atomların aynı kütleyle sahip olduklarının bilinmesine rağmen, atomlar gereken do rulukta sayılamadı ı için, belli sayıda atomdan standart olu turmak mümkün olamamaktadır (Fishbane vd., 2003).

### **1.2.2.1. E it kollu terazi kullanımı**

E it kollu terazi kullanımında izlenecek yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Alkan, Bayrakçeken ve Gürses, 1996; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; rez ve Özler, 2002; Fishbane vd., 2003) ( **ekil 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10**):

1) E it kollu terazi kullanılmadan önce denge durumuna getirilir. Denge durumunda olan bir terazinin göstergesi “0” noktasını gösterir.

2) E er dengede de ilse terazinin kolları üzerindeki biniciler hareket ettirilerek dengeye gelmesi sa lanır. E er terazi kolunda sa a do ru bir e iklik varsa sa kol üzerindeki binici, göstergeye do ru hareket ettirilmelidir ya da sol kol üzerindeki binici sol kefeye do ru hareket ettirilmelidir. Aynı eklide terazi kolunda sola do ru bir e iklik varsa sol kol üzerindeki binici, göstergeye do ru hareket ettirilmelidir ya da sa kol üzerindeki binici sa kefeye do ru hareket ettirilerek denge sa lanmalıdır.

3) Denge sa landıktan sonra e it kollu terazi kilitlenir.

4) Kütlesi ölçülecek nesne, sol kefenin ortasına konulur.

5) Cisme uygun standart kütleler de bir pens yardımıyla sa kefenin ortasına konulur.

6) E it kollu terazinin kilidi çevrilerek denge durumuna bakılır.

7) Gösterge sa a do ru ilerleme gösterirse sa kefedeki kütle miktarı arttırılır. E er gösterge sola do ru ilerleme gösterirse, sa kefedeki kütle miktarı azaltılır. Standart kütlelerin eklenme ya da çıkarılma i lemlerinin her birinde terazi kilitlenerek i lem yapılır.

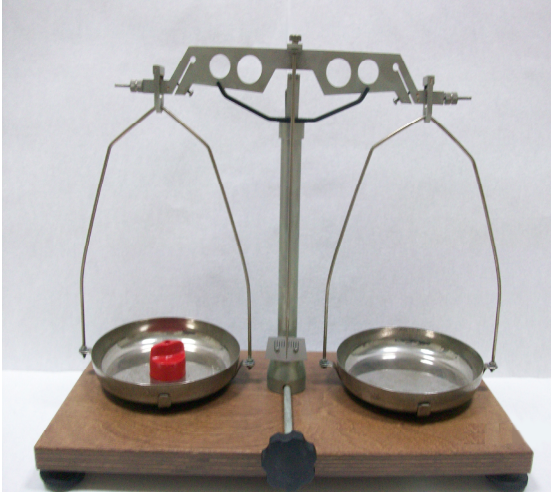
8) E it kollu terazinin ortasında bulunan göstergenin 0 noktasını gösterdi i anda sa kefeye konulan gramların de erleri toplanarak ölçüm bulunur.



**ekil 1.6.** E it kollu terazinin görünümü



**ekil 1.7.** E it kollu terazinin dengeye getirilmesi



**ekil 1.8.** Sol kefeye cisim konulması



**ekil 1.9.** Sağ kefeye kütle konulması





**ekil 1.10.** E it kolu terazinin gösterdiği de erin okunması

### 1.2.3. A ırlık

*A ırlık*, cisim üzerine etkiyen kuvvettir (Benson, 1995). *A ırlık*, Dünya'nın cisme uyguladığı çekim kuvveti olup, vektörel bir büyüklüktür. Bu vektörün yönü, kütle çekim kuvvetinin yönü ile aynıdır, yani Dünya'nın merkezine doğrudur. *A ırlık* dinamometre ile ölçülür ve SI birim sisteminde kuvvet birimi olan *Newton(N)* ile ifade edilir. Cisimlerin *a ırlıkları*, yayda oluşturdıkları gerilme kuvveti ile dengelenerek ölçülür. Farklı yerlerde bulunan aynı kütleli iki cismin *a ırlıkları* arasındaki fark, yayda farklı gerilmelere neden olur. Böylece cismin *a ırlığı*, Dünya'nın merkezine göre cismin bulunduğu yere bağlıdır (Haliday ve Resnick, 1997).

#### 1.2.3.1. *Dinamometre kullanımı*

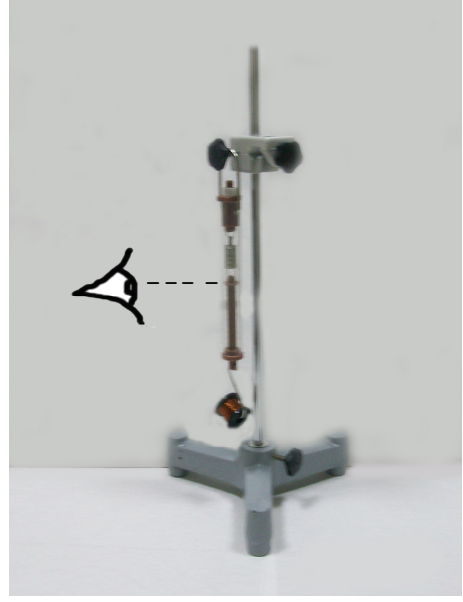
Dinamometre kullanımında izlenecek yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Fishbane vd., 2003) ( **ekil 1.11, 1.12**):

- 1) Hassas bir ölçüm için duyarlılığı fazla olan dinamometre tespit edilir.
- 2) Dinamometre sabit bir yere asılır.

- 3) Dinamometrenin ucuna a ırlı ı ölçülecek cisim takılır.
- 4) Dinamometrenin gösterdi i de er göz hizasına getirilerek okunur.



**ekil 1.11.** Dinamometreye cisim asılması



**ekil 1.12.** Dinamometrenin gösterdi i de erin okunması

#### 1.2.4. Hacim

Uluslararası birim sisteminde hacim birimi *metreküp(m<sup>3</sup>)*' tür ve sıvı hacmi dereceli silindir ile ölçülür (Beichner ve Serway, 2000). Hacim ölçülerinde katılarda ve sıvılarda farklı birimler kullanılmaktadır. Katı hacim ölçümleri m<sup>3</sup>, dm<sup>3</sup>, cm<sup>3</sup>, mm<sup>3</sup> vb. olarak ifade edilirken, sıvı ölçümleri l, dl, cl, ml vb. olarak ifade edilmektedir. Aslında sıvı ölçüleri esas itibariyle farklı ölçü birimleri olmamakla birlikte bu iki ölçü birimleri arasında bir köprü vardır. Örne in, katı hacim birimi olan 1 dm<sup>3</sup>, sıvı hacim birimi olan 1 litreye e ittir (**Tablo 1.1**). Bu birimler arasındaki fark ise katı hacim birimlerinin 1000'er 1000'er; sıvı hacim birimlerinin 10'ar 10'ar büyüyüp küçülmesinden ileri gelmektedir (**Tablo 1.2**).



**Tablo 1.1.** Hacim ölçü birimleri arasındaki ili ki

<b>Katı Hacim Ölçü Birimleri</b>	<b>Sıvı Hacim Ölçü Birimleri</b>
Kilometre küp ( $\text{km}^3$ )	Kilolitre (kl)
Hektometre küp ( $\text{hm}^3$ )	Hektolitre (hl)
Dekametre küp ( $\text{dam}^3$ )	Dekalitre (dal)
Metreküp ( $\text{m}^3$ )	<b>Litre (l)</b>
<b><i>Desimetre küp (<math>\text{dm}^3</math>)</i></b> ←	Desilitre (dl)
Santimetre küp ( $\text{cm}^3$ )	Santilitre (cl)
Milimetre küp ( $\text{mm}^3$ )	Mililitre (ml)

**Köprü**

**Tablo 1.2.** Ölçü de i im tablosu

<b>ÖLÇÜ DE İ M TABLOSU</b>			
<b>Uzunluk Ölçüleri</b>		<b>Zaman Ölçüleri</b>	
Kilometre (km)	1.000 m	1 hafta	604800 s
Hektametre (hm)	100 m	1 gün	86400 s
Dekametre (dam)	10 m	1 saat	3600s
Metre (m)	1m	1 dakika	60 s
Desimetre (dm)	1/10 m	1 salise	1/60s
Santimetre (cm)	1/100 m	1 milisaniye	1/1.000 s
Milimetre (mm)	1/1.000 m	1 mikrosaniye	1/1.000.000 s
Mikrometre (mu)	1/1.000.000 m		
<b>A ırık Ölçüleri</b>		<b>Kütle Ölçüleri</b>	
1 meganewton	1.000 000 N	Megaton	1.000.000.000 kg
1 kilonewton (kN)	1 000 N	Kiloton	1.000.000 kg
1 hektanewton	100 N	Ton	1.000 kg
1 dekanewton	10 N	Kental (K)	100 kg
1 newton (N)	1 N	Kilogram (kg)	1 kg
1 decinewton	1/10 N	Gram (g)	1/1.000 kg
1 centinewton	1/100 N	Desigram (dg)	1/10.000 kg
1 millinewton(mN)	1/1.000 N	Santigram (sg)	1/100.000 kg
1 micronewton	1/1.000.000 N	Miligram (mg)	1/1.000.000 kg
1 joule/meter	1 N	Mikrogram (µg)	1/1.000.000.000kg
1 poundal	0.13825495 N		
1 dyne (dyn)	1/100.000 N		
<b>Katı Hacim Ölçüleri</b>		<b>Sıvı Hacim Ölçüleri</b>	
Kilometre küp(km <sup>3</sup> )	1.000.000.000 m <sup>3</sup>	Megalitre	1.000.000 l
Hektometre küp(hm <sup>3</sup> )	1.000.000 m <sup>3</sup>	Kilolitre (kl)	1.000 l
Dekametreküp(dam <sup>3</sup> )	1000 m <sup>3</sup>	Hektolitre (hl)	100 l
Metreküp(m <sup>3</sup> )	1 m <sup>3</sup>	Dekalitre (dal)	10 l
Desimetre küp(dm <sup>3</sup> )	1/1.000 m <sup>3</sup>	Litre (l)	1 l
Santimetre küp(cm <sup>3</sup> )	1/1.000.000 m <sup>3</sup>	Desilitre (dl)	1/10 l
Milimetre küp(mm <sup>3</sup> )	1/1.000.000.000m <sup>3</sup>	Santilitre (cl)	1/100 l
		Mililitre (ml)	1/1.000 l
		Mikrolitre (µl)	1/1.000.000 l
<b>Sıcaklık Ölçüleri</b>			
	1 celcius	33.8 Fahrenheit(F)	
	1 celcius	274.15 Kelvin (K)	
	1 celcius	1 Santigrat (C)	
	1 celcius	0.8 Reaumur	

### 1.2.4.1. Dereceli silindir kullanımı

Dereceli silindir kullanımında izlenecek yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Alkan vd., 1996; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; rez ve Özler, 2002; Fishbane vd., 2003) ( **ekil 1.13, 1.14**):

- 1) Hacmi ölçülecek sıvı miktarına uygun dereceli silindir seçilir.
- 2) Seçilen dereceli silindir düz bir zemin üzerine konulur.
- 3) İçerisine sıvı boşaltılır.
- 4) Dereceli silindirdeki menisküs (e ri yüzey) ile gözümüz aynı hizaya getirilir.
- 5) Menisküde gösterilen değer okunur. Renksiz sıvılarda menisküsün tabanına te et olan ölçek çizgisi, renkli sıvılarda ise menisküsün en üst kısmına te et olan ölçek çizgisinin gösterdiği değer ölçümü verir.



**ekil 1.13.** Dereceli silindire sıvı konulması



**ekil 1.14.** Dereceli silindirin gösterdiği değerin okunması

### 1.2.5. Zaman

1960 yılından önce, zaman standardı ortalama güne günü cinsinden tanımlanmıştır. Bir güne günü, güne in her gün gökyüzünde ula tığı en yüksek noktaya tekrar gelmesi için geçen zaman aralığıdır. Yerküre dönmesinin de i tisi

bilinmektedir. Bu nedenle bu zaman standardını kullanmak güvenilir de ildir. 1967 yılında “Bir saniye, sezyum–133 atomunun 9 192 631 770 defa titre im yapması için geçen zamandır” olarak yeniden tanımlanmı tır. Zaman ölçüm aracı kronometredir ve SI birim sisteminde zaman birimi *saniye(s)* olarak kabul edilmi tir (Beichner ve Serway, 2000).

### 1.2.5.1. Kronometre kullanımı

Kronometre kullanımında izlenecek yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Haliday ve Resnick, 1997; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Fishbane vd., 2003) ( **ekil 1.15, 1.16, 1.17**):

- 1) Kronometre kullanılmaya ba lanmadan önce sıfırlanır.
- 2) Zamanı ölçülecek nesnenin harekete ba lamasıyla beraber aynı anda kronometrenin “ba la” butonuna basılarak kronometre çalı tırılır.
- 3) Nesne hareketinin sonlandırılaca ı zaman ile aynı anda kronometrenin “biti ” butonuna basılarak kronometre durdurulur.
- 4) Kronometrede gösterilen de er ölçümü verir.



**ekil 1.15.** Kronometrenin görünümü



**ekil 1.16.** Kronometrenin ba latılması



**ekil 1.17.** Kronometrenin durdurulması

### 1.2.6. Sıcaklık

Sıcaklık, termometre ile ölçülür ve SI birim sistemindeki birimi *derece celsius* ( $^{\circ}C$ )' tur (Beichner ve Serway, 2000). Günlük hayatta yaygın olarak kullanılan termometre, ısıtıldı ında genle ebilen bir sıvı içeren ince cam bir tüpten ibarettir. Cam tüp belirli bir miktar civa ile doldurulmu tur. Tüp ısıtılınca civa, ince cam boruda yükselir. Bu sistemde civanın termal genle me özelli inden faydalanılır. Herhangi bir sıcaklık de i mesi, civa sütununun uzunlu u ile do ru orantılı bir de i ime neden olur (Beichner ve Serway, 2000).

#### 1.2.6.1. Termometre kullanımı

Termometre kullanımında izlenecek yönergeler (PSSC, 1966; Benson, 1995; Haliday ve Resnick, 1997; Do an, Uytun ve Abacıo lu, 1999; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Fishbane vd., 2003) ( **ekil 1.18, 1.19, 1.20**):

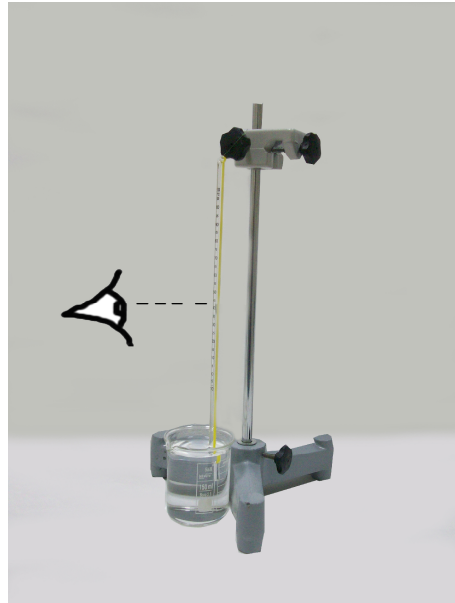
- 1) Termometre, haznesi a a ıda ve yere dik olacak ekilde sabit bir yere asılır.
- 2) Sıcaklı ı ölçülecek sıvının içerisine, haznesi kaba de meyecek ekilde daldırılır.
- 3) Bir süre bekletilir.
- 4) Termometredeki sıvı seviyesi göz hizasına getirilerek ölçüm okunur.



**ekil 1.18.** Termometrenin görünümü



**ekil 1.19.** Termometrenin sıvı içerisindeki konumu



**ekil 1.20.** Termometrenin gösterdiği değerin okunması

Buraya kadar bir ölçme i leminde ölçülecek nitelik ve niceli in belirlenmesi, buna uygun ölçme aracının ve ölçme biriminin saptanması konusunda temel bilgiler verildi. Ancak bu ölçümlerde meydana gelebilecek hata miktarının hesaplanması, ölçümün do rulu u ve tutarlılı ı da ölçümün bilimsel bir nitelik ta ımada önemli rol oynar. Bundan sonraki bölümde ölçümlerdeki do ruluk, tutarlılık ve hata kaynakları üzerinde durulacaktır.

### 1.3. Ölçümlerdeki Do ruluk ve Tutarlılık

Do ruluk ve tutarlılık ölçmede güvenilirli i etkileyen iki unsurdur. Ölçümlerin gerçek de ere yakınlı ına *do ruluk* denir. Gerçek de er hiçbir zaman bilinemez fakat bazı kurumlarca belirlenmi standart ölçümler gerçek de er olarak ele alınır. Bu gerçek de ere yakınlı ın ölçüsü mutlak veya ba ıl hatalarla belirtilir. Sistematik ve hesaplama hataları da ölçümlerin do rulu unu etkilemektedir (Ergin vd., 2005).

Ölçümler arasındaki farklılı ın ne boyutta oldu una karar verilmesine *tutarlılık* denir. Ölçme i lemlerinde ço u zaman ölçme tekrarlanarak ölçümler arasındaki farklılı ı kontrol etme ihtiyacı duyulur. Böylelikle ortalama de er hesaplanarak rastlantısal hataların giderilmesi ve daha az hatalı bir ölçümün elde edilmesi hedeflenmektedir (Ergin vd., 2005).

### 1.4. Ölçümlerdeki Hata Kaynakları

Her ölçümde, ölçülen de i kenin gerçek de erine göre bir farklılık bulunmaktadır. Bu farklılık da ölçmeye karı an hatalar sonucu olu maktadır. Hataların olu umuna neden olan olay ve nesnelere *hata kaynakları* denir. Hata kaynaklarının belirlenmesi halinde hatalar azaltılabilmekte fakat hiçbir zaman yok edilememektedir.

Hatalar geli kaynaklarına göre iki temel sınıfa ayrılmaktadır. Deneysel hatalar ve hesaplama hatalarıdır.

### 1.4.1. Deneysel hatalar

a) *Sistemik hatalar*: Sürekli var olan hatalardır. Ölçü aracından, deneyi yapan kişiden ve girişimden kaynaklanabilir. Ölçü aletlerinin duyarlılığının düşük olması, araçların zamanla ayarlarının bozulması, aşınması, göstergelerin silinmesi gibi sebeplerden kaynaklanır. Her ölçüme uygun araç seçilerek, ölçme araçlarının ayarları kontrol edilerek ölçü aracından kaynaklanan hatalar azaltılabilir. Deney yapan kişinin ölçme aracını iyi tanınması, nasıl kullanılacağını bilmesi gereklidir. Bu konuda deneyimli ve beceri düzeyleri yüksek olan kişilerin ölçme işlemi gerçekleştirilmesiyle kişiden kaynaklanan hatalar azaltılabilir.

b) *Rastlantısal hatalar*: Kontrolsüz olarak, çevre şartları yüzünden meydana gelen hatalardır. Örneğin; sıcaklık ölçümü sırasında güneş ışınlarının çok gelmesi, kütle ölçümü sırasında eskit kollu terazinin rüzgâra maruz kalması. Çevre koşulları kontrol altına alınıp deney kişilerin en az etkilenmesi sağlanarak bu tür hatalar en aza indirilir.

### 1.4.2. Hesaplama hataları

a) *Verileri hesaplarırken sonuçları yuvarlama*: Sonuçların fazla rakamlarla ifade edilmesi kullanışlı olmamaktadır. Bunun için uzayıp giden rakamlar yuvarlanarak daha anlamlı hale getirilir. Örneğin; 2,34526 sayısı 2,3 olarak yuvarlanır.

b) *Yaklaşık alma*: Doğru yasalarının kesin olmaması, sayıların ondalık kısımlarının sürekli tekrarlanarak uzaması sebebiyle sonuçlar yaklaşık olarak belirlenir. Örneğin; yerçekimi ivmesi dünya merkezinden uzaklığına göre değişmesi gerekirken yaklaşık olarak  $9,8 \text{ m/sn}^2$  alınması;  $22/7$  olan pi sayısının 3,14 olarak kullanılması (Ergin vd., 2005).

Sonuç olarak ölçme, ölçme araçlarının seçimi ve kullanımı, ölçülen değerin okunması, hata payının belirlenmesi, ölçme birimi, ölçmedeki tutarlılık, doğruluk, güvenilirlik ile bir bütündür. Bütünün bir parçasında dahi meydana gelebilecek küçük bir aksaklık ölçümü de etkilemektedir. Ayrıca, nicel bir ölçümde ölçülen değer, hata payı ve birim mutlaka yer almalıdır. Bu değerlerden birinin dahi bulunmaması ölçümü anlamsız kılmaktadır.



### 1.5. Problem Durumu

Bilimsel çalışmaların temelini oluşturan deney ve gözlemlerimiz ölçümler ile ifade edilmektedir (Yürümezo lu ve O uz, 2007; O uz-Ünver ve Yürümezo lu, 2009). Buna rağmen ölçme konusuna eğitim ve öğretim hayatımızda az rastlamaktayız. Bilimin temelini sağlam atılması nitelikli bir eğitim süreci ile gerçekleştirilmektedir. Eğitim süresince öğrencilere kazandırılacak bilgi ve beceriler, onların bilimsel çalışmaları amacına uygun olarak ve doğru sonuçlar elde ederek gerçekleştirilmelerini sağlayacaktır.

Bilim eğitiminde karşılaşılan problemlerden biri, teorik anlatım ile pratik uygulamaların paralel yürümemesi ve bunun sonucunda da tam öğrenmenin gerçekleştirilememesidir (Roth, 1994). Ölçme becerisinin kazanımı da hem teorik hem de pratik bir uygulamayı gerektirmektedir. Ölçme konusunda tam öğrenmenin gerçekleştirilmesinin sağlanması için teoriler ile uygulamalar arasındaki farklar kuvvetlendirilmelidir. Bunun için öncelikle temel ölçmenin öğrenilmesi önem taşımaktadır. Temel ölçme tekniklerinin tam öğrenilmemesi ise, üst düzey ölçme tekniklerinin gerçekleştirilebilmesini engellemektedir. Bu durumun oluşmasını engellemek için, ölçme becerilerinin tam olarak özümsemesi gerekmektedir. Öncelikle ölçme kavramlarının içselleştirilmesine önem verilmelidir. Öyle ki, bir kavramın tanımının, kullanımının, öneminin bilinmemesi gerçekleştirilecek çalışmaların hangi amaca hizmet edeceği konusunda yanlış veya eksik bilgilere sahip olunmasına yol açabilmektedir (O uz, 2007).

Ölçme tekniklerinin ikinci basamağını ise psikomotor düzeydeki ölçme becerisi oluşturmaktadır. Bu beceri, ölçme aletlerini gerekli durumlarda ve en az hata ile kullanabilmeyi gerektirir. Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarında araç-gereçleri kullanabilme becerilerine sahip olunamaması, uygulamaların istenilen sonuçlara ulaşmasını engellediği araştırmalar ile saptanmıştır (Co tu, Ayas, Çalık, Ünal ve Karata , 2005; Çepni, Kaya ve Küçük, 2005). Bu durum, bilimsel bilgilerin ispatlanmasını ve böylece bilim ile aynı paydada bulunulmasını engellemektedir.

## 1.6. Ara tırmanın Amacı

Günlük yaşamımızda belki de varlığını bile hissetmediğimiz, aslında yaşamımızın her anında doğrudan içinde olan ölçmenin önemi tartışılmaz. Bu konunun bilim eğitiminde öğrenilmesi vazgeçilmez bir gereksinimdir. Fakat bilim eğitiminde ölçme ve ölçme becerilerine ilişkin çalışmalar sınırlıdır. Bu bağlamda, mevcut ara tırma fen ve teknoloji öğretmen adaylarında ölçme kavramları (uzunluk, kütle, ağırlık, hacim, sıcaklık, zaman) ve bu kavramların ölçümü ile ilgili farkındalık yaratılması, onların ölçme becerilerinin incelenmesi ve geliştirilmesini amaçlamaktadır. Ara tırmada, öğretmen adaylarının temel ölçme aletlerinden elektronik kollu terazi, cetvel, kumpas, dinamometre, kronometre, termometre ve dereceli silindir hakkındaki teorik bilgileri ile bu aletlerin kullanımına ilişkin becerileri kıyaslanarak, ölçme becerilerinin geliştirilmesine çalışılacaktır. Sonuç olarak çalışmanın amacı:

- Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ölçme becerilerinin bilişsel boyutta incelenmesi,
- Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ölçme becerilerinin psikomotor boyutta incelenmesi,
- Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ölçme becerilerinin bilişsel ve psikomotor boyutlarının karşılaştırılması,
- Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ölçme becerilerini geliştirmeye yönelik deneysel etkinlikler tasarlanmasıdır.

## 1.7. Ara tırmanın Önemi

Kişilerin bilim okuryazarı olabilmeleri için bilimsel süreç becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Bilimsel süreç becerileri; ara tırma, sorgulayan, inceleyen, günlük hayatıyla fen konuları arasında bağlantı kurabilen, hayatın her alanında karşılaşılan problemleri çözmeye bilimsel metodu kullanabilen, dünyaya bir bilim adamının bakışıyla bakabilen bireylerin sahip olması gereken becerilerdir (MEB, 2006b). Bilimsel süreç becerileri; temel beceriler (gözlem, sınıflama, bilimsel iletişim, **ölçme**, tahmin, çıkarım yapma) ve birleştirilmiş beceriler (değerlendirme)

belirleme ve kontrol etme, hipotez olu turma ve sına ma, verileri yorumlama, i e vuruk tanım yapma, deney yapma ve model olu turma) olarak iki kategoriye ayrılmakta ve *ölçme becerisi*, temel beceriler içerisinde ele alınmaktadır (Ba cı-Kılıç, 2003).

Ölçme, küçük çocuklardan yeti kinlere kadar her ya kesiminden ki inin günlük veya bilimsel etkinliklerinde kar ı kar ıya kaldı ı bir i lemdir. Evde, okulda, pazarda, markette, laboratuvar da, sosyal ya amda vb. her an ölçme i lemine ihtiyaç duymaktayız. Bununla birlikte, ölçme i lemi, teorileri test etmede ve yanlı lamada en temel i lemler arasında yer almakta ve bilimsel bilgi ile uygulama sonuçları arasında bir köprü vazifesi görmektedir. Bilimsel bilgilerin sınanabilirli i ve yanlı lanabilirli i de yine do ru ve güvenilir bir ölçmeden geçmektedir.

Okul öncesi dönemden itibaren kazanılmaya ba lanması gereken ölçme becerisi, bireylerin entelektüel ve becerisel geli imi ile paralellik göstererek biçimde geli melidir. Ölçmenin, bilimin vazgeçilmez bir parçası oldu u dü ünülürse e itim seviyesi arttıkça daha karma ık bir yapıya dönü en ölçme i lemlerinin do ru ve güvenilir bir ekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda ö retmenlere büyük görevler dü mektedir. Ö retmenlerin gerekli bilgi ve beceriye sahip olmaları ve bunları yeni nesillere aktarabilmeleri gerekmektedir. Özellikle, okullarda bilimin ve bilimsel anlayı ın temellendirecek olan fen ve teknoloji ö retmen adaylarının ölçme konusunda özel bir duyarlılı a sahip olması gereklidir.

## **1.8. Ara tırmanın Problemi**

Bu ara tırmanın problemi; bilim e itiminde Fen ve Teknoloji ö retmen adaylarının ölçme konusuna ili kin bili sel, duyu sal ve psikomotor beceri düzeyi nedir ve deneysel etkinlikler ile ölçme beceri geli imi nasıl gerçekleştirilir?

### **1.8.1. Alt problemler**

1) Fen ve Teknoloji ö retmen adaylarının ölçme konusundaki bili sel beceri düzeyleri ö retim öncesi, ö retim sonrası ve kalıcılık düzeyinde nasıl de iimler gösterir?

2) Fen ve Teknoloji ö retmen adaylarının ölçme konusundaki psikomotor beceri düzeyleri ö retim öncesi, ö retim sonrası ve kalıcılık düzeyinde nasıl de iimler gösterir?

3) Fen ve Teknoloji ö retmen adayları sahip oldukları bili sel ölçme becerilerini laboratuvar uygulamalarına aktarabiliyorlar mı?

4) Fen ve Teknoloji ö retmen adaylarının kazanımı oldukları ölçme becerileri süreklilik sa lamakta mıdır?

### 1.9. Sayıtlılar

Bu ara tırmada, çalı mada yer alan ö rencilerin;

- Gerek ön test çalı masında, gerekse beceri gözlemi öncesinde ölçme konusu ile ilgili olarak hiçbir ön hazırlık yapmadıkları,
- Ön test, son test ve kalıcılık testinde yer alan soruları özenle cevapladıkları,
- Çalı mayaya kendi istekleri do rultusunda katıldıkları,
- Video çekimleri sırasında psikolojik olarak rahat oldukları varsayılmaktadır.

### 1.10. Sınırlılıklar

• Bu çalı ma 2008–2009 e itim-ö retim yılı Mu la Üniversitesi E itim Fakültesi Fen Bilgisi Ö retmenli i bölümünde ö renim gören 3. sınıf ö rencileri ile sınırlıdır.

- Bu çalı ma 73 ö renci ile gerçekleştirilmiştir.
- Çalı manın uygulama süresi 14 haftadır.
- Çalı manın konusu, ölçme kavramlarından uzunluk, kütle, a ırlık, hacim, sıcaklık ve zaman kavramları ile sınırlıdır.

### 1.11. Tanımlar

**Metroloji:** Ölçme sistemi ile ilgili teknoloji alanındaki do ruluk seviyesini hem pratik, hem de teorik olarak bütün özellikleri inceleyen bilim dalıdır.

**Ölçme:** En, boy, hacim, süre gibi nicelikleri kendi cinslerinden seçilmiş bir birimle karşılaştırıp kaç birim geldiklerini belirtmektir.

**Ölçmede doğruluk:** Ölçümlerin gerçek değere yakınlığıdır.

**Ölçmede duyarlılık:** Ölçme aracının ölçebileceği en küçük birimdir.

**Ölçüm:** Ölçülerek elde edilen sonuçtur.

## 2. KAYNAK ÖZETLER

Bilimsel çalışmaların temelini oluşturan gözlem ve deney, ölçme ile anlam kazanır (Hodson, 1988; Blomquist, 1993; Coelho ve Sere, 1998; Kuhn, 2008). Ölçme, tüm bilimlerin temelini oluşturmakla birlikte elde edilen verilerin ölçümlerle ifadesi ve böylece tekrarlanabilir hale gelmesi, bilimde geçerlik ve evrensellik sağlar. Günümüz bilgi toplumu bireylerinin yetiştirilmesinde, bilimsel düdünenin anahtarları olan kıyaslama ve ardından muhakeme yapmanın temelini ölçme becerisi oluşturur. Doğası gereği ölçüm yapmak bilimsel, duyu sal ve psikomotor beceri gerektirmektedir. Bu özelliklerin kazanılması ise eğitim yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden, bu çalışmada öğretmen adaylarının sahip olduğu ölçme becerilerine odaklanılmıştır. Ayrıca, ölçme etkinlikleri tasarlanıp onların ölçme becerilerini geliştirmelerine olanak tanınmıştır. Bu bağlamda, literatür taraması dört bölümden oluşmaktadır.

- 2.1. Bilimde Ölçmenin Önemi ve Metroloji
- 2.2. Eğitimde Ölçmenin Önemi
- 2.3. Ölçme Becerilerinin Öğrencilere Kazandırılması
- 2.4. Ölçme Eğitimine Yönelik Çalışmalar

### 2.1. Bilimde Ölçmenin Önemi ve Metroloji

İnsanın varlığından bu yana ölçmenin, yaşamın her alanında varlığını hissettirdiği ve yaşamı anlam kazandırdığı üphe duyulmayan bir gerçektir. Tarihi belgeler incelendiğinde, insanın etrafındaki her şeyi ölçtüğü ve ölçme yöntemlerinin medeniyetler kuruldukça, teknoloji ilerledikçe biçim değiştirdiği görülmektedir. Öyle ki günümüzde, ölçümler gözle görülemeyecek boyutlara ulaşmıştır. Saniyenin milyonda biri duyarlılıktaki ölçümlerle sonsuz küçüklükteki parçaların varlığının kanıtlanması, radyoaktif maddelerin etkilerinin tayin edilmesi, depremleri oluşturacak dalgalarının büyüklüğünün belirlenmesi ve yıldızların yamı belirleyebilmek için uzaklardan gelen zayıf ışıkların ölçülmesi gibi faaliyetler bilimin tamamen ölçümlere bağılı olduğu göstergesidir. Ayrıca pilotların uçakların yerden yüksekliklerini ve rotayı belirleyebilmeleri, ilaç ve gıda ürünlerinin

olu turulması, su ve elektrik sayaçlarının yapılması, iklim de i melerinin belirlenmesi gibi birçok çalı mada da do ru ölçümün gereklili i ortaya çıkmaktadır (Baytarolu, Akkoyunlu ve Dizdar, 2008; The European Association of National Metrology Institutes [Euramet], 2008; Koça , 2009).

İlk ölçme çalı malarının Babil uygarlı ında, daha sonra ise Mısır ve Roma uygarlıklarında gerçekte tirildi i tarih ara tırmaları sonucu ortaya çıkmı tır (Koça , 2009). İlk olarak, uzunluk ölçümü için ayak, parmak, dirsek gibi vücut organları kullanılmı tır. Örne in; M.Ö. 3000 yıllarında eski Mısır’ da ilk kraliyet uzunluk ölçüsü birimi olan kübit kullanılmı tır. Kübit, Firavun’un dirse inden, elinin orta parma ının ucuna kadar olan mesafe ile elinin geni li inin toplamı olarak tanımlanmı tır. Bu ilk ölçü, siyah granit üzerine aktarılıp kazınarak bir referans haline getirilmı tır (Euramet, 2008). Ayrıca bu dönemde kütle ölçümü için kireç ta ı, pirinç ve metalden yapılan vezinler kullanılmı tır. Fakat hazırlanan bu birimler birbiri ile uyum göstermemi tır (PSSC,1966; Throop, 2003; Koça , 2009).

Osmanlı ve Selçuklu döneminde kullanılan a ırlık ölçüleri **ekil 2.1, 2.2 ve 2.3**’de gösterilmı tır.



**ekil 2.1.** Osmanlı’nın son dönemindeki döküm a ırlıklar



**ekil 2.2.** Selçuklu dönemi a ırlık ölçüleri



**ekil 2.3.** Metrik sisteme geçi (Osmanlı 19.yy) (Akyüz, 2005b)

Ticaretin önem kazanmasıyla Emevi, Abbasi, Fatımiler döneminde a ınmaya kar ı daha dirençli yeni ölçüler olu turulmu tur. Uluslararası ili kilerin artmasıyla da, birimleri kar ıla tıracak ölçme sistemine duyulan ihtiyaç daha da artmı tır (Koça , 2009). Birim farklılıklarından kaynaklanan uyu mazlıklar nedeniyle uluslararası birliktelik kurmakta güçlük çekilmi tir. Bu durum bilimsel geli meye ve bilimin evrensel bir nitelik ta ınmasına engel te kil etmi tir.

Çe itli ölçüm prensiplerinin ve basit ölçü aletlerinin geli tirilmesi çok eski zamanlara dayandırılrsa da ölçmenin bir bilim olarak ele alınması, 17. yüzyılın ortalarında standart birimlerin belirlenmesine yönelik çalı malara dayanmaktadır. Bu dönemde birim farklılıklarının ortadan kaldırılması ve böylece ölçümlerin Dünya'nın her tarafında aynı olması amaçlanmı tır (Akyüz, 2005a). Dolayısıyla, ölçüm bilim olarak bilinen metroloji olu turulmu tur. *Metroloji*, ölçme sistemi ile ilgili teknoloji alanındaki do ruluk seviyesini hem pratik, hem de teorik olarak bütün özellikleri inceleyen bilim dalıdır (Özda , 1995). Metroloji üç ana faaliyeti kapsamaktadır. Bunlar; uluslararası düzeyde kabul edilmi ölçüm birimlerinin tanımı, ölçüm birimlerinin bilimsel yöntemlerle gerçekleştirilmesi ve bir ölçümün de erinin, kesinli inin belirlenip belgelenmesidir. Çevremizde metrolojinin kullanım alanının geni olması nedeniyle, metroloji üç alana ayrılmı tır: Bilimsel metroloji, endüstriyel metroloji ve yasal metroloji (Euramet, 2008). Bilimsel metroloji, teorileri ve hipotezleri do rulatmak, tekrarlanabilir ve do ru ölçüm sonuçları elde etmek, evrensel sabitleri tespit etmek, bilim ve teknolojinin geli imine katkıda bulunmak



bakımından önem taşıyor olmaktadır (Süer, 2007). Bu sebeple metroloji, bilimsel araştırmaların temelini oluşturmaktadır. Ayrıca bilimsel araştırmaların gelişmesi de metrolojinin gelişmesini sağlamaktadır. Bilimle birlikte gelişen ve değişen bilgi birimlerinin metroloji ile desteklenmesi, bu bilgilerin daha doğru ve güvenilir olmasına katkı sağlamaktadır.

Dünya'daki metroloji çalışmaları, 17. yüzyılın sonlarına doğru ürün vermeye başlamıştır. Ağırlık ve uzunluk referansları (prototipleri) kabul edilip Fransa'nın ulusal arşivinde muhafaza altına alınmıştır. Diğer ülkelerde de bu prototiplerden bulunmasına yönelik çalışmaları yürütmek için, 1875'de Uluslararası Tartılar ve Ölçüler Bürosu (BIPM) kurulmuş ve "*Metre Sözleşmesi*" olarak bilinen antlaşma, aralarında Osmanlı Devleti'nin de bulunduğu 17 ülke arasında imzalanmıştır. 1889 yılında Uluslararası Tartılar ve Ölçüler Konferansı (CGPM) gerçekleştirilmeye başlanmış ve her dört yılda bir yapılmaya devam etmiştir. 26 Mart 1931'de "*Ölçüler Kanunu*" yürürlüğe konulmuştur. 21 Mayıs 1955'de ise, ölçü aletlerinde meydana gelen değişimlere uyabilmek amacıyla ölçüler kanunu yenilenmiştir. Ayrıca aynı yıl içerisinde, uluslararası alanda ölçme ve ölçü aletleri ile ilgili teknik ve idari konuların çözülmesini sağlamak amacıyla "*Uluslararası Nizami Ölçüler Teşkilatı*" kurulmuştur. Daha sonraki yıllarda gelişen ve değişen ölçü ve ölçü aletleri teknolojisi karşısında, ölçüler ve ayarlarla ilgili hizmetler büyümüş ve ölçüler kanunu yetersiz kalmıştır. Bu nedenle ölçüler kanunu, 21 Ocak 1989 tarihinde "*Ölçüler ve Ayar Kanunu*" olarak tekrar yenilenmiştir (Özdağ, 1995; Shattuck, 2002; Akyüz, 2005a; Koça, 2009).

Türkiye'de ise 1782 sayılı Ölçüler Kanunu, 26 Mart 1931'de yürürlüğe girmiştir. Türkiye, 1955 yılında Uluslararası Nizami Ölçüler Teşkilatı'na muhabir üye, ardından 1989'da Uluslararası Ölçüler ve Tartılar Bürosu'nun üyesi olmuştur. Bununla birlikte uluslararası birimler sistemi ve bu birimlere ait yeni tanımlar uygulamaya konulmuştur. Türkiye'de metroloji çalışmaları ile ilgili olan kamu kuruluşları Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, TÜBİTAK ve Türk Standartlar Enstitüsü (TSE)'dir. Türkiye, metroloji enstitüsü kurma çalışmalarına ancak 1960'da başlayabilmiş ve 1992'de TÜBİTAK'a bağlı "*Ulusal Metroloji Enstitüsü*" kurulmuştur. Bugün hala Türkiye'deki metroloji çalışmalarını TÜBİTAK Ulusal

Metroloji Enstitüsü (UME) yürütmektedir (Özda , 1995; Akyüz, 2005a; Koça , 2009; TÜB TAK, 2010).

## 2.2. Bilim E itiminde Ölçmenin Önemi

Bilim ve teknolojiye meydana gelen hızlı geli meler ile 21. yy bilim ça ı olarak kabul edilmi tir. Bir ça a adımı verecek kadar büyük bir öneme sahip olan bilim ile ilgili geli meler ya antımızın her alanında kar ımıza çıkmaktadır. Bununla beraber toplumumuzu de i tirmekte ve bilgi toplumu olma yolunda ilerletmektedir. Toplumu olu turan bireylerin bilim ça ına uyum sa lamalarına yardımcı olmak için e itime büyük görevler dü mektedir (Yürümezo lu ve O uz, 2008b). Bu sebeple de i tirilen ö retim programları, ö rencilerin bilim okuryazarı olmalarını, böylelikle geli en ve de i en çevreye bireysel uyum sa lamalarını hedeflemektedir (Milli E itim Bakanlığı [MEB], 2006b).

Bireylerin bilim okuryazarı olabilmeleri için bilimsel bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Yürümezo lu ve O uz, 2008a). Bu da e itim yoluyla gerçekleşir. Bilim okuryazarı olmak, bir bilim insanı gibi çalı mayı gerektirir (Ba cı-Kılıç, 2003). Her ö renci bilim insanı olacak de ildir, ancak bir bilim insanı gibi gözlem ve çıkarımlar yapan, soran, ara tıran bir birey olarak yeti melidir (Aydo du, 2006). Bilim okuryazarı olmak için ki ilerin sahip olması gereken birtakım beceriler vardır. Ba cı-Kılıç (2003), bilim okuryazarı olan ki ilerin sahip olması gereken becerileri bilimsel süreç becerileri olarak tanımlamı , *temel beceriler* ve *birle tirilmi beceriler* olarak iki kategoriye ayırmı tır. Temel beceriler; gözlem, sınıflama, bilimsel ileti im, **ölçme**, tahmin, çıkarım yapma becerilerini kapsamaktadır. Birle tirilmi beceriler ise; de i kenleri belirleme ve kontrol etme, hipotez olu turma ve sına, verileri yorumlama, i e vuruk tanım yapma, deney yapma ve model olu turma becerilerini kapsamaktadır. Bunun yanında bilimsel ara tırmaları yönetmek için gerekli olan bilgi ve beceriler Wilke ve Straits (2005) tarafından gerçek bilgi, genel süreç becerileri, bilimsel yöntem becerileri ve deney tasarlama becerisi olmak üzere dört kategoriye ayrılmı tır. Bu sınıflamada ölçme becerisi genel süreç becerileri kategorisinde ele alınmaktadır. Bu sınıflamalara göre, ölçme i lemi bilimsel çalı malar için gerekli olan temel i lemler arasında ele alınmaktadır. Bu

ba lamda, Türkiye’de uygulanan ö retim programlarında yer alan ölçme konuları incelenmiştir. İlkö retim programları incelendi inde sadece fen ve teknoloji ve matematik derslerinde ölçme konusunun i lendi i görülmektedir. Ölçme konusunun yer aldığı ilkö retim fen ve teknoloji dersi ünite ve kazanımları **Tablo 2.1**’de, ilkö retim matematik dersi ünite ve kazanımları **Tablo 2.2**’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.** İlkö retim 1. ve 2. kademe fen ve teknoloji dersi ö retim programında ölçme konusunun yer aldığı üniteler ve kazanımlar

DERS	SINIF	ÜN TE	KAZANIMLAR
FEN VE TEKNOLOJ	4	Maddeyi tanıyalım	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Katı ve sıvı maddelerin kütlelerini ölçer; g ve kg cinsinden ifade eder.</li> <li>•Kütle birimlerini (kg-g/g-kg) birbirine çevirir.</li> <li>•Sıvıların hacimlerini ölçüp l ve ml cinsinden belirtir.</li> <li>•Hacim birimlerini birbirine çevirir.</li> <li>•Farklı maddelerin sıcaklı nı termometre ile ölçer ve °C ile ifade eder.</li> </ul>
	6	Kuvvet ve hareket	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cismin aldığı yolu ve bu yolu ne kadar zamanda aldığı nı ölçer.</li> <li>•Kuvvetin birimini Newton olarak belirtir ve kullanır.</li> <li>•Kuvveti dinamometre ile ölçer.</li> <li>•Ölçülecek kuvvete uygun bir dinamometre seçerek dinamometre üzerindeki ölçekleri yorumlar.</li> <li>•Kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetini a ırlık olarak adlandırır.</li> <li>•A ırlı ı bir kuvvet olarak tanımlar ve dinamometre ile ölçer.</li> <li>•Farklı gezegenlerde aynı kütle için a ırlı ının neden farklı olacağını açıklar.</li> </ul>
	8	Kuvvet ve hareket	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bir cismin havadaki ve sıvı içindeki a ırlı nı dinamometre ile ölçer ve ölçümlerini kaydeder.</li> <li>•Cismin havadaki ve sıvı içindeki a ırlıklarını karşılaştırır.</li> <li>•Cisimlerin kütlelerini ve hacmini ölçerek yoğunluklarını hesaplar.</li> </ul>

Fen ve teknoloji dersi ilkö retim 1. kademedede, sadece 4. sınıfta “Maddeyi Tanıyalım” ünitesinde ölçme konusu i lenmi tir. çerik olarak, katı ve sıvı maddelerin kütle, hacim, sıcaklık ölçümleri ele alınmı tir. Burada, bu ölçme kavramlarının birimlerine yer verilmi tir. İkö retim 1. kademe 5. sınıf fen ve teknoloji konuları incelendi inde, ölçme ile ilgili herhangi bir konuya rastlanmamı tir. İkö retim 2. kademedede, sadece 6. ve 8. sınıf fen ve teknoloji dersinin “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde ölçmeye yer verilmi tir. 6. sınıfta uzunluk, zaman, a ırlık ölçümleri üzerinde durulmu tur. A ırlık birimine, kütle ve a ırlık kavramları arasındaki farkın açıklanmasına yer verilmi tir. 8. sınıfta ise a ırlık, kütle ve hacim ölçümü üzerinde durulmu tur. Sonuç olarak, fen ve teknoloji dersi ö retim programında ölçme konusunun ö retimi süreklilik sa lamamakta, ölçme konusu belli sınıf düzeylerinde, belli ünitelerde ve sadece uzunluk, hacim, a ırlık ve kütle ile sınırlandırılmaktadır.

İkö retim programında ölçme konusu fen ve teknoloji dersi dı ında bir de matematik dersinde yer almaktadır. Matematik dersi ö retim programında ölçme konusu uzunluk, zaman, kütle, hacim ölçme alanlarına ayrılmı tir. Bu konular ilkö retim 1. sınıftan 6. sınıfa kadar ardı ık bir anlayı la i lenmi ve böylece bir süreklilik sa lanmı tir. Ancak bu süreklilik ilkö retim 2. kademe 7. ve 8. sınıflarda devam etmemi tir.

İkö retim matematik dersinde uzunluk ölçümü ile ilgili olarak, 1. sınıfta farklı uzunlukların kıyaslanması ve standart olmayan birimlerin kullanılması; 2. sınıfta standart ölçme araçları ve birimleri; 3. sınıfta standart birimler arasındaki ili ki ve cetvel kullanımı ekinde ele alınmı tir. 4, 5 ve 6. sınıflarda da birimler arasındaki ili kiler i lenmi tir.

İkö retim matematik dersinde zaman ölçümü ile ilgili olarak, 1, 2 ve 3. sınıfta saat okuma kazanımı ve gün, hafta, yıl, mevsim arasındaki ili ki ele alınmı tir. 4. sınıfta zaman birimleri arasındaki ili ki ele alınmı ; 5 ve 6. sınıflarda da bu birimlerle ilgili problem çözülmesi hedeflenmi tir.

İkö retim matematik dersinde kütle ölçümü ile ilgili olarak, 1. sınıfta nesnelere göre sıralanması ele alınmı tir. 2, 3 ve 4. sınıflarda kütle birimlerine yer verilmi tir.

İk retim matematik dersinde hacim lm ile ilgili olarak, 1. sınıfta hacim ölümüne hiç yer verilmemi tir. 2. sınıfta standart olmayan sıvı lme birimlerine; 3. sınıfta standart sıvı lme araçları ve birimlerine de inilmi tir. 4, 5 ve 6. sınıflarda ise sıvı birimleri arasındaki ili ki ele alınmı tir. Ayrıca 5. sınıfta katı hacimlerin kıyaslanmasına da yer verilmi tir.

**Tablo 2.2.** İk retim matematik dersi  retim programında lme konusunun yer aldı 1 üniteler ve kazanımlar

DERS	ÖLÇME ALANI	SINIF	KAZANIMLAR
MATEMATİK	Uzunluk lme	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nesneleri uzunlukları yönünden karılaştırarak ilişkilerini belirtir.</li> <li>•Bir nesnenin uzunluklarına göre sıralanmış nesne topluluğundaki yerini belirler.</li> <li>•Standart olmayan birimlerle uzunlukları ölçer.</li> <li>•Standart olmayan uzunluk lme birimleri ile ilgili problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Standart olmayan farklı uzunluk lme birimlerini birlikte kullanarak bir uzunluğu ölçer.</li> <li>•Standart uzunluk lme araçlarını belirterek gerekliliklerini açıklar.</li> <li>•Uzunlukları metre ve santimetre birimleriyle ölçer.</li> <li>•Uzunlukları metre ve santimetre birimleriyle tahmin eder ve tahminini lme sonucuyla karılaştırır.</li> </ul>
		3	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Metre ve santimetre arasındaki ilişkiyi açıklar.</li> <li>•Metre ve santimetre arasında ondalık kesir yazımını gerektirmeyen dnmler yapar.</li> <li>•Nesnelerin uzunluklarını tahmin eder ve tahminini lme sonucuyla karılaştırır.</li> <li>•Cetvel kullanarak belirli bir uzunluğu ölçer ve ölçüsü verilen bir uzunluğu çizer.</li> </ul>
		4	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Standart uzunluk lme birimlerinden kilometre ve milimetrenin kullanım alanlarını belirtir.</li> <li>•Milimetre-santimetre, santimetre-metre ve metre-kilometre arasındaki ilişkileri açıklar.</li> <li>•Belirli uzunlukları farklı uzunluk lme birimleriyle ifade eder.</li> <li>•Bir uzunluğu en uygun uzunluk lme birimiyle tahmin eder ve tahminini lme yaparak kontrol eder.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Metre-kilometre, metre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dntr.</li> <li>•Milimetre, santimetre, metre ve kilometre birimleri arasındaki dönümleri içeren problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
		6	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uzunluk lme birimlerini açıklar ve birbirine dntr.</li> <li>•Düzlemsel şekillerin evre uzunluklarını strateji kullanarak tahmin eder.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>•Düzlemsel ekillerin çevre uzunlukları ile ilgili problemleri çözer ve kurar.</li> <li>•Çokgenlerin kenar uzunlukları ile çevre uzunluğu arasındaki ilişkiyi açıklar</li> </ul>
MATEMATİK	Zaman ölçme	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tam ve yarım saatleri okur, saati tam ve yarım saate ayarlar.</li> <li>•Saat-gün, hafta-gün, ay-gün, mevsim-ay, yıl-hafta ve yıl-ay arasındaki ilişkileri açıklar.</li> </ul>
		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tam ve yarım saatleri okur, saati tam ve yarım saate ayarlar.</li> <li>•Saat-gün, hafta-gün, ay-gün, mevsim-ay, yıl-hafta ve yıl-ay arasındaki ilişkileri açıklar.</li> </ul>
		3	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Saati okur.</li> <li>•Belirli bir zamanı, farklı zaman ölçme birimlerini kullanarak ifade eder.</li> </ul>
		4	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dakika ile saniye arasındaki ilişkiyi açıklar.</li> <li>•Saat-dakika, dakika-saniye arasındaki dönüşümleri yapar.</li> <li>•Yıl-ay-hafta-gün arasındaki ilişkileri açıklar.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Zamanı ölçme birimleri ile ilgili problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
		6	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Zaman ölçme birimleriyle ilgili problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
MATEMATİK	Tartma	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nesnelerin ağırlıkları yönünden karşılaştırır.</li> <li>•En çok üç nesneyi ağırlıklarına göre sıralar.</li> </ul>
		2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Kilogramın kullanıldığı yerleri belirtir.</li> <li>•Kilogramla ilgili problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
		3	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Kilogramın ve gramın kullanıldığı yerleri belirtir.</li> <li>•Kilogram ve gramla ilgili problemleri çözer ve kurar</li> </ul>
		4	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tonun kullanıldığı yerleri belirtir.</li> <li>•Ton-kilogram, kilogram-gram ve gram-miligram arasındaki ilişkileri belirtir.</li> </ul>
MATEMATİK	Hacim ölçme	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Standart olmayan sıvı ölçme birimlerini kullanarak sıvıların miktarını ölçer.</li> </ul>
		3	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Standart sıvı ölçme aracı ve birimlerinin gerekliliğini açıklayarak litre veya yarım litre birimleriyle ölçmeler yapar.</li> <li>•Bir kaptaki sıvının miktarını litre ve yarım litre birimleriyle tahmin eder ve ölçme yaparak tahminini kontrol eder.</li> <li>•Sıvı ölçme birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
		4	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Litre ve mililitre arasındaki ilişkiyi belirtir.</li> <li>•Litre ve mililitre arasında dönüşümler yapar.</li> <li>•Bir kaptaki sıvının miktarını, litre ve mililitre birimleriyle tahmin eder ve ölçme yaparak tahminini kontrol eder.</li> <li>•Litre ve mililitre ile ilgili problemleri çözer ve kurar.</li> </ul>
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Litre ve mililitre birimlerini birbirine dönüştürür.</li> <li>•Sıvı ölçme birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer ve kurar.</li> <li>•Bir geometrik cismin hacmini standart olmayan bir birimle ölçer.</li> </ul>
		6	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sıvı ölçme birimlerini açıklar ve birbirine dönüştürür.</li> <li>•Hacim ölçme birimleri ile sıvı ölçme birimleri arasında ilişkiyi açıklar.</li> <li>•Hacim ölçme birimlerini açıklar ve birbirine dönüştürür.</li> </ul>

Ortaö retim programları incelendi inde ölçme konusuna sadece fizik dersinde rastlanılmı tır. Ortaö retim fizik dersi ö retim programında ölçme konusunun yer aldı ı üniteler ve kazanımları **Tablo 2.3**'de gösterilmi tir. Sadece 9 ve 10. sınıfta ölçme konusuna de inilmekle birlikte “Fizi in Do ası” ve “Madde ve Özellikleri” üniteleri ile sınırlandırılmı tır. 9. sınıf “Fizi in Do ası” ünitesinde büyüklüklerin sınıflandırılmasına, temel büyüklükleri ölçen araçlara, birimlerine ve ölçmedeki hata kaynakları; 9. sınıf “Madde ve Özellikleri” ünitesinde ise sıvı ve katıların hacimlerinin ölçümüne yer verilmi tir. 10. sınıf “Madde ve Özellikleri” ünitesinde ise hacim ve kütle arasındaki ili ki ele alınmı tır.

**Tablo 2.3.** Ortaö retim fizik dersi ö retim programında ölçme konusunun yer aldı ı üniteler ve kazanımlar

DERS	SINIF	ÜN TE	KAZANIMLAR
F Z K	9	Fizi in do ası	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fizikteki büyüklükleri temel ve türetilmi olarak sınıflandırır</li> <li>•Fizikteki temel büyüklükleri uygun ölçme aracı ve birim kullanarak ölçer</li> <li>•Temel büyüklüklerin birimlerini SI birim sisteminde tanımlayarak alt ve üst katlarına dönü türür.</li> <li>•Yapılan her ölçümde hata olabilece ini ve bu hatanın ölçme yönteminden, ölçümü yapandan, ölçme aletinden ve ortamdan kaynaklandı ını açıklar</li> </ul>
	9	Madde ve özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Maddelerin ortak özelli inin kütle ve dolayısıyla hacim oldu unu açıklar</li> <li>•Sıvı ve katı maddelerin hacimlerini ölçer</li> </ul>
	10	Madde ve özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Varlıkların en ve boyca belli bir oranda büyütülmesi veya küçültülmesi durumunda kesit alanları, yüzey alanları, hacimleri ve kütlelerinin hangi oranda de i ece ini hesaplar</li> <li>•Canlıların çe itli özellik ve ihtiyaçlarını, yüzey alanlarının kütlelerine veya hacimlerine oranı ile ili kilendirir</li> </ul>

Sonuç olarak, ilkö retim programlarında ölçme konusuna sadece fen ve teknoloji ve matematik derslerinde yer verilmiştir. Fen ve teknoloji dersinde temel ölçme kavramları ve bu kavramların ölçümü ile ilgili olarak 16 kazanım, matematik dersinde ise 57 kazanım bulunmaktadır. Buna paralel olarak, ölçme konusunun ö retimi matematik dersinde 6. sınıfa kadar süreklilik gösterirken, fen ve teknoloji dersinde süreklilik göstermemektedir. Ortaö retim programlarında ise ölçme konusu sadece fizik dersinde 8 kazanımla ele alınmıştır. Ortaö retimde de ölçme konusu süreklilik göstermemekle birlikte sadece 9 ve 10. sınıflarda fizik dersinde üç ünite ile sınırlandırılmıştır.

### **2.3. Ölçme Becerilerinin Ö rencilere Kazandırılması**

Birey ile nesne arasında veri transferi ölçme aracı ile sağlanır. Bu da ölçme aracının doğruluğu ve güvenilirliği yanında, ölçmeyi yapan bireyin de birtakım temel bilgi, beceri ve yetkinliklerle donanmış olmasını gerektirir. Bu beceriler, Bloom taksonomisinde üç grupta ele alınmıştır: Birincisi, bireyde ölçümü yapılacak kavramın teorik altyapısının öğrenilmesi ile bilimsel; ikincisi, ölçümü yapılacak olguya duyulan merakla duyuşsal ve son olarak ölçme aracının kullanımı ile psikomotor beceriler olarak sıralanabilir. Bu becerilerin gelişiminden ölçümün doğruluğunu etkiler. Bu öğrenme alanlarının birbiriyle bütünleşmesi, ölçmenin eksiksiz olarak gerçekleşmesini sağlamaktadır.

#### **2.3.1. Bilişsel beceriler**

Bilişsel beceriler bir kavramı tanıma, hatırlama, karşılaştırma yapma, yorumlama ve kavramla ilgili problemler çözme becerilerini içine almaktadır (Çepni vd., 1997). Bilişsel becerilerin gelişimi ile ilgilenen birçok kuramcı bulunmaktadır. Bunlardan Bloom ve Piaget'in bilişsel gelişim kuramları ve bu kuramların ölçme üzerindeki etkileri aşağıda belirtilmiştir.



### 2.3.1.1. Bloom' un bili sel geli im kuramı

Bloom ve arkadaşlarının 1956 yılında geli tirmi oldukları taksonomi, bili sel alanda yapılan çalı maların dönüm noktasını olu turmaktadır. Bloom taksonomisinde bili sel beceriler basitten karma ı a yani dü ük zihinsel düzeyden yüksek zihinsel düzeye do ru altı basamaktan olu maktadır (Bloom, 1956; Çepni vd., 1997; Bacanlı, 1999; Moore, 2000). Bunlar:

1. Bilgi seviyesi
2. Kavrama seviyesi
3. Uygulama seviyesi
4. Analiz seviyesi
5. Sentez seviyesi
6. De erlendirme seviyesi

*Bilgi seviyesi:* Bilimsel bilgiler, hipotezler, teoriler, kavramlar gibi olguların hiçbir yorum getirilmeden hatırlanması bilgi seviyesinin içeri ini olu turmaktadır. Bu seviyedeki amaç, ezberlenen bilgilerin geri bildirilmesidir.

*Kavrama seviyesi:* Bilgilerin zihinde canlandırılıp farklı ekillerle ifade edilmesi kavrama seviyesinin içeri ini olu turmaktadır. Bu seviyede, tablolar, grafikler, i lemler, ö renilenler incelenip yorumlanarak yeniden ifade edilmektedir. Amaç, ö rencinin verilen bilgileri ba ka bir ekilde yorumlama yetene ini ölçmektir.

*Uygulama seviyesi:* Bilimsel bilgilerin kar ıla ılan yeni durumlara uygulanabilmesi uygulama seviyesinin içeri ini olu turmaktadır. Bu seviyedeki amaç, ö rencilerin bilgi birikimlerini kar ıla tıkları yeni durum ve problemlerin çözümlenmede kullanabilme yeteneklerini ölçüp de erlendirmektir.

*Analiz, sentez ve de erlendirme seviyeleri:* Bilimsel bilgilerin, birimlere ayrılması (analiz), birimlere ayrılan bilgilerin birle tirilerek yeni bilgiler üretilmesi (sentez), üretilen yeni bilgilerin bilimsel geçerlili ini ve sonuçlarını yorumlanması (de erlendirme) bu seviyelerin içeri ini olu turmaktadır. Bu seviyelerde amaç, ö rencilerin yüksek seviyeli zihinsel yeteneklerini ölçmektir.

### 2.3.1.2. Piaget' in bili sel geli im kuramı

Piaget, insan zekasının biyolojik adaptasyona benzer bir ekilde bir fonksiyon gösterece i teorisi üzerinde durmu tur. Ö renme sürecinde zihnin her zaman aktif ve organize halde bulundu unu, zihinsel geli menin ya a ba lı bir süreç oldu unu savunmu tur. Bu sebeple bu süreçleri kendi içerisinde dört gruba ayırmı tır (Piaget,1983; Çepni vd., 1997). Bunlar;

1. Duyusal-edimsel ö renme a aması (*sensorymotor*) : 0–2 ya arası,
2. lem öncesi ö renme a aması (*pre-operational*) : 2–7 ya arası,
3. Somut i lemler a aması (*concrete operational*) : 7–11 ya arası,
4. Soyut i lemler a aması (*formal operational*) : 11 ve daha yukarı ya lar.

Piaget'in fen bilimlerine en önemli katkısı, ö renme ortamında somut materyallerin kullanılmasının gereklili ini ve ara tırmaya dayalı ö renmeyi savunmasıdır. Piaget'in kuramını fen bilimleri e itimine uygulayan R. Karplus üç a amalı bir stratejinin kullanılmasını önermi ve bu a amaları öyle açıklamı tır (Çepni vd., 1997).

*nceleme ve veri toplama a aması:* Bu a amada ö renciler bir ö renme ortamına bırakılır ve kendi kendilerine deneyim kazanırlar. Ö renciler ö renme ortamındaki yeni araç-gereç ve di er materyalleri, ö retmenin veya ba ka ki ilerin yardımı olmadan inceler ve veriler toplarlar. Bu incelemeler sonucu ö renci önceki zihinsel yapısı ile açıklayamayaca ı bazı sorunlarla kar ıla ır. Böylece ö renci ö renmeye hazır hale gelir.

*Kavram tanıtımı a aması:* Bu a amada ö renciye yeni bir kavramın tanımı verilir ve böylece ö renci birinci a amada kar ıla tı ı soruların cevabını kendisi bulur.






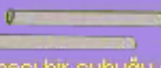


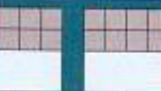
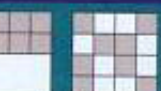
*Kavram uygulama a aması:* Bu a amada ise, ö renciler ö rendikleri kavramları yeni ve farklı durumlara uygulayarak peki tirme yaparlar. Ö rencinin araç-gereç ve malzemeler ile fiziksel deneyimi, ö retmen ve sınıf arkada ları ile ileti im faaliyetleri büyük önem ta ımaktadır.

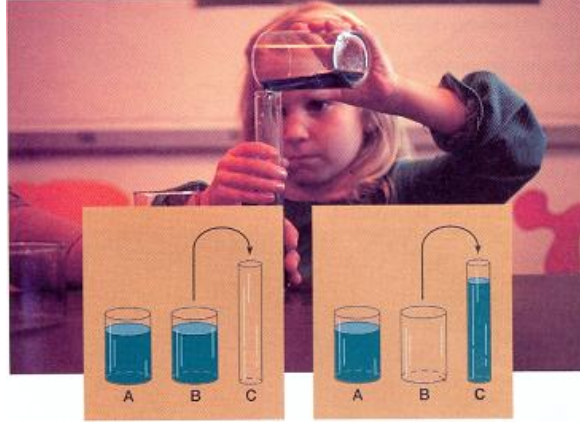
Ölçme ve ölçüm çocukların kavrayabilece i kavramlardır (Çepni vd., 1997). Çocuklar ölçme i lemine 5 ya ında ba layabilirler. Bu dönemde iki ya da üç nesneyi kıyaslayıp, “Daha uzun, daha büyük” olarak ifade edebilirler. 6 ya ında standart

olmayan ölçmeler yaparak ölçümlerini ifade etmeye çalışırlar. İlkö retim birinci ve ikinci sınıfta (7–8 ya ) temel standart ölçü birimlerini kullanmaya başlayarak basit ölçümler yaparlar. 9–10 yaşlarında standart ölçü birimlerini kullanmada daha tecrübeli olup daha çok araç kullanabilirler. 11 yaşından sonra ise hassas ölçümler alıp ölçümlerin tekrarlanmasının önemini kavrarlar (Kaptan, 1998; Ergin vd., 2005). Daha ileri yaşlarda ise yeni ölçme işlemleri türetilip yeni bilgi üretimi yoluna giderler. Böylelikle hem bilimsel bilgilerin hem de kendi çalışmalarının test edilmesi yönünde gelişim gösterirler.

Çocuklarda ölçme kavramının gelişimi konusunda önemli çalışmaları olan Piaget, çocukların kaç yaşında korunum kavramına sahip olabildiklerini belirlemek amacıyla deneyler tasarlamıştır (**Tablo 2.4**). Bu deneylerde sayı, miktar, uzunluk ve hacim korunumuna odaklanılmıştır. Deneylerin başlangıcında çocuklara aynı sayıda iki sıradama tabletleri, aynı miktarda kilden yapılmış iki top, aynı uzunlukta hamurdan yapılmış iki silindir ve içerisinde aynı miktarda su bulunan iki bardak gösterilmiştir. Bu miktarların aynı mı yoksa farklı mı oldukları sorulmuştur. 5 yaşındaki çocuklar miktarların aynı olduğunu belirterek bu soruya doğru cevap vermişlerdir. Deneyin ikinci aşamasında, damat tabletleri arasındaki uzaklık artırılmış, top düzleştirilmiş, silindir sabit olarak hareket ettirilmiş ve bardaktaki su daha ince bir bardağa konulmuştur. Üçüncü aşamada ise, yeni oluşturulan durum çocuklara incelettirilmiştir ve hala miktarların aynı olup olmadığı sorulmuştur. 5 yaşındaki çocuklardan doğru bir cevap alınamamıştır. Damat tabletlerinin arasındaki mesafe artırıldığında damat tabletlerinin sayısında da artış oldu, kilden yapılan toplar düzleştirildiğinde miktarın arttığı, silindirin hareket etmesiyle uzunluğun arttığı ve ince bardakta sıvı seviyesinin yüksek olmasından dolayı hacminin arttığı fikrine kapılmışlardır. Böylece çocukların algısal yanılğı içine düştükleri ve korunumu kavrayamadıkları anlaşılmıştır. Piaget, 6–7 yaş ve sonrası çocukların bu yanılğı içine düştüklerini, korunumun bu yaşlardan sonra gerçekleştiğini belirtmiştir (Piaget, 1983).

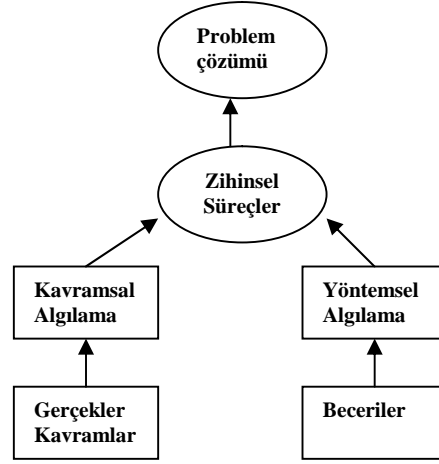
**Tablo 2.4.** Piaget'nin korunum kanunu (Santrock, 2001, s. 215)

Korunum türü	Başlangıçtaki gösterim	İşlem	İşlem öncesindeki çocuğun cevabı
Sayı	 Cisimlerden oluşan iki özdeş dizi çocuğa gösterilir. Çocuk dizelerdeki cisim sayısının birbirine eşit olduğunu kabul eder.	 Bir dizedeki cisimlerin arasındaki mesafe artırılır ve çocuğa bu dizede daha fazla cisim olup olmadığı sorulur.	Evet, daha uzun dizide daha fazla cisim
Miktar	 Kilden yapılmış iki tane top çocuğa gösterilir. Çocuk bunların birbirine eşit olduğunu kabul eder.	 Araştırmacı toplardan birinin şeklini değiştirir ve çocuğa topun hala eşit miktarda kil içerip içermediğini sorar.	Hayır, uzun olan daha fazla miktardadır.
Uzunluk	 Çocuğun önünde iki çubuk aynı hizaya getirilir. Çocuk iki çubuğun da eşit uzunlukta olduğunu kabul eder.	 Araştırmacı bir çubuğu sağa doğru hareket ettirir ve çocuğa çubukların uzunluklarının eşit olup olmadığını sorar.	Hayır, üstteki daha uzundur.
Hacim	 Özdeş kaplara aynı miktarda su konulur ve içlerine birer top yerleştirilir. Çocuk topların aynı miktarda su ile yer değiştirdiğini görür.	 Araştırmacı toplardan birinin şeklini değiştirir ve çocuğa topun hala aynı miktarda suyun yerini değiştirip değiştirmeyeceğini sorar.	Hayır, sağdaki uzun olan daha fazla suyun yerini değiştirir.
Alan	 İki özdeş levha üzerine özdeş tahta bloklar konulur. Çocuk tahta blokların boşlukta aynı miktarda yer kapladığını kabul eder.	 Araştırmacı blokları levhalardan birinin üzerine dağıtır ve çocuğa levhalardan birindeki blokların boşlukta daha fazla yer kaplayıp kaplamadığını sorar.	Evet, sağdaki levha boşlukta daha fazla yer kaplar.



**ekil 2.4.** Piaget'nin hacim korunum kanunu (Santrock, 2001, s. 214)

Gott ve Mashiter (1991, Ergin vd'den alıntı, 2005)'in olu turdukları fen modelinde, kavramların kavramsal algılama, becerilerin de yöntemsel algılama yoluyla öğrenilmesi ile geçirilen zihinsel süreçler problemlerin çözümüne ulaşmayı sağlamaktadır. Bu bağlamda, ölçme alan bilgisinin öğrenilmesi hem kavramsal hem de beceri boyutu içermektedir. Örneğin; “Eğimli bir yoldan aşağıya doğru giden oyuncak bir arabanın ortalama hızı ile arabanın kütlesi arasında nasıl bir ilişki vardır?” sorusuna öğrencinin çözüm bulmasını istediğimizde, öğrenci özellikle hız kavramının ne olduğunu, zaman ve uzaklık ile bağlantısını bilmelidir (teorik anlam). Aynı zamanda, öğrenci bu problemi çözebilmek için zaman, uzaklık ve kütleyi ölçebilecek yeteneğe sahip olmalı, hangi ölçme aracıyla zamanı, hangi ölçme aracıyla uzaklığı ölçeceğini ve hangi sıklıkta bu ölçümleri yapacağını bilmelidir (yöntemsel anlam) (Ergin vd., 2005).



**ekil 2.5.** Fen modeli (Gott ve Mashiter, 1991, Ergin vd.'den alıntı, 2005, s.6)

Sonuç olarak, ölçme için gerekli olan bilişsel becerilere sahip olunabilmesi için ölçme kavramlarının tanımları, ölçme araç-gereçlerinin hangi amaç için ve nasıl kullanıldıkları, ölçmede hata kaynakları ve bu hataların azaltılma yolları, hata payının hesaplanması, ölçme birimlerinin kullanımı ve birbirine dönüştürülmesi, ölçmede doğruluk, tutarlılık, güvenilirlik, duyarlılığın önemini bilmesi gerekmektedir. Böylelikle ölçüm alabilmek için gerekli olan ölçme bilgisine sahip olunabilir.

### 2.3.2. Duyusal beceriler

Duyusal beceriler, tutum, duygu, değer, istek ve hisleri olumlu yönde pekiştirebilme becerilerini içine almaktadır. Duyusal alanla ilgili en çok kabul edilen sınıflama Krathwohl, Bloom ve Masia'nın 1964 yılında oluşturdukları duyu sal alan taksonomisidir. Bu taksonomi beş aşamadan oluşmaktadır (Krathwohl, Bloom ve Masia, 1964; Bacanlı, 1999; Moore, 2000). Bunlar;

1. Alma
2. Tepkide bulunma
3. Değer verme
4. Örgütlenme
5. Bir değer ya da değerler bütünü ile nitelenmişlik

*Alma:* Belli olgu ve uyarıcıların varlığına duyarlı olma, yani onları alma ve katılmaya istekli olma durumudur. İzleme, seçme, sorma, iaret etme, dokunma, yerle tirme becerileri bu evrenin özellikleri arasında yer almaktadır.

*Tepkide bulunma:* Bir uyarana istekli olarak katılımın yanında uyarana karşı istekli olarak karşılık verme durumudur. Cevaplandırma, deneme, anlatma, gösterme, yardım etme, gerçekle tirme becerileri bu evrenin özellikleri arasında yer almaktadır.

*De er verme:* Bir objenin, olgunun veya uyaranın değerini anlama durumudur. Bu düzeydeki beceriler inanç, hayranlık, tutumu yansıtmaktadır. Paylaşma, önerme, davet etme, izleme, emek harcama becerileri bu evrenin özellikleri arasında yer almaktadır.

*Örgütlenme:* Birden fazla değer arasındaki ilişkilerin belirlenip bir bütün haline getirilmesi durumudur. İlişkilendirme, etkilenme, bağımlı kalma becerileri bu evrenin özellikleri arasında yer almaktadır.

*Bir değer ya da değerler bütünü ile nitelenmişlik:* Örgütlenen değerler çerçevesinde davranışların gerçekleştirilmesi durumudur. Savunma, ayrıştırma, kullanma becerileri bu evrenin özellikleri arasında yer almaktadır.

Ölçme işlemi gerçekleştirilebilmek için bilişsel becerilerin yanı sıra duyuşsal becerilere de ihtiyaç vardır. Duyuşsal beceriler ile öğrenciler ölçmeye duyarlı ve istekli hale gelmektedir. Böylece ölçme işlemi onlar için önemli bir forma dönüşmektedir. Ölçme işlemi gerçekleştirilebilecekleri uygulama ortamlarının yaratılması ile bu durum ilgi çekici bir hal almaktadır. Böylece onların duyuşsal becerilerinin günlük yaşamına çıkarılmasına olanak verilmektedir.

### **2.3.3. Psikomotor (değerini sel) beceriler**

Fen bilimleri, bilimsel bilgilerin ve bu bilgilerin kullanılabilmesine yönelik becerilerin öğrencilere kazandırılmasında önemli bir yere sahiptir (Coştu vd., 2005). Bu becerilerin geliştirilmesi fen biliminin uygulama yeri olarak belirlenen laboratuvarlarda gerçekleştirilmektedir. Laboratuvar malzemelerini tanıma ve bunların hangi amaçla kullanıldığını bilme laboratuvar uygulamalarının en temel faktörüdür.

Araç-gereç ve malzemelerin do ru kullanılabilmesi ise beceri gerektiren bir durumdur.

Beceri geli imi, bir devini sel becerinin ham olarak kazanılmasından, karma ık becerilerde ustala maya kadar çe itli a amalardan olu ur. Bloom taksonomisinde psikomotor ö renme be a amada incelenmi tir (Bloom, 1956; Moore, 2000; Co tu vd., 2005; Çepni vd., 2005; Ergin vd., 2005).

1. Uyarılma
2. Kılavuz denetiminde yapma
3. Beceri haline getirme
4. Duruma uydurma
5. Yaratma

*Uyarılma:* Uyarılma a amasında ki ilerin, davranı ları gerçeikle tirmeye ilgi duyması ve böylece el alı kanlı ı kazanması hedeflenmektedir. Burada önemli olan ki ilerin çaba sarf etmesidir. Ki i kendi kendine araç ve gereçleri tanımaya, nasıl kullanılaca nı çözmeye çalı maktadır.

*Kılavuz Denetiminde Yapma:* Uzman bir ki i ile davranı n gerçeikle tirilmesi durumudur. Uzman, ki iyi gözlemler, gerekti inde ona müdahale ederek do ru bir sonuca varabilmesi için talimatlar verir. Bu a amadan sonra ki inin belli düzeyde bu beceriye sahip olması beklenir. Öncelikle zaman sınırlaması olmadan, daha sonra da en kısa zamanda i lemin gerçeikle tirilme düzeyi incelenir.

*Beceri haline getirme:* Bu a amada ki i, i lemi tek ba na gerçeikle tirmelidir. Yapılan i lemde hata düzeyinin en az olması ve i lemin amacına hizmet etmesi önem ta maktadır.

*Duruma uydurma:* Ki ilerin daha önceki basamaklarda kazandı ı davranı ları farklı durumlarda kullanabilmesi durumudur. Böylece ki i zihnini, el becerisini ve deneyimlerini kullanarak yeni durumlarda ba arılı olabilmektedir.

*Yaratma:* Bu a ama bili sel alanın sentez, duyu sal alanın nitelenmi lik a amaları ile aynıdır. Ki i i lemin birçok a amasını kendisi tasarlar ve uygular. Böylelikle yeni i lemler ortaya çıkarılmaktadır.

Ölçme i lemini gerçeikle tirebilmek için bili sel ve duyu sal becerilerin yanında psikomotor beceriye de sahip olmak gerekmektedir. Öncelikle ö renciler ölçme



araçlarına dokunup, onları inceleyerek basit etkinlikler yapmalı ve böylece el alı kanlı ı kazanmalıdır. Daha sonra uzmanlardan yardım alarak ölçme i leminin nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğini öğrenmeli ve öğrendiklerini uygulamalıdır. Doğru araç ve yöntemlerle yapılan birçok uygulamadan sonra da öğrencinin ölçme becerisini kazanması hedeflenmelidir.

## **2.4. Ölçme E itimine Yönelik Çalışmalar**

Ölçme konusunda yapılan ara tırmalar incelendi inde, büyük ço unlu unun farklı öğrenim düzeylerine yönelik etkinlik geliştirme çalışmaları olduğu görülmü tür. Bu nedenle mevcut çalışmanın literatür incelemesinde, bu konuya özel bir bölüm ayrılmı tır. Etkinlikler, okul öncesi ve ilkö retim öğrencilerine yönelik etkinlikler, ortaö retim öğrencilerine yönelik etkinlikler, öğretmen adayları ve öğretmenlere yönelik etkinlikler ve fen-matematik dersleriyle bütünleştirilen etkinlikler olmak üzere 4 gruba ayrılarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda, oluşturulan sentez, bölümün sonunda yer almaktadır.

### **2.4.1. Okul öncesi ve ilkö retim öğrencilerine yönelik etkinlikler**

Okul öncesi öğrencilerine yönelik geliştirilen ölçme etkinlikleri, Piaget'nin korunum kanununa (Piaget's conservation task) dayalı olarak geliştirilmiştir. Okul öncesi öğrencileri standart birimleri bilmediklerinden dolayı, ölçümlerini bildikleri bir büyüklükle kıyaslayarak, örneğin madeni para veya ellerini kullanarak yapmaktadırlar. Bunu gözlemleyen ara tırmacı Ashbrook (2006), çocukların standart birimleri fark etmeleri ve ölçmeyi kavramalarını sağlamak amacıyla uzunluk, hacim, a ırlık, alan ve zaman ölçümü ile ilgili uygulama temelli basit etkinlikler hazırlayarak okul öncesi öğrencilerinin birimleri anlamasını sağlamıştır.

Ölçmenin doğası olan kıyaslamadan yola çıkarak, Reece ve Kamii (2001), öğrencilerin küçük birimlerden büyük birimleri tahmin etme becerilerini geli tirmeye yönelik etkinlikler tasarlamışlardır. Nitel ara tırma yöntemine dayalı bu çalışmada, 2-5. sınıf 257 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Ara tırmanın iki önemli bulgusu vardır. Bunlardan birincisi, 2. sınıftan 5. sınıfa doğru, tıpkı Piaget'nin korunum

kanununda da belirtti i gibi, ö rencilerdeki kıyaslama becerilerinin arttı ı; ikincisi ö rencilerde ölçmeye yönelik önce uzunluk, sonra hacim daha sonra ise zaman ölçme becerilerinin geli ti i sonucuna varılmı tır. Bu sonuç, Long ve Kamii (2001)' nin 120 ö renci ile zaman ölçümü üzerine aynı ara tırma yöntemi kullanılarak yapılan çalı masıyla, Kamii ve Clark (1997)'ın 383 ö renci ile uzunluk ölçümü üzerine aynı ara tırma yöntemi kullanılarak yapılan çalı masıyla da desteklenmektedir. Buna ilave olarak, ö rencilerin önce uzunluk, sonra hacim daha sonra ise zaman ölçme becerilerinin geli mesine neden olarak, zamanı ölçmenin, uzunluk ve hacim ölçmeye göre daha karma ık bir yapıda olmasından kaynaklandı ı ileri sürülmektedir. Çünkü uzunluk ve hacim ölçümünde ö rencilerin elinde somut bir nesne oldu u, zaman ölçümünün ise buna göre soyut kaldı ı dü ünülmektedir.

Bununla birlikte, Parrot (2005), ö rencilerin ortaokula kadar metrik sistemi kullanarak ölçüm yapabilme becerisini kazanmaları gerekti ini, fakat uygulamaya yönelik ö retim stratejilerinin kullanılmaması nedeniyle bunun ba arılamadı ına dikkat çekmektedir. Ö rencileri metrik sistemle tanı tırmak için onlara “1 litrelik sürahide ne kadar süt vardır?” gibi günlük ya amdan sorular yöneltmi tır. Daha sonra ö rencilerin bir birimle tanımlanmı olan ölçümü farklı birimlere çevirebilme becerisi kazandırmalarını sa lamı tır.

İlkö retim 4–6.sınıf ö rencilerinin ölçme sistemi ile ilgili bilgi düzeylerini ve dü ünce becerilerini geli tirmek amacıyla tasarlanan etkinlikler genel olarak uzunluk, kütle, sıcaklık ve hacim kavramlarını kapsamaktadır (örn., Leyden, 1995; Sterling, 1999, 2006; Hand, 2005; Sears, 2005; Coskie, 2007; Hanley, Cammilleri, Tiger ve Ingvarsson, 2007). Bu etkinlikler ö rencilerin ölçme birimlerini ke fetmelerine yönelik tasarlanmı tır. Ayrıca birim çevirme, tahmin etme, kıyaslama konuları da ele alınmı tır. Temel ölçümlerin yer aldı ı etkinlikler grup çalı ması yöntemiyle gerçekleştirilmi tır. Etkinlikler sonrasında ölçme i leminde do ru birimin belirlenmesi ve birimlerin birbirine çevrilebilmesi, duyarlılık ve hata payı konuları üzerinde tartı ma ortamı yaratılmı tır.

Hand (2005), ilkö retim ö rencilerine yönelik sorgulama temelli hazırlanı oldu u ölçme etkinliklerinde uzunluk ve zaman kavramları üzerinde durmu tur. Etkinliklerinde, ölçümün nasıl gerçekleştirildi inin yanı sıra ölçümlerdeki duyarlılık ve güvenilirlik kavramlarının önemine de de inmi tır.

Sears (2005), ilkö retim öğrencilerine yönelik kütle ve a ırlık kavramları ve bu kavramların ölçümü ile ilgili sınıf içi çalı maları için hazırlanmış oldu u etkinliklerde, buluş yoluyla öğrenme stratejisini kullanarak öğrencilerin kıyaslama ve tahmin etme becerilerini geli tirmeyi hedeflemektedir. Bu etkinliklerle terazi bölümleri ve terazi kullanım amalarının öğrenilmesi sağ lanmış , kütle ve a ırlık kavramları arasındaki farklılıklara dikkat çekilmiş ve ölçme birimleri ile ölçmede duyarlılık sağ lanmıştır.

Bunun yanı sıra, ilkö retim 1 ve 2. sınıf öğrencilerinin sadece uzunluk ölçme becerilerinin geli tirilmesine yönelik hazırlanan çalı mada sıralama, tahmin, kıyaslama, hassas ölçüm ve cetvel kullanımına önem veren etkinlikler yer almaktadır. Uygulama temelli bu etkinliklerde, öğrencilerin gözlem ve deneyimlerini birbirleriyle paylaşmaları öngörülmektedir (Smith, Sterling, Moyer-Packenham, 2006).

Leyden (1995), ölçüm yapma ve değişkenlerin kontrol etme ile ilgili olarak hazırladığı etkinlikte, ilkö retim öğrencilerinden karın hacmini ve karın eriyip su haline dönü tü ündeki hacmini bulmalarını istemiştir. Bu süreçte ölçümlerde hata payı ve güvenilirlik kavramlarının öğrenimini de hedeflemektedir. Bu nedenle, grup çalı ması yapan öğrenciler ölçümde hata paylarını belirleyerek, ölçüm sonuçlarını diğer gruplar ile kıyaslamışlardır. Etkinlik sonucunda gruplar farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Bununla birlikte, Coskie (2007) aynı etkinliği 4–6. sınıf öğrencilerine sorular yönelterek uygulamıştır. Böylece hem su ve buzun hacimleri arasındaki ilişkinin öğrenilmesi, hem de ölçme işlemlerinin gerçekleştirilmesi sağ lanmıştır.

#### **2.4.2. Ortaö retim öğrencilerine yönelik etkinlikler**

Öğrenciler ortaö retim düzeyine gelinceye kadar temel ölçme konularını öğrenmektedirler. Ortaö retimden sonra da laboratuvar derslerinde yoğunlaşmaya başlamaktadırlar. Tretter (2000), öğrencilerin fizik laboratuvarında başarılı olabilmeleri için temel becerilere sahip olması gerektiğini görüşünü savunmaktadır. Bu sebeple, liseye başlayan öğrencilerin sahip oldukları temel becerileri belirlemek ve geli tirmek için ders öncesi hazırlık programı başlatmıştır. Bu programda uygulanacak üzere uzunluk, hacim, kütle, zaman ve sıcaklık ölçümlerinin yer aldığı etkinlikler geli tirilmiştir. Ölçme araçlarının kullanımı, birim belirleme ve duyarlılık

konuları etkinliklerin temelini oluşturmaktadır. Tretter, etkinlik hazırlamanın yanı sıra, bu etkinliklerin uygulanması için ortam hazırlayarak gerekli zamanı ayırmıştır. 90 günlük program sonrasında, ölçme etkinliklerinin kalıcı olabilmesi için uzun bir süreç gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte programın üçüncü haftasında öğrencilerin bilimsel süreci daha iyi anladıkları ve önkoşul becerilerini geliştirdikleri gözlemlenmiştir.

Coelho ve Sere (1998), ölçme konusunun öğretimi karmaşık ve zaman alıcı olması nedeniyle, laboratuvar derslerinde ölçmeye yeterli kadar zaman verilmediği, teorik derslere öncelik tanındığı görülmüştür. Bu bağlamda yapılan araştırmalar, ölçme sürecinin gerçekleştirilebilmesine yöneliktir. Ölçme sürecinde öğrencilerin düşünme becerilerini kullanabilmeleri, veri toplama, verileri yorumlama, duyarlılık, doğruluk kavramları üzerinde durulmuştur. Öğrencilerin kendi yaptıkları ölçümlere inanıp inanmadıklarını, doğru değerlerin bulunma amaçlarını ve elde edilen bu cevapların öğrenci fikirlerini nasıl etkiledikleri gözlemlenmiştir. 14-17 yaş aralığındaki 21 öğrenciye uygulanan etkinlik ve röportaj sonucunda, öğrencilerin elde ettikleri ölçüm çok iyi olmamasına rağmen, öğrencilerin teori ve deneyi karşılaştırmada ölçmenin önemini bildikleri gözlemlenmiştir.

### 2.4.3. Öğretmen adayları ve öğrencilere yönelik etkinlikler

Bireyde bilgi edinimi, öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşim ile gerçekleştirilmektedir. Öğrencileri yönlendiren öğretmenler, bu bilgi aktarımını gerçekleştirebilmek için yeterli bilgi ve becerilere sahip olmalıdır. Bu sebeple öğretmen adayları ve öğretmenler için ölçme konusunda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Coştu vd (2005), öğretmen adaylarının laboratuvar araçlarını kullanma becerilerini belirlemek ve eksiklikleri gidermek amacıyla İlköğretim Matematik, Fen Bilgisi ve Kimya Öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören 135 öğretmen adayına araştırmacılar tarafından geliştirilen yazılı cevap gerektiren bir test uygulanmıştır. Analizler sonucunda laboratuvar malzemelerini kullanma açısından en başarılı olan bölüm Kimya Öğretmenliği, en başarısız olan ise İlköğretim Matematik Öğretmenliği olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının % 19'unun

laboratuvar araç ve gereçlerini farklı amaçlar için kullandıkları gözlenmiştir. Örneğin; çözeltinin balon jöje yerine beher, mezür, büret, erlen, deney tüpü, cam balon gibi kaplarda hazırlanacağını belirtmişlerdir. Öretmen adaylarının % 22'sinin de çözeltileri hazırlamak için gerekli miktarları hesaplarken matematiksel işlemlerde ya da birim çevirmelerinde hatalar yaptıkları belirlenmiştir.

Diğer bir çalışmada ise, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından fizik laboratuvarlarına yönelik düzenlenen olan kursa katılan fizik öğretmenlerinin, hizmet içi kurslarında laboratuvara yönelik nasıl bir içerik istediklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın örneklemini “*Fizik Laboratuvar Araçlarını Kullanma ve Formatörlük Kursu*”na katılan 36 fizik öğretmeni oluşturmaktadır. Veriler anket, mülakat, gözlem yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Sonuçta, fizik öğretmenlerinin % 70'i, laboratuvarında isimlerini, nasıl kullandıklarını bilmedikleri laboratuvar araç-gereçlerinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin araç-gereçleri kullanabilmeleri için sahip olmaları gereken psikomotor becerilerinin yeterince gelişmediği anlaşılmıştır (Çepni vd., 2005).

Goldstone, Marlette ve Pennington (2001) tarafından, öğretmen adaylarının metrik sistemin önemini fark etmelerini, ölçmede doğruluk ve duyarlılık kavramalarını sağlamak amacıyla çeşitli senaryolar gerçekleştirilmiştir. Bu ders süren çalışmada beyin fırtınası yapılarak öğretmen adaylarının bu etkinlikleri okullarda nasıl uygulayabilecekleri ile ilgili fikirler oluşturulmuştur. Farklı uzunlukların farklı duyarlılıktaki araçlarla ölçülmesine yönelik fikir birliği sağlanmıştır. Öğretmen adaylarından biri, daha önce fen derslerinde hiç ölçme yapmadığını, bu tür etkinliklerle sadece matematik dersinde karşılaşmış olduğunu belirtirken, ölçmenin fen dersinin de bir parçası olduğunu düşüncesine bu etkinlikler ile sahip olduğunu söylemiştir. Sonuçta, öğretmen adayları metrik sistemin uygulanmasının zor olmadığını, fen derslerinde iyi bir öğretim sağlanabilmesinde ölçmenin büyük bir payı olduğunu belirtmişlerdir.

#### 2.4.4. Fen ve matematik dersini bütünle tiren etkinlikler

Bloomquist (1993) çalı masında, ölçme becerisinin hem matematik hem de fen derslerinde kullanılan beceriler arasında yer aldını belirtmiştir. Bu sebeple ilkö retim 4–7. sınıf öğrencileri için uzunluk, alan, hacim ve kütle ölçümlerinden olunan kefetmeye yönelik uygulama temelli etkinlikler hazırlamıştır. Çalı mada, bu ölçme kavramlarının ölçümü ve birbiri ile ilişkisi ele alınmış, hangi birimlerin kullanılmasının daha doğru olacağını tartışılmıştır. Sonuçta araştırmacı, ço u öğrencinin nasıl ölçüm yapılacağını bildiğini fakat niçin standart ölçme birimlerinin kullanıldığını bilmediklerini gözlemlemiştir. Bilimsel yöntem ve gözlemin en önemli kısmını oluşturan ölçme becerisinin kazandırılabilmesi için, bu etkinliklerin fen derslerinin başlangıcında uygulanması gerektiğini, yeni bir konuya başlamadan önce de araç kullanımının bilinmesi gerektiğini araştırmacının sonuçları arasındadır.

Sherman (1997), ölçmede fen ve matematiğin ortak bir paydada buluşunu ifade etmektedir. Öğrencilerin fikir oluşturma, deneyim kazanma ve kendi ölçme aracını oluşturma konularında istekli olmalarından yola çıkarak öğrencilerin farklı disiplinler arasında başarılabilmelerini sağlamak amacıyla ölçme ile ilgili etkinlikler hazırlamıştır. Etkinlikler, uzunluk ve hacim ölçme konularını kapsamaktadır. Bu etkinlikler ölçme aracı oluşturma ve birimler arası farklılıklarla dikkat çekmektedir. Oyun yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerde ölçmede duyarlılık, tutarlılık kavramlarına dikkat çekilmiş, tahminler ile doğru ölçüm arasındaki farkın gözlenmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak, fen ve matematik dersleri arasında bağlantı kurulmasıyla metrik sistem hem anlaşılır hem de etkili bir duruma dönüşmüş, öğrenme sürecinin ilginç ve orijinal bir hal aldığını belirlenmiştir.

Callison, Anshutz ve Wright (1997) da, ölçme çalı malarında matematik ve fen derslerinin birbiriyle bütünleşik olduğunu dü ünmektedirler. Bu yüzden her iki derste de ihtiyaç duyulan sorgulama ve dü ünme becerilerini araştırmak, öğrencilere ölçme becerisi kazandırmak, standart ölçme birimlerini tanımlarını sağlamak amacıyla bu çalı ma gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan etkinlikler ilkö retim 3.sınıf öğrencileri ile grup çalı ması yöntemini kullanarak uygulanmıştır. Sonuçta, standart olmayan birimlerin ölçümlerinin doğruluğunu, tutarlılığını nasıl etkilediğini kefetmelerine

yardımcı olunmu tur. Ayrıca tahminler ile do ru de er arasındaki farklılıkları ö renmeleri sa lanmı tır.

Di er iki çalı mada ise, bir odanın ne kadar patlamı mısır alabilece i ve bir narın içerisinde kaç nar tanesi bulunabilece ine yönelik etkinlikten olu maktadır. Bilimsel süreç becerilerinin kullanılmasında nasıl bir strateji uygulanaca mını fen derslerinde ö renilen bilgiler; boyut ve hacim hesaplarında matematiksel bilgiler kullanılmaktadır (Hurley ve Normandia, 2005; Rommel-Esham, 2007). Böylece Leyden (1995) ve Coskie (2007)'nin çalı malarında, karın (buzun) hacmini ve karın eriyip su haline dönü tü ündeki hacmini bulma etkinli inde de oldu u gibi, fen ve matematik dersinin bütünle mesi gerçekte tirilmi tir.

Özetleyecek olursak, ölçme, do ası gere i uygulama yapma ve süreklilik gerektiren bir süreçtir. Ara tırmacılar ölçmenin uygulama gerektiren bir bilim dalı olmasından yola çıkarak tasarlamı oldukları etkinliklerle, ö rencilerin ölçme becerilerini geli tirmeyi hedeflemektedirler. Etkinlikler, beceri geli iminin yanı sıra ö rencilerin ölçmede güvenirlik, duyarlılık, tutarlılık, hata payı ve do ruluk kavramlarını fark etmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca ölçme birimleri, birim çevirmeleri, kıyaslama ve tahmin etme becerileri etkinlikler içerisinde yer alan konulardandır. Yapılan çalı malarda genellikle ilkö retim düzeyinde hazırlanan etkinliklere odaklanılmı tır. Çalı maların bir kaçında, ö retmen adayları ve ö retmenlerin yetersizli inden bahsedilse de bunun nasıl giderilece ine yönelik çalı malar sınırlı kalmı tır.

İkö retim ö rencileri için hazırlanan etkinliklerde kütle, a ırlık, uzunluk, sıcaklık, hacim ve zaman kavramlarının ele alındı ı görölmektedir. En çok uzunluk ölçümü, daha sonra kütle, a ırlık, hacim, sıcaklık ve zaman ölçümleri üzerinde durulmaktadır. Etkinlikler sorgulama ve uygulama temelli olup fen ve matematik konuları bütünle ik bir anlayı la ele alınmı tır. Ayrıca çalı malar, genel olarak etkinliklerin nasıl uygulanabilece ini gösterir niteliktedir. Etkinliklerin amacına ne derece hizmet etti i hakkında bilgi verilmemekte ve etkinlik uygulamalarından elde edilen sayısal verilere sadece birkaç çalı mada rastlanmaktadır. Bununla birlikte incelenen çalı malarda ölçme araçlarının nasıl kullanılması gerekti ine çok fazla de inilmemi tir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ara tırmada tercih edilen yöntem, ara tırmanın katılımcıları, veri toplama araçları ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler bu bölümün içeriğini oluşturmaktadır.

#### 3.1. Ara tırma Yöntemi

Eğitimde kullanılan ara tırma yöntemleri, nitel ve nicel yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Yıldırım ve Şimşek (2006) nitel ara tırmayı: “ Kuram oluşturmaya temel alan bir anlayışla sosyal olguları buldukları çevre içerisinde ara tırmayı ve anlamayı ön plana alan bir yaklaşımdır.” olarak tanımlamıştır. Nitel verilerle olayların nedeni ve nasıl gerçekleştiği konularında detaylı bilgi elde edilebilmektedir. Nicel ara tırmada ise, araştırılan konu hakkında sayısal verilerle bir genelleme yapılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Nitel ve nicel ara tırmalar elde edilen verilerin derinliği ve derinliği açısından birbirinden farklılık göstermektedirler. Bu nedenle nitel ve nicel ara tırma yöntemleri birbirini tamamlayıcı özelliktedir.

Creswell (1994) bir ara tırmada, nitel ve nicel çalışmaların birlikte yürütüldüğü *birleştirilmiş desen modelini* (models of combined designs) üç başlık altında incelemiştir. Bunlar:

1) *ki-ama amalı desen (two-phase design)*: Bu desende, çalışmanın nitel yönü öne çıkmakla birlikte nitel ve nicel ara tırma *ki-ama* olarak birbirini izlemektedir. *ki-ama* desende nitel ve nicel yöntemler birbirinden net olarak ayrılmakta, nicel ve nitel veriler arasında bağlantı kurulmamaktadır.

2) *Baskın-daha az baskın desen (dominant-less dominant design)*: Bu desende baskın olan *ama*, genel çalışmaya alternatif küçük bir *ama* ile desteklenmektedir. Örneğin; anket çalışmasına yönelik nicel bir araştırmanın, görüşme tekniği uygulanmış nitel bir çalışma ile birleştirilerek aynı çalışmada sunulması.

3) *Karma desen modeli (mixed-methodology design)*: Bu desende ise, nitel ve nicel yöntemin bakış açıları, çalışmanın tüm amaçlarında veya birçok amaçta birlikte kullanılabilir. Karma desen modeli, nitel ve nicel ara tırmaların avantajlarının bir arada kullanılmasına olanak vermektedir. Böylece çalışma tümevarım ve tümdengelim yöntemleri ile ele alınmaktadır. Bu desenin dezavantajı



ise ara tırmacının nitel ve nicel ara tırmanın ikisi ile ilgili geli mi bilgiye sahip olmasını gerektirmesidir.

Ölçme becerisine sahip olabilmek bili sel ve psikomotor beceri gerektirmesi sebebiyle, mevcut ara tırmadaki katılımcıların hem bili sel hem de psikomotor boyuttaki becerilerinin belirlenebilmesi için bu deneysel çalı mada *karma desen modeli* kullanılmı tır (Creswell, 1994). Karma desen modeli, ara tırma sürecinin farklı a amalarında ara tırma yöntemlerini birle tirerek ara tırmanın test edilmi ve açıklanmı bir anlayı la gerçekte tirilmesini sa lamaktadır. Karma yöntemler kullanılarak ara tırmanın geni letilmesi, bulguların birle tirilmesi, sonuçların detaylandırılması, ortaya çıkabilecek ön yargıların ya da yanlı anlamaların önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Böylece ara tırma sonuçlarının geçerlili i ve genellenebilirli i konusunda okuyucuya daha iyi fikir verilebilmektedir (Creswell, 1994; Yıldırım ve im ek, 2006).

Ara tırmada, ö rencilerin ölçme konusu ile ilgili sahip oldukları bili sel becerilerini belirlemek için izleme testi, psikomotor becerilerini belirlemek için ise beceri-gözlem formu kullanılmı tır. Ayrıca bu becerilerini geli tirmelerine yönelik sorgulama temelli etkinlik tasarlanıp uygulamalarına olanak verilmi tir. Bütün bunların yanında, süreç içerisinde ö rencilerin ölçme beceri geli imi ara tırmacı tarafından gözlenmi ve kayıt edilmi tir. Bu ba lamda, ara tırma süreci **Tablo 3.1**'de gösterilmi tir.

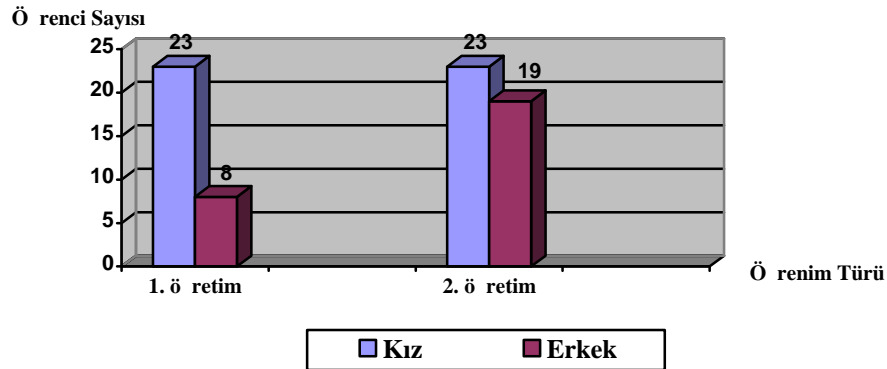
**Tablo 3.1.** Ara tırmanın yöntem akı tablosu

1) ÖN TEST		2) Ö RET M		3) SON TEST		4) BEL RL SÜREÇ SONUNDA		5) KALICILIK TEST	
Bili sel Boyut	Psikomotor Boyut	Bili sel Boyut	Psikomotor Boyut	Bili sel Boyut	Psikomotor Boyut	Bili sel Boyut	Psikomotor Boyut	Bili sel Boyut	Psikomotor Boyut
zleme testi	Beceri-gözlem formu			zleme testi	Ara tırmacı notu 1	Gözlem		zleme testi	Ara tırmacı notu 2
<i>Ölçme araçlarının eklen tanınması, araçların kullanımı ve ölçmenin do ası ile ilgili öğrencilerin bilgi düzeylerinin belirlenmesi.</i>	<i>Ö rencilerin e it kollu terazi, dinamometre, dereceli silindir, cetvel, kumpas, termometre, kronometre ile ölçüm yapabilm becerilerinin belirlenmesi.</i>	<i>Kütle, a ırlık, hacim, uzunluk, sıcaklık, zaman kavramları ile ilgili temel ölçmelerden olu an düzenek kurularak ölçmenin do ası ve ölçme araçlarının do ru kullanımına yönelik öğrencilerin gerçeikle tirilmesi.</i>	<i>Ö renilen ölçme bilgi ve becerilerin temel ölçmelerden olu an düzeneklerde tekrar uygulamaları ve “Süngerin su tutma kapasitesi” ba lıklı etkinli inde kullanılması. Böylece ölçme becerilerinin geli tirilmesi.</i>	<i>Ölçme araçlarının eklen tanınması, araçların kullanımı ve ölçmenin do ası ile ilgili öğrencilerin bilgi düzeylerinin belirlenmesi.</i>	<i>Ö retim a aması sürecinde öğrencilerin sahip oldu u ölçme bilgi ve beceri geli im düzeylerinin gözlenmesi.</i>	<i>Ara tırmanın öğrencilerin öğrenim sürecinin tamamlanmasından sonra öğrencilerin öğrenim sürecinde gözlenmeye devam edilmi tir. Amaç, laboratuvar ortamında farklı konular i lenirken(örn; basınç, sıcaklık, elektrik...) öğrencilerin ölçme bilgi ve becerilerini yeni alanlara aktarıp aktaramadıklarını gözlemlemektir.</i>		<i>Ölçme araçlarının eklen tanınması, araçların kullanımı ve ölçmenin do ası ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları bilgilerin kalıcılık düzeylerinin belirlenmesi.</i>	<i>Son test ile kalıcılık testi arasındaki süreç içerisinde yapılan gözlemin de erlendirilmesi</i>
(1-3. hafta ) →		(4-5. hafta) →		(6. hafta ) →	(4-5. hafta) →	(7-13. hafta) →		(14. hafta) →	(7-13. hafta) →

### 3.2. Ara tırmannın Katılımcıları

Bu çalı manın örneklemini, Batı Anadolu'daki bir üniversitenin 2008–2009 eğitim öğretim yılında Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümü 3. sınıfta öğrenim gören 73 öğretmen adayını oluşturmaktadır. Öğretmen adayları üniversiteye merkezi bir sınavla yerleştirilmiş olup, onların bu üniversitedeki eğitimleri 4 yıl sürmektedir. Öğrenciler ülkenin farklı şehirlerinden gelmiş ve genel olarak ailelerinin sosyo-ekonomik düzeyleri orta seviyededir. Ayrıca öğrenimleri süresince fizik, kimya, biyoloji, matematik gibi derslerin temel konularını öğrenmişlerdir. Bu çalışmada “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları” dersinde gerçekleştirilmiştir.

**Grafik 3.1.** Çalışmaya katılan öğrencilerin öğrenim türleri ve cinsiyetleri



### 3.3. Veri Toplama Araçları

Ara tırmada izleme testi, beceri-gözlem formu ve ara tırmacı notu olmak üzere üç veri toplama aracı kullanılmıştır. İzleme testi ve beceri-gözlem formu ara tırmacı tarafından geliştirilmiştir. Ölçme araçlarının geliştirilmesi amacıyla, öncelikle ilgili literatür taraması yapılmış ve bu doğrultuda sorular hazırlanmıştır. Daha sonra tez yöneticisinin ve uzmanların görüşlerine sunulmuştur. 2007–2008 eğitim öğretim yılında Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 57 öğrencinin katılımı ile

gerçekle tirilen pilot çalı ma sonucunda elde edilen bulgulara göre lme araçları son eklini almı tır.

zleme testinin güvenilirli i madde analizi ile sa lanmı tır (Tuckman, 1999). Her bir madde, güçlük (difficulty) indeksi ve ayırt etme (discrimination) indeksine göre de erlendirilmi tir. *Güçlük indeksi*, maddeleri do ru cevaplandırانların yüzdesidir. Güçlük indeksinin 50 ile 75 arasında olması önerilmektedir. *Ayırt etme indeksi*, her bir madde için, o maddeyi cevaplandırان alt ve st dilimdeki  rencilerin yüzdelerinin farkına denk d mektedir. Ayırt etme indeksinin 20'nin üzerinde olması önerilmektedir (Tuckman, 1999). Örne in; izleme testimizdeki “Dinamometre ile ölüm yapılırken dinamometrenin a rlı ı lleri de i tirir” maddesini pilot çalı mada  rencilerin %58'i do ru cevaplandırmı tır. Bu oran, güçlük indeksi açısından geçerlidir. Aynı maddenin ayırt etme indeksi 24 oldu undan bu madde kullanılabilir niteliktedir. Bu sebeple bu madde izleme testi içerisinde yer almaktadır. Fakat “Deney sonuçlarında olu an hatalar geli kaynaklarına göre deneysel hatalar ve hesaplama hataları olmak üzere ikiye ayrılır” maddesini pilot çalı mada  rencilerin sadece %37'si do ru cevaplandırmı tır. Bu oran güçlük indeksi açısından geçerli olmamakla birlikte, ayırt etme indeksinin de 17 bulunmasıyla bu maddenin izleme testinde yer almaması gerekti ine karar verilmi tir.

Veri toplama araçları ile ilgili bilgiler a a ıda açıklanmı tır.

### 3.3.1. zleme testi

Ki ilerinin belirli bir konudaki bilgi düzeyleri bilgi soruları ile tespit edilmektedir. Ara tırmanın bili sel boyutunda  rencilerin lme ile ilgili bili sel becerilerini belirlemek amacıyla ara tırmacı tarafından izleme testi hazırlanmı tır. zleme testi  rencilere ön test, son test ve kalıcılık testi olarak üç amada uygulanmı tır. Bu testler iki bölümden olu maktadır. A bölümünde,  rencilerin lme araçlarından *cetvel, kumpas, e it kollu terazi, dinamometre, kronometre, dereceli silindir ve termometreyi* ekil olarak tanıyıp tanımadıkları test edilmi tir. B bölümünde ise,  rencilerin lme bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla hazırlanmı sorular bulunmaktadır. Sorularda lmenin do ası, lme araçları ve kullanımları, ölçmede hata kaynakları, duyarlılık, tutarlılık konularını ele alınmaktadır. Bu testlerdeki

sorular çalı manın nicel boyutunda ele alınmı tır. Ön test, son test ve kalıcılık testi bölümleri aynı olmakla birlikte, izleme testi olması açısından sorular arasında küçük farklılıklar vardır (**Ek 1, 2, 3**). Ayrıca bu testlerle birlikte uygulanan, ölçme araçlarından *cetvel, kumpas, e it kollu terazi, dinamometre, kronometre, dereceli silindir ve termometrenin* kullanımına yönelik açık uçlu ve yarı açık uçlu sorular içeren ayrı bir test bulunmaktadır (**Ek 4, 5, 6**). Çalı manın nitel boyutuna yönelik bu sorularla ö rencilerin ölçme araçlarının amacına uygun ve do ru olarak kullanımına yönelik bilgilerinin belirlenmesi amaçlanmı tır.

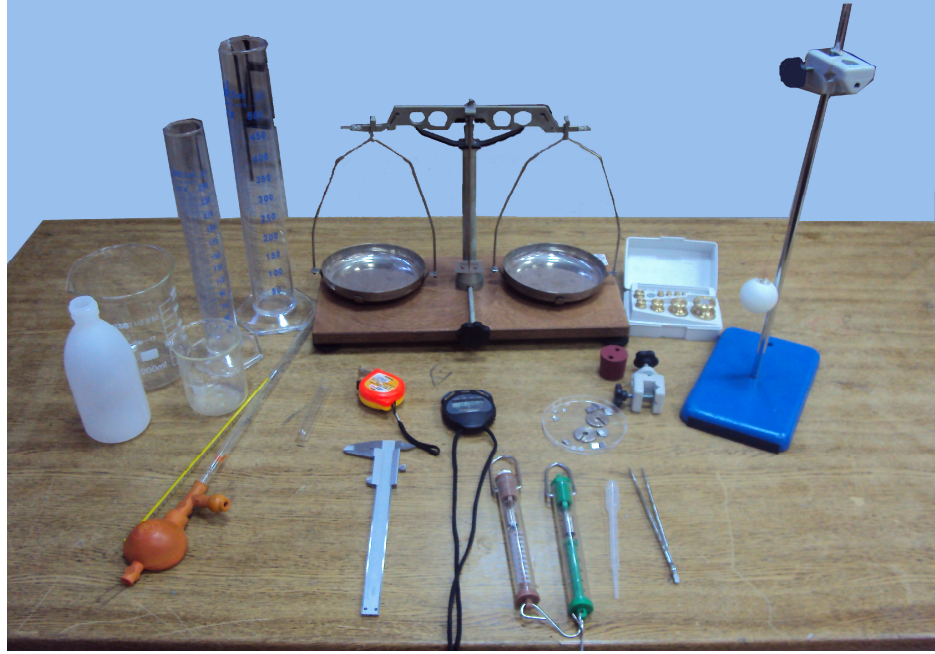
zleme testi uygulanmadan önce, ö rencilere bu testin bir sınav olmadı ı, sadece bu konunun ö retiminin daha etkili ve verimli olabilmesi için hangi noktaların daha çok üzerinde durulması gerekti ini belirlemek amacıyla yapıldı ı belirtilmi tir. Böylece ö rencilerin gerçekçi ve rahatça cevap vermeleri sa lanmaya çalı ılmı tır.

### 3.3.2. Beceri-gözlem formu

Herhangi bir ortamda ya da kurumda olu an davranı ı ayrıntılı olarak tanımlamak amacıyla kullanılan gözlem yöntemi, nitel ara tırmalarda yaygın olarak kullanılan bir veri toplama yöntemidir. Gözlem; sayısal bir veri üretmekten çok, ara tırmaya konu olan olay, olgu ve duruma ili kin derinlemesine ve ayrıntılı açıklamalar yapmaya yönelten bir yöntemdir (Yıldırım ve im ek, 2006).

Ö rencilerin psikomotor becerilerini saptamak amacıyla ölçme araçlarından olu an bir düzenek hazırlanmı tır ( **ekil 3.1**). Masanın üzerine çe itli uzunluk, kütle, a ırlık, hacim, zaman ve sıcaklık ölçme araçları karı ık olarak konulmu tur. Bunlar kumpas, cetvel, metre, mezüre, e it kollu terazi, farklı duyarlılıkta dinamometre, farklı duyarlılıkta dereceli silindir, farklı duyarlılıkta beher, damlalık, pipet, kronometre ve termometredir. Bu düzenekle, ö rencilerde merak olu turulup onların istekli olmaları sa lanmı tır. Ayrıca bu çalı manın sınav uygulaması olmadı ı, sadece onların ölçme becerilerini fark etmeleri için yapılan bir etkinlik oldu u belirtilmi tir. Böylece onların ölçme etkinli ine duyu sal anlamda hazır olmaları sa lanmı tır. Etkinliklerde bir silindirin iç çapı, dı çapı ve boyu, bir tıpanın kütlesi, bir cismin a ırlı ı, sarkacın periyodu, bir i e suyun hacmi, bir miktar suyun

sıcaklığının ölçülmesi istenmiştir. Öğrenciler her etkinlikte hangi ölçme aracının kullanılması gerektiğine kendileri karar vermiştir. Düzene içinde bulunduğu odaya öğrenciler tek tek alınarak, yaptıkları ölçme işlemleri video kamera kaydına alınmıştır. Uygulama süreci içerisinde zaman sınırlaması konulmamıştır. Video kayıtlarının bakıcıları tarafından izlenilmesine izin verilmeyeceği, isterlerse kendilerinin izleyebileceği öğrencilere belirtilmiştir.



**ekil 3.1.** Ölçme düzeneği

Ölçme ile ilgili psikomotor becerilerin belirlenmesi amacıyla öğrenciler ölçme etkinliklerini gerçekleştirirken gözlemlenmiştir. Gözlemin sistematik ve kontrollü olabilmesi için, pilot çalışmaya göz önüne alınarak hazırlanan beceri-gözlem formu kullanılmıştır. Bu formun hazırlanmasındaki temel amaç, gözlemcileri belirlenen deneyimlere karşı duyarlı hale getirmek ve böylece geçerliliğini arttırmaktır. Kontrol listesi olan bu form, uzunluk ölçme araçları kumpas ve cetvel, kütle ölçme aracı elektronik kollu terazi, ağırlık ölçme aracı dinamometre, hacim ölçme aracı dereceli silindir, zaman ölçme aracı kronometre, sıcaklık ölçme aracı termometrenin etkin tanınması

ve araçların kullanım amaçlarını içermektedir (**Ek 7**). Ayrıca farklı bir durumla karşılaşılabileceği düşününcesiyle beceri-gözlem formunda gözlem sırasındaki notların yazılabileceği bir kısım oluşturulmuştur. Uygulamalar video kamera kaydına alınmakla birlikte öğrenciler, iki gözlemci tarafından gözlenmiş ve gözlem sonuçları beceri-gözlem formlarına kaydedilmiştir.

### 3.3.3. Ara tırmacı notları

Çalışmanın özetim boyutunda kütle, ağırlık, hacim, uzunluk, sıcaklık, zaman kavramları ile ilgili temel ölçmelerden oluşan düzenek kurularak bir istasyon oluşturulmuş ve bu istasyonda ölçme bilgisi ve ölçme araçlarının doğru kullanımına yönelik özetim gerçekleştirilmiştir. Her bir istasyon bir ölçme kavramı ile ilgilidir. İstasyona gelen öğrenciler, ölçme kavramını ve o kavramın ölçümünde kullanılan ölçme aracının kullanım amaçlarını öğrendikten sonra diğer istasyona geçmektedir. Ölçme bilgisi ve ölçme araç kullanımının öğrenilmesinden sonra, öğrencilere istasyonlarda kendi kendilerine ölçümler yapmalarına olanak verilmiştir. Özetim kısmının bir sonraki aşamasında “*Süngerin su tutma kapasitesi*” başlıklı etkinliği uygulamaları sağlanmıştır. Uzunluk ve hacim ölçümüne yönelik tasarlanan bu etkinlikte; her bir grup için, 1 adet sünger, 500 ml, 250 ml ve 100 ml’lik 3 adet dereceli silindir, 1 adet 500 ml’lik beher, 1 adet cetvel, 1 adet kumpas kullanılmıştır. Etkinlik öncesi, bir süngerin su tutma kapasitesinin nasıl bulunabileceğine yönelik tartışma ortamı oluşturulmuş ve her grubun kendi yöntemini uygulamasına izin verilmiştir.

Süngerin su tutma kapasitesi etkinliği ve temel ölçmelerden oluşan etkinlik dizisi ile öğrencilerin ölçme becerilerini kullanmaları ve bu becerilerini geliştirmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Özetim aşaması sürecinde, öğrencilerin gelişim düzeyleri ara tırmacı tarafından gözlenmiş ve “*Ara tırmacı notu 1*” olarak kayıt edilmiştir.

Ölçme becerisinin süreç içerisindeki kullanımını ve gelişim düzeyinin belirlenmesi amacıyla ara tırmanın özetim aşaması tamamlandıktan sonra öğrenciler ara tırmacı tarafından gözlenmeye devam edilmiştir ve gözlem sonuçları “*Ara tırmacı notları 2*” olarak kayıt edilmiştir. Amaç, laboratuvar ortamında farklı konular öğrenilirken (örn;

basınç, sıcaklık, elektrik...) ö rencilerin ölçme becerilerini yeni alanlara aktarıp aktaramadıklarını gözlemlemektir.

Ara tırmacı notları; ara tırmacının kendi gözlemlerini, bazen de tepkilerini yansıtan notlardır (Yıldırım ve İmrek, 2006). Not tutulurken ö rencilerin bilgi ve becerilerini etkinlik uygulamalarına ne derece aktarabildikleri, etkinlikler sırasında birbirlerini nasıl etkiledikleri, ö rencilerin uygulamalar sırasında ö retici yardımına ihtiyaçları olup olmadıkları durumlarına odaklanılmıştır. Yorum içeren notların geçerliliği konusunda üphe oluşmasını engellemek için notların olabildiince betimsel olmasına dikkat edilmiştir.

Sonuç olarak ara tırma süreci, izleme testinin(ön test) uygulanması ile başlamış, ölçme düzeneğinde gerçekleştirilen beceri gözlemi ile devam etmiştir. Bu beceri gözlemi, iki gözlemci tarafından gerçekleştirilmiş olup ö renciler video kamera kaydına alınmıştır. Ardından belirlenen ölçme kavramları ve bu kavramların ölçümünde kullanılan ölçme araçlarının kullanımına yönelik ara tırmacı tarafından ö retim gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu ö retim süreci içerisinde ö rencilere sorgulama temelli iki etkinlik uygulamasını gerçekleştirilmelerine olanak verilmiştir. Etkinlik uygulamaları sırasında ö renciler ara tırmacı tarafından gözlenmiş ve gözlemleri not edilmiştir. Ö retim sonrasında ö rencilere izleme testi (son test) uygulanmıştır. Son testin uygulanmasının ardından ö renciler ara tırmacı tarafından gözlenmeye devam edilmiştir. Belirli bir süreç sonunda ö rencilere kalıcılık testi uygulanarak çalışmaları tamamlanmıştır.

### 3.4. Verilerin Analizi

Karma desen modelinin kullanıldığı çalışmada, bilişsel becerilerin belirlenmesi için izleme testi ile toplanan nicel verilerin analizinde betimsel analiz (descriptive statistics) ve yorumsal analiz (inferential statistics) birlikte kullanılmıştır. Betimsel analizde, oluşturulan temalara göre verilerin frekans( $f$ ) ve yüzde(%) değerleri bulunmuştur. Ön test, son test ve kalıcılık testleri arasındaki ilişkinin çözümünde, ilişkili örneklemeler (tekrarlı ölçümler) için tek faktörlü ANOVA (One way ANOVA for repeated measures) tekniği kullanılmıştır. Bu teknik, iki ya da daha çok ilişkili ölçüm setlerine ait ortalama puanların birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık



gösterip göstermedi ini test etmek amacıyla kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2006). Tüm veriler SPSS 14.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Psikomotor becerilerin belirlenmesi için beceri-gözlem formu ve ara tırmacı notları ile elde edilen veriler analiz edilmiştir. Beceri-gözlem formu ölçme araçlarının seçimi ve kullanımı temalarına göre gruplandırılmış ve formdaki maddeler veri analizi sırasında kod olarak kullanılmıştır. Video kamera kayıtları beceri-gözlem formunun analizine destek sağlamıştır. Bunun yanında, temaların ili kilendirilmesi, anlamlandırılması ve ileriye yönelik tahminlerde bulunulması için nitel verilerin sayısal analizi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Psikomotor becerilerin ön çalışması yapıldıktan sonra, sürekliliğin ara tırılması için ara tırma süresince ara tırmacı tarafından gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler ara tırmanın nitel ve nicel boyutuna destek sağlaması için ara tırmacı notu adı altında incelenmiş ve yorumlanmıştır. Nitel verilerin analizinde oluşturulan temalara ilişkin tüm örnekler tezin bulgular bölümünde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

## 4. ARA TIRMA BULGULARI

Bu bölümde, çalı manın 3. bölümünde belirtilen yöntemlerle analiz edilen veriler 11'inde, katılımcıların ölçme becerileri özetlenmiştir. Çalı mada karma desen modeli kullanılmakta olup veri toplama araçlarındaki sorular, analiz sürecinde nicel ve nitel boyuta ayrılarak incelenmiştir. Nicel boyutta öğrencilerin ölçme araçlarının isimleri ile ekillerini ele tirmeleri ve ölçme bilgisinin belirlenmesine yönelik hazırlanan sorular ele alınmıştır. Nitel boyutta ise öğrencilerin belirlenen ölçme araçlarını kullanma durumları ve ölçme araçları kullanım bilgisinin belirlenmesi, ölçme araçlarını kullanabilme becerileri, bu becerilerin gelişimine ve farklı alanlara aktarımına yönelik gözlemler ele alınmıştır.

### 4.1. Ölçmenin Bili sel Boyutuna İli kin Sonuçlar

#### 4.1.1. Öğrencilerin ölçme araçlarının ekilleri ile isimlerini ele tirmeleri

Ölçmenin bili sel boyutuna yönelik hazırlanan bu bölümde, öğrencilerin ölçme araçlarını tanıyıp tanımadıkları belirlenmiştir. Ölçme araçlarının eklen tanınma durumlarının ön test, son test ve kalıcılık testindeki sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

##### 4.1.1.1. Ön testte ölçme araçlarının ekilleri ile isimlerinin ele tirilme durumları

Ön testin A bölümünde yer alan ölçme araçlarının eklen tanınmasına yönelik sorunun analizinde, verilerin frekans( $f$ ) ve yüzde(%) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar **Tablo 4.1'**de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.** Ön testte yer alan ölçme araçlarının ekileri ile isimlerinin e le tirilme sonuçları

Ölçme Aracı	Do ru e le tiren ö renci		Yanlı e le tiren ö renci		Bo bırakan ö renci		Toplam N
	n	%	n	%	n	%	
Cetvel	70	95.9	3	4.1	0	0	73
Kumpas	22	30.1	20	27.4	31	42.5	73
E it kollu terazi	72	98.6	1	1.4	0	0	73
Dinamometre	57	78.1	15	20.5	1	1.4	73
Kronometre	62	84.9	11	15.1	0	0	73
Dereceli silindir	51	69.9	19	26.0	3	4.1	73
Termometre	73	100	0	0	0	0	73

Analiz sonuçlarına göre, ö rencilerin tamamı termometreyi ekil olarak tanımladılar. Sadece 3 ö renci cetveli, 1 ö renci de e it kollu teraziyi ekileri ile yanlı e le tirmi tir. Ö rencilerin % 84.9'u kronometreyi, % 78.1'i dinamometreyi ve % 69.9'u dereceli silindiri ekileri ile do ru e le tirmi tir. Fakat ö rencilerden sadece % 30.1 kumpası tanıyabilmislerdir. Bunun yanında ö rencilerin % 42.5'i kumpasla ilgili hiçbir e le tirme yapmamıştır. Ölçme araçlarını tanıyamayan ö rencilerin ise dinamometre ile basit makarayı, kronometre ile barometreyi, dereceli silindir ile beheri karı tırdıkları tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ö rencilerin ço u kumpas dı ındaki di er ölçme araçlarını tanıyabilmislerdir.

#### **4.1.1.2. Son testte ölçme araçlarının ekileri ile isimlerinin e le tirilme durumları**

Son testin A bölümünde yer alan ölçme araçlarının ekilen tanınmasına yönelik sorunun analizinde, verilerin frekans( $f$ ) ve yüzde(%) de erleri bulunmuştur. Sonuçlar **Tablo 4.2'**de gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.** Son testte yer alan ölçme araçlarının ekileri ile isimlerinin ele tirilme sonuçları

Ölçme Aracı	Do ru e le tiren ö renci		Yanlı e le tiren ö renci		Bo bırakan ö renci		Toplam N
	n	%	n	%	n	%	
Cetvel	73	100	0	0	0	0	73
Kumpas	73	100	0	0	0	0	73
E it kollu terazi	73	100	0	0	0	0	73
Dinamometre	72	98.6	1	1.4	0	0	73
Kronometre	71	97.3	2	2.7	0	0	73
Dereceli silindir	69	94.5	4	5.5	0	0	73
Termometre	73	100	0	0	0	0	73

Analiz sonuçlarına göre, ö rencilerin tamamı cetvel, kumpas, e it kollu terazi ve termometreyi ekil olarak tanımladılar. Ön teste paralel olarak son testte de termometreyi tüm ö renciler eklen tanırken, cetvel, kumpas, e it kollu terazinin ekli bilmeyen ö rencilerin hepsinin bu ölçme araçlarını ö rendikleri görülmektedir. Ayrıca son testte, ö rencilerin % 98.6'sı dinamometreyi, % 97.3'ü kronometreyi, % 94.5'i dereceli silindiri tanımladılar. Böylece ö rencilerin ölçme araçlarını tanımayla yönelik eksik bilgilerinin son testte büyük ölçüde tamamlandı ı gözlenmiştir.

#### **4.1.1.3. Kalıcılık testinde ölçme araçlarının ekileri ile isimlerinin ele tirilme durumları**

Kalıcılık testinin A bölümünde yer alan ölçme araçlarının eklen tanınmasına yönelik sorunun analizinde, verilerin frekans( $f$ ) ve yüzde(%) de erleri bulunmuştur. Sonuçlar **Tablo 4.3'**de gösterilmiştir.

**Tablo 4.3.** Kalıcılık testinde yer alan ölçme araçlarının ekileri ile isimlerini e le tirilme sonuçları

Ölçme Aracı	Do ru e le tiren ö renci		Yanlı e le tiren ö renci		Bo bırakan ö renci		Toplam N
	n	%	n	%	n	%	
Dereceli silindir	61	83.6	12	16.4	0	0	73
Kronometre	70	95.9	3	4.1	0	0	73
Termometre	71	97.3	2	2.7	0	0	73
Dinamometre	72	98.6	1	1.4	0	0	73
Kumpas	73	100	0	0	0	0	73

Analiz sonuçlarına göre, ö rencilerin tamamı kumpası, % 98.6'sı dinamometreyi, % 97.3'ü termometreyi, % 95.9'u kronometreyi, % 83.6'sı dereceli silindiri tanıdıdır. Son teste göre dinamometreyi tanıyan ö renci sayısında farklılık gözlenmezken, kronometreyi tanıyan ö renci sayısında 1 ki ilik azalma gözlenmiştir. Ön test ve son testte termometreyi tüm ö rencilerin tanımasına rağmen, kalıcılık testinde 2 ö renci termometre ile dereceli silindiri karı tırdıdır. Dereceli silindiri tanıyan ö renci sayısı son testte artarken kalıcılık testinde biraz dü mü tür.

#### **4.1.1.4. Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi arasındaki ili ki durumları**

Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermedi ini belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. Sonuçları **Tablo 4.4** ve **Tablo 4.5**'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama de erleri

	Ortalama	Standart Sapma	N
Ön test	79,6474	14,66176	73
Son test	98,6297	4,23668	73
Kalıcılık testi	95,0685	10,94472	73

**Tablo 4.5.** Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları

Varyansın Kayna ı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası	10629,721	72	147,635			
Ölçüm	14863,353	2	7431,677	72,480	.000	2-1, 3-1, 2-3
Hata	14764,930	144	102,534			
Toplam	40258,004	218				

1: Öntest 2: Sontest 3: Kalıcılık testi

Ö rencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark oldu u bulunmu tur [ $F_{(2-144)} = 72,480, p < .01$ ]. Son test ortalama puanı ( $\bar{X}=98,6297$ ) ve kalıcılık testi ortalama puanı ( $\bar{X}=95,0685$ ), ön test ortalama puanına ( $\bar{X}=79,6474$ ) göre daha yüksektir. Bu bulgu, ö rencilerin ölçme araçlarını eklen tanıma bilgilerinin ö retim süreci sonrasında anlamlı ölçüde arttı nı göstermektedir. Di er yandan, kalıcılık testinde ölçme araçlarının eklen tanıma durumlarının devam etti i görülmü ve son test ile kalıcılık testi puanları arasında son test lehine anlamlı fark bulunmu tur.

#### 4.1.2. Ölçme bilgisi

Ölçmenin bili sel boyutuna yönelik hazırlanan bu bölümde, öğrencilerin sahip olduğu ölçme bilgilerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Ölçme bilgisine yönelik sorular “ölçmenin doası”, “ölçme araçları ve kullanımları”, “ölçmede hata kaynakları, duyarlılık ve tutarlık” temalarında gruplandırılmıştır. Ölçme bilgisine yönelik elde edilen veriler bu temalara göre analiz edilmiştir. Ön test, son test ve kalıcılık testindeki sonuçları da özetlenmiştir.

##### 4.1.2.1. Öğrencilerin ön testte sahip olduğu ölçme bilgi düzeyleri

Ön testin B bölümünde yer alan ölçme bilgisi sorularının analizinde, verilerin frekans( $f$ ) ve yüzde( $\%$ ) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar **Tablo 4.6**'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.6.** Ön testteki ölçme bilgisine yönelik soruların sonuç tablosu

Temalar	Sorular	Do ru cevaplayan öğrenci		Yanlı cevaplayan öğrenci		Bo bırakan öğrenci		Toplam öğrenci sayısı
		n	%	n	%	n	%	
Ölçmenin Do ası	Her gözlem ve deney kesinlikle ölçümle sonuçlanmalıdır.	26	35.6	34	46.6	13	17.8	73
	Ölçme sadece bir ölçü aracı ile yapılır.	48	65.8	17	23.3	8	11.0	73
Ölçme Araçları ve Kullanımı	Dinamometre ile ölçüm yapılırken dinamometrenin a rklı ölçüleri de i tirir.	44	60.3	8	11.0	21	28.8	73
	Zamanı ölçen alete kronometre denir.	65	89.0	6	8.2	2	2.7	73
	Küçük hacimleri do ru olarak ölçmeye yarayan araca kumpas denir.	15	20.5	8	11.0	50	68.5	73
	Madde moleküllerinin kütle merkezlerinin ortalama kinetik enerjisi olan sıcaklık termometre ile ölçülür.	59	80.8	8	11.0	6	8.2	73
Ölçmede Hata Kaynakları, Duyarlılık, Tutarlılık	20 ml'lik bir sıvıyı hassas bir eilde ölçmeniz gerekti inde bunu, 5ml'lik bir pipet kullanarak yapmalısınız.	33	45.2	17	23.3	23	31.5	73
	Ölçmemiz gereken de i kenı birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklı a neden olaca ndan tercih edilmez.	55	75.3	13	17.8	5	6.8	73
	Bir ölçüm sırasında hataların kaynakları bilinse dahi hiçbir zaman yok edilemez.	21	28.8	44	60.3	8	11.0	73
	Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımı ölçüm sırasında olu abilecek hataları sıfırlar.	36	49.3	30	41.1	7	9.6	73

Ön testin ölçme bilgisi bölümünde “ölçmenin do ası” temasına yönelik iki soru bulunmaktadır. Sorulardan birincisi, her gözlem ve deneyin kesinlikle ölçümle sonuçlanması gerekti ine yönelik olup bu soruyu öğrencilerin sadece % 35.6’sı do ru cevaplandırmı tır. Öğrencilerin % 46.6’sı bu soruya yanlı cevap verirken, % 17.8’i ise soruya hiçbir cevap vermemi tir. İkinci soru ise, ölçmenin sadece bir ölçü



aracı ile yapılmayacağına yöneliktir. Bu soruyu öğrencilerin % 65.8'i doğru, % 23.3'ü yanlış cevaplandırırken ve % 11.0'i ise soruya hiçbir cevap vermemiştir.

Ön testin ölçme bilgisi bölümünde “Ölçme araçları ve kullanımı” teması içerisinde dört soru yer almaktadır. Sorulardan biri, zaman ölçümüne yöneliktir. Kronometrenin zaman ölçme aracı olduğunu bilen % 89.0 oranında öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin % 8.2'si bu soruyu yanlış cevaplandırırken, % 2.7'si boş bırakmıştır. Sıcaklık ölçümüne yönelik soruda, termometrenin sıcaklık ölçümünde kullanıldığını bilen % 80.8 oranında öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin % 11.0'i bu soruyu yanlış cevaplandırırken, % 8.2'si boş bırakmıştır. “*Dinamometre ile ölçüm yapılırken dinamometrenin ayrılmaz ölçüleri de iştir*” sorusuna ise öğrencilerin % 60.3'ü doğru, % 11.0'i yanlış cevap vermiş, % 28.8'i ise soruyu boş bırakmıştır. Kumpasın kullanım amacına yönelik soruda da öğrencilerin % 11.0'i kumpasın küçük hacimleri ölçmede kullanılan bir araç olduğunu düşünmektedir. Bu soruya öğrencilerin sadece % 20.5'i doğru cevap verirken, öğrencilerin büyük çoğunluğu (% 68.5) soruyu boş bırakmıştır.

Ön testin ölçme bilgisi bölümünde “Ölçmede hata kaynakları, duyarlılık, tutarlılık” teması içerisinde yer alan dört soru bulunmaktadır. Hacim ölçümünde duyarlılık ile ilgili soru olan “20 ml'lik bir sıvıyı hassas bir şekilde ölçmeniz gerektiğinde bunu, 5ml'lik bir pipet kullanarak yapmalısınız” sorusunu öğrencilerin % 45.2'si doğru cevaplandırırken, % 23.3'ü yanlış cevaplandırırken ve % 31.5'i de soruyu boş bırakmıştır. Değerlerin birden fazla ölçülmesi gerektiğini bilen öğrenciler örneklemin % 75.3'ünü oluşturmaktadır. Ayrıca ölçmede hataların hiçbir zaman yok edilemeyeceğini bilen % 28.8, ölçme hatasının sıfırlanamayacağını bilen öğrenciler ise % 49.3 oranında öğrenci bulunmaktadır.

#### **4.1.2.2. Öğrencilerin son testte sahip oldukları ölçme bilgi düzeyleri**

Son testin B bölümünde yer alan ölçme bilgisi sorularının analizinde, verilerin frekans(f) ve yüzde(%) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar **Tablo 4.7'**de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.** Son testteki ölçme bilgisine yönelik soruların sonuç tablosu

Temalar	Sorular	Do ru cevaplayan öğrenci		Yanlış cevaplayan öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam öğrenci sayısı
		n	%	n	%	n	%	
Ölçmenin Do ası	Her gözlem ve deney kesinlikle ölçümle sonuçlanmalıdır.	54	74.0	16	21.9	3	4.1	73
	Ölçme mutlaka bir ölçme aleti ile yapılır.	55	75.3	17	23.3	1	1.4	73
Ölçme Araçları ve Kullanımı	40 ml'lik bir sıvıyı ölçmeniz gerektiğinde bunu, 50ml'lik $\pm$ 2,5ml hata payı içeren bir dereceli silindir kullanarak yapabilirsiniz.	56	76.7	16	21.9	1	1.4	73
	Küçük hacimleri do ru olarak ölçmeye yarayan araca kumpas denir.	65	89.0	7	9.6	1	1.4	73
	Hacimleri farklı sıcaklıkları aynı kaplardaki sıvılar birleştirilince sıcaklıkları değişmez.	54	74.0	18	24.7	1	1.4	73
	Periyot sarkacının bir tam salınım yapması için geçen süredir.	71	97.3	1	1.4	1	1.4	73
Ölçmede Hata Kaynakları, Duyarlılık, Tutarlılık	Ölçmemiz gereken değeri keni birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklılığa neden olacağından tercih edilmez.	67	91.8	5	6.8	1	1.4	73
	Bir ölçüm sırasında hataların kaynakları bilinse dahi hiçbir zaman yok edilemez.	62	84.9	10	13.7	1	1.4	73
	Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımı ölçüm sırasında oluşabilecek hataları sıfırlar.	67	91.8	4	5.5	2	2.7	73
	Yapılan ölçümleri tekrarlamadaki amaç, ölçümler arasındaki farklılığın ne derece olduğunu kontrol etmektir. Buna da ölçümde <i>duyarlılık</i> denir.	56	76.7	15	20.5	2	2.7	73

Son testin ölçme bilgisi bölümünde “ölçmenin do ası” temasında yer alan, her gözlem ve deneyin kesinlikle ölçümle sonuçlanması gerektiği ve ölçme işlemi için mutlaka bir ölçme aracına gerek olmadığını belirten sorular öğrencilerin %74-75'i tarafından do ru cevaplandırılmıştır.

Son testin ölçme bilgisi bölümünde “Ölçme araçları ve kullanımı” teması içerisinde yer alan, dereceli silindir kullanılarak ölçüm yapmayı temel alan soruyu öğrencilerin % 76.7'si, sıcaklık ölçümü ile ilgili soruyu % 74.0'ü do ru cevaplandırmıştır. Kumpasın hangi amaç için kullanıldığını bilen öğrenciler

örneklemin % 89.0'unu, zaman ölçümünde kullanılan periyot kavramını bilenler ise % 97.3'ünü oluşturmaktadır.

Son testin ölçme bilgisi bölümünde “Ölçmede hata kaynakları, duyarlılık, tutarlılık” teması içerisinde yer alan, deneyimlerin birden fazla ölçülmesi gerektiği bilgisi öğrencilerin % 91.8'i tarafından bilinmektedir. Ölçme hatasının sınırlanamayacağını bilen öğrenciler örneklemin % 91.8'ini, ölçmede hataların hiçbir zaman yok edilemeyeceğini bilen öğrenciler örneklemin % 84.9'unu oluşturmaktadır. Ayrıca ölçmede duyarlılığın ne anlama geldiğini bilenler ise % 76.7 oranında öğrenciler bulunmaktadır.

#### ***4.1.2.3. Öğrencilerin kalıcılık testinde sahip oldukları ölçme bilgi düzeyleri***

Kalıcılık testinin B bölümünde yer alan ölçme bilgisi sorularının analizinde, verilerin frekans( $f$ ) ve yüzde(%) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar **Tablo 4.8'**de gösterilmiştir.

**Tablo 4.8.** Kalıcılık testindeki ölçme bilgisine yönelik soruların sonuç tablosu

Temalar	Sorular	Do ru cevaplayan ö renci		Yanlı cevaplayan ö renci		Bo bırakan ö renci		Toplam ö renci sayısı
		n	%	n	%	n	%	
Ölçmenin Do ası	Her deney ölçümle sonuçlanır fakat her gözlem ölçümle sonuçlanmaz.	42	57.5	29	39.7	2	2.7	73
	Duyu organlarımız ile yaptığımız gözlemler de bir ölçme işlemidir.	68	93.2	4	5.5	1	1.4	73
Ölçme Araçları ve Kullanımı	Duyarlılığı 1N olan bir dinamometre ile 20 N ölçülen cismin ağırlığı 21N ile 19 N arasındadır.	61	83.6	11	15.1	1	1.4	73
	Açık havada bulunan 1 kova su ile 1 bardak suyun sıcaklıkları aynıdır.	61	83.6	11	15.1	1	1.4	73
	Çap, dış çap ve derinlik ölçümünde kullanılan araca kumpas denir.	73	100	0	0	0	0	73
Ölçmede Hata Kaynakları, Duyarlılık, Tutarlılık	Ölçmemiz gereken değeri kenardan birden fazla ölçmek, ölçümler arasında farklılıkların nedeni olarak tercih edilmez.	66	90.4	7	9.6	0	0	73
	Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımı ölçüm sırasında oluşabilecek hataları sıfırlar.	68	93.2	5	6.8	0	0	73
	Bir ölçüm sırasında hataların kaynakları bilinse dahi hiçbir zaman yok edilemez.	62	84.9	11	15.1	0	0	73
	Bir ölçümde hata payı, ölçme aracının duyarlılığının yarısı kadardır.	70	95.9	3	4.1	0	0	73
	Yapılan ölçümleri tekrarlamadaki amaç, ölçümler arasındaki farklılıkların ne derece olduğunu kontrol etmektir. Buna da ölçümde duyarlılık denir.	53	72.6	19	26.0	1	1.4	73

Kalıcılık testinin ölçme bilgisi bölümünde “ölçmenin do ası” temasına yönelik sorulardan, gözlemin de ölçümle sonuçlanması gerektiği ile ilgili soruyu öğrencilerin % 57.5’i doğru cevaplandırmıştır. Öğrencilerin % 39.7’si ise gözlemin ölçümle sonuçlanamayacağı düşüncesindedir. Ölçmenin do ası içerisinde yer alan diğer soruda ise, öğrencilerin % 93.2’si duyu organları ile yaptıkları gözlemlerin ölçümle sonuçlanması gerektiğini bilmektedir.

Kalıcılık testinin ölçme bilgisi bölümünde “Ölçme araçları ve kullanımı” teması içerisinde, dinamometre kullanımını temel alan soru ile sıcaklık ölçümü ile ilgili

soruyu ö rencilerin % 83.6'sı do ru cevaplandırmı tır. Ayrıca tüm ö renciler kumpasın hangi amaç için kullanıldı nı ifade eden soruyu do ru yanıtlamı tır.

Kalıcılık testinin ölçme bilgisi bölümünde “Ölçmede hata kaynakları, duyarlılık, tutarlılık” teması içerisinde yer alan, de i kenlerin birden fazla ölçülmesi gerekti i ile ilgili soruyu ö rencilerin % 90.4'ü do ru yanıtlamı tır. Ölçme hatasının sıfırlanamayaca nı bilen ö renciler örneklemin % 93.2'sini ve ölçmede hataların hiçbir zaman yok edilemeyece ini bilen ö renciler % 84.9'unu olu turmaktadır. Ayrıca hata payının nasıl bulunaca nı bilen % 95.9, ölçmede duyarlılı nı ne anlama geldi ini bilen ise % 72.6 oranında ö renci bulunmaktadır.

#### ***4.1.2.4. Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi arasındaki ili ki durumları***

Ölçme bilgisinin belirlenmesinde ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermedi ini belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA gerçekleştirilmi tir. Sonuçlar **Tablo 4.9** ve **Tablo 4.10**'da verilmi tir.

**Tablo 4.9.** Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama de erleri

	Ortalama	Standart Sapma	N
Ön test	55,0685	14,44562	73
Son test	83,0137	16,38808	73
Kalıcılık testi	85,4795	14,14617	73

**Tablo 4.10.** Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası	24357,991	72	338,305			
Ölçüm	41654,795	2	20827,397	122,856	,000	2-1, 3-1
Hata	24411,872	144	169,527			
Toplam	90424,658	218				

1: Öntest 2: Sontest 3: Kalıcılık testi

Ö rencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur [ $F_{(2-144)} = 122,856, p < .01$ ]. Son test ortalama puanı ( $\bar{X} = 83,0137$ ) ve kalıcılık testi ortalama puanı ( $\bar{X} = 85,4795$ ), ön test ortalama puanına ( $\bar{X} = 55,0685$ ) göre daha yüksektir. Öte yandan, son test ve kalıcılık testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgu, öğrencilerin sahip olduğu ölçme bilgilerinin öğrenim süreci sonrasında anlamlı ölçüde arttı, daha sonra yapılan kalıcılık çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmıştır, yani ölçme bilgilerinin devam ettiğini göstermektedir.

#### 4.2. Ölçmenin Psikomotor Boyutuna İlişkin Sonuçlar

Ölçmenin psikomotor boyutuna yönelik hazırlanan bu bölümde, öğrencilerin ölçme araçları kullanım bilgisi ve bu araçları kullanabilme düzeylerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Elde edilen veriler dört grupta incelenmiştir. İlk bölümde, öğrencilerin ölçme araç kullanım bilgisine yönelik sorulardan elde edilen verilerin, ikinci bölümde ise ölçme araçlarını kullanabilme düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılan beceri gözlem formu ile elde edilen verilerin nitel analizi yer almaktadır. Üçüncü bölümde, öğrencilerin öğrenim aşaması sürecindeki ölçme beceri gelişiminin gözlenmesi, dördüncü bölümde ise öğrencilerin ölçme becerilerini yeni alanlara aktararak aktarmadıklarının gözlenmesi sonucu elde edilen verilerin nitel analizi gerçekleştirilmiştir.

#### 4.2.1. Ölçme araçlarının kullanımına yönelik bilgi düzeyi

Çalı manın bu bölümünde, ö rencilere çalı manın ba ında, sonunda ve daha sonrasında ölçme araçlarını kullanımına ili kin açık uçlu ve yarı açık uçlu sorular yöneltilmi tir. Bu test ön test, son test ve kalıcılık testi ile birlikte ö rencilere uygulanmı tir. Ön test sırasında, ö rencilerin belirlenen ölçme araçlarını daha önce kullanıp kullanmadıkları, kullandı larsa amacına uygun olarak kullanma durumları belirlenmeye çalı ılmı tir. Daha sonraki paralel testlerde, ö rencilere ölçme araçlarının kullanımına ili kin sorular yöneltilmi tir. Bu sorularla elde edilen verilerin nitel analizi yapı larak veriler sayısalla tırılmı tir.

##### 4.2.1.1. Ölçme araçlarının çalı ma öncesinde kullanılma durumları

Ölçme araçlarından cetvel, kumpas, e it kollu terazi, dereceli silindir, dinamometre, kronometre ve termometrenin ö renciler tarafından kullanılma durumları “kullandım”, “gördüm ama kullanmadım”, “hiç görmedim” olarak düzenlenmi tir. Bu bölüme ait verilerin frekans(*f*) ve yüzde(%) de erleri **Tablo 4.11**'de gösterilmi tir.

**Tablo 4.11.** Ö rencilerin ölçme araçlarını kullanma durumlarına ait sonuçlar

Ölçme Aracı	Kullandım		Gördüm ama kullanmadım		Hiç görmedim		Bo		Toplam N
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Cetvel	73	100	0	0	0	0	0	0	73
Kumpas	13	17.8	17	23.3	27	37.0	16	21.9	73
E it kollu terazi	61	83.6	11	15.1	0	0	1	1.4	73
Dinamometre	42	57.5	26	35.6	0	0	5	6.9	73
Kronometre	68	93.2	2	2.7	2	2.7	1	1.4	73
Dereceli silindir	63	86.3	4	5.5	3	4.1	3	4.1	73
Termometre	71	97.3	2	2.7	0	0	0	0	73

Ö rencilerin ço unlu u kumpas hariç belirlenen ölçme araçlarını ya daha önce kullandıklarını ya da gördüklerini ifade etmektedir. Ö rencilerin %100'ü cetvel, % 97.3'ü termometre, % 93.2'si kronometre, % 86.3'ü dereceli silindir, %83.6'sı e it kollu terazi kullandı nı belirtmektedir. Dinamometre kullandı nı ifade eden ö renciler örneklemin % 57.5'ini, dinamometreyi gördü ünü fakat kullanmadı nı ifade edenler ise % 35.6'sını olu turmaktadır. Kumpas kullanan ö renciler ise örneklemin sadece % 17.8'ini olu turmaktadır. Bunun yanında kumpası gördü ünü fakat kullanmadı nı % 23.3, hiç görmedi ini % 37.0 oranında ö renci ifade etmektedir. Ö rencilerin %21.9'u ise bu soruyu bo bırakmı tır.

Ö rencilerin belirlenen ölçme araçlarını daha önce kullanıp kullanmadıkları belirlenirken, bu araçları kullanan ö rencilere hangi amaç için kullandıklarına yönelik soru da yöneltilmi tir. Elde edilen verilerin frekans(*f*) ve yüzde(%) de erleri **Tablo 4.12**'de gösterilmi tir.

**Tablo 4.12.** Ö rencilerin ölçme araçlarını kullanma amaçlarına ait sonuçlar

Ölçme Aracı	Do ru cevaplayan ö renci		Yanlı cevaplayan ö renci		Bo bırakan ö renci		Toplam N
	n	%	n	%	n	%	
Cetvel	51	69.9	22	30.1	0	0	73
Kumpas	5	6.8	10	13.7	58	79.5	73
E it kollu terazi	16	21.9	44	60.3	13	17.8	73
Dinamometre	23	31.5	19	26.0	31	42.5	73
Kronometre	52	71.2	16	21.9	5	6.8	73
Dereceli silindir	20	27.4	44	60.3	9	12.3	73
Termometre	65	89.0	6	8.2	2	2.7	73

Ö rencilerin % 89.0'u termometreyi sıcaklık ölçümünde, % 71.2'si kronometreyi zaman ölçümünde ve % 69.9'u cetveli uzunluk ölçümünde kullandı nı belirtmi tir. Ö rencilerin büyük ço unlu u di er ölçme araçlarını amaçlarına uygun i lemlerde kullanmadıkları görülmü tür. Ö rencilerin sadece % 21.9'u e it kollu teraziyi kütle ölçümünde, % 27.4'ü dereceli silindiri hacim ölçümünde, % 31.5'i dinamometreyi



a ırlık ölçümünde kullandı mı belirtirken sadece % 6.8'i kumpası uzunluk ölçümünde kullandı mı ifade etmi tir. Okulda, laboratuvarda deney yaparken, pazarda vb cevaplar veren ö rencilerin soruları yanlı olarak de erlendirilmi tir.

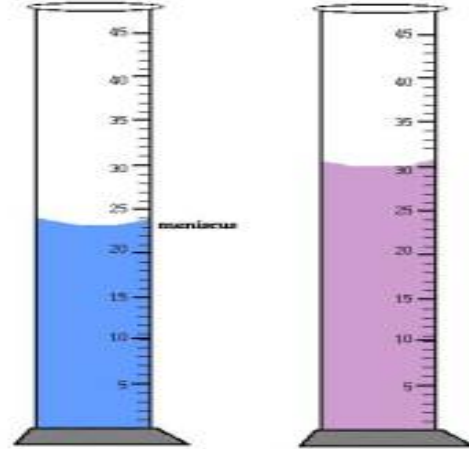
#### 4.2.1.2. Ölçme araçlarının kullanımına yönelik son testte yer alan sorulara ait bulgular

Son testte ölçme araçlarının kullanımına yönelik hazırlanan 5 soru bulunmaktadır. Bu sorular hacim, zaman, sıcaklık, kütle ve a ırlık kavramlarını içermektedir. Bu sorulardan elde edilen verilerin soru bazında nitel analizi yapılmı olup veriler sayısal olarak a a ıda sunulmu tur.

“Soru 1. A a ıdaki dereceli silindirlerin gösterdi i de erleri bulunuz.”

a) 1.kaptaki sıvının hacmi:.....

b) 2.kaptaki sıvının hacmi:.....



Bu soru ile ö rencilerin dereceli silindirini gösterdi i de eri okuyabilme ve ölçümü yazabilme becerilerinin belirlenmesi amaçlanmı tur. Do ru bir ölçümde, ölçülen de er, birim ve hata payı bulunması gerekmektedir. Bu sebeple bu sorunun analizi yapılırken okunan de er, birim ve hata payı tam ve do ru olarak belirtilen cevaplar do ru kabul edilmi tir. Ö rencilerin % 38.4'ü (n:28) birinci dereceli silindirdeki, % 41.1'i (n:30) ise ikinci dereceli silindirdeki ölçümü do ru

yazabilmi tir. Sadece 1 ö renci bu soruyu cevaplamazken ö rencilerin ço u (% 57–60, n:42–44) soruya yanlı cevap vermi tir. Yanlı cevap veren ö renciler ço unlukla birim yazma ve özellikle hata payını belirtmede problem ya amı lardır.

“ Soru 2. Çözelti, hazırlarken 23,5 mililitrelik saf suya ihtiyacınız vardır. Buna göre hangi ölçüm aracını kullanırsınız? Duyarlılı ı sizce ne olmalıdır?” sorusu ile ö rencilerin hacim ölçmede kullanılacak ölçme aracının duyarlılı ın ne olaca ına karar verebilme durumlarının belirlenmesi amaçlanmı tir. Verilere göre, ö rencilerin % 87.7’si (n:64) dereceli silindir kullanmayı, % 9.6’sı (n:7) di er hacim ölçme araçlarını (örn., beher, büret vb.) kullanmayı tercih etmi tir. 2 ö renci ise bu soruyu cevaplandırmamı tir. Dereceli silindirin duyarlılı ın 0,5 ml ve daha küçük olması gerekti ini belirten ö renciler ise örneklemin % 60.3’ünü (n:44) olu turmaktadır.

“ Soru 3. Bir periyotluk zamanı nasıl ölçersiniz? Maddeler halinde yazınız.” sorusu ile ö rencilerin zaman ölçme a amalarını belirleyebilme durumları incelenmi tir. Ö rencilerin tamamına yakını (% 97.3) bir periyotluk zamanın nasıl ölçülmesi gerekti ini bilmektedir. Bu ö renciler kronometre kullanımını, kronometrenin ba latma ve durdurma dü melerine basılma zamanlarını, tekrarlı ölçümler sonucunda, ortalama alınarak ölçümün bulunması gerekti ini belirtmi lerdir. Sadece 2 ö renci bu soruya yanıt verememi tir.

“Soru 4. Topra ın sıcaklı mını hangi araç ile nasıl ölçersiniz?” sorusu ile ö rencilerin sıcaklık ölçme a amalarını belirleyebilme durumları incelenmi tir. Ö rencilerin % 87.7’si (n:64) toprak sıcaklı mının ölçümünde termometre kullanılaca mını, % 4.1’i (n:3) ise anemometre kullanılaca mını ifade ederken, % 8.2’si (n:6) soruyu bo bırakmı tir. Sıcaklık ölçme i lemi ile ilgili olarak ö rencilerin sadece % 26.0’sı toprak sıcaklı mının ölçümünde termometrenin topra ın içerisine daldırılması, termometre haznesinin toprakla temas etmesi, termometredeki de er okunurken termometre dik tutularak göz hizasından okunması gerekti ini belirtmi lerdir. Ö rencilerin % 63’ü (n:46) ise soruyu ya yanlı ya da eksik cevaplandırmı tir. %11.0 (n: 8) oranında ö renci ise bu soruyu cevaplandırmamı tir.

“Soru 5. Deniz seviyesinde kütlesi 53kg olan bir cismin a ırlı ı kaç Newton’dur? Bu cisim deniz seviyesinden 1000 km yükseklikte kütlesi ve a ırlı ında nasıl bir de i im gözlemlersiniz? ( $g=10N/kg$ )” sorusu ile ö rencilerin kütle ve a ırlık kavramları arasındaki ili kiyi ifade edebilme durumlarının belirlenmesi

amaçlanmıştır. Ö rencilerin % 90.4'ü (n:66) kütlesi verilen bir cismin a ırlı ını hesaplayabilmiştir. Sadece 5 ö renci (% 6.8) cismin a ırlı ını bulamazken, 2 ö renci de (% 2.7) a ırlık hesabı ile ilgili bir i lem yapmamıştır. Ö rencilerin % 89'u (n:65) deniz seviyesinden 1000 km yükse e çıktı ında cismin kütlesinin de i meyece ini, % 6.8'i (n:5) kütlenin artıp ya da azalaca ını ifade ederken, % 4.1'i (n:3) ise bir yorumda bulunmamıştır. A ırlık de i imi ile ilgili olarak ö rencilerin % 74.0'ü (n:54) a ırlı ın azalaca ını belirtmiştir. Bunun yanında ö rencilerin % 16.4'ü (n:12) ya a ırlı ın artaca ını ya da de i meyece ini belirtmiştir. % 9.6 (n:7) oranında ö renci ise bir yorumda bulunmamıştır.

#### ***4.2.1.3. Ölçme araçlarının kullanımına yönelik kalıcılık testinde yer alan sorulara ait bulgular***

Kalıcılık testinde ölçme araçlarının kullanımına yönelik hazırlanan 4 soru bulunmaktadır. Bu sorular hata payı, a ırlık ve kütle, sıcaklık ve verilen ölçme araçlarındaki de erleri okumayı içermektedir. Bu sorulardan elde edilen verilerin soru bazında nitel analizi yapılmı olup veriler sayısalla tırılarak a a ıda sunulmu tur.

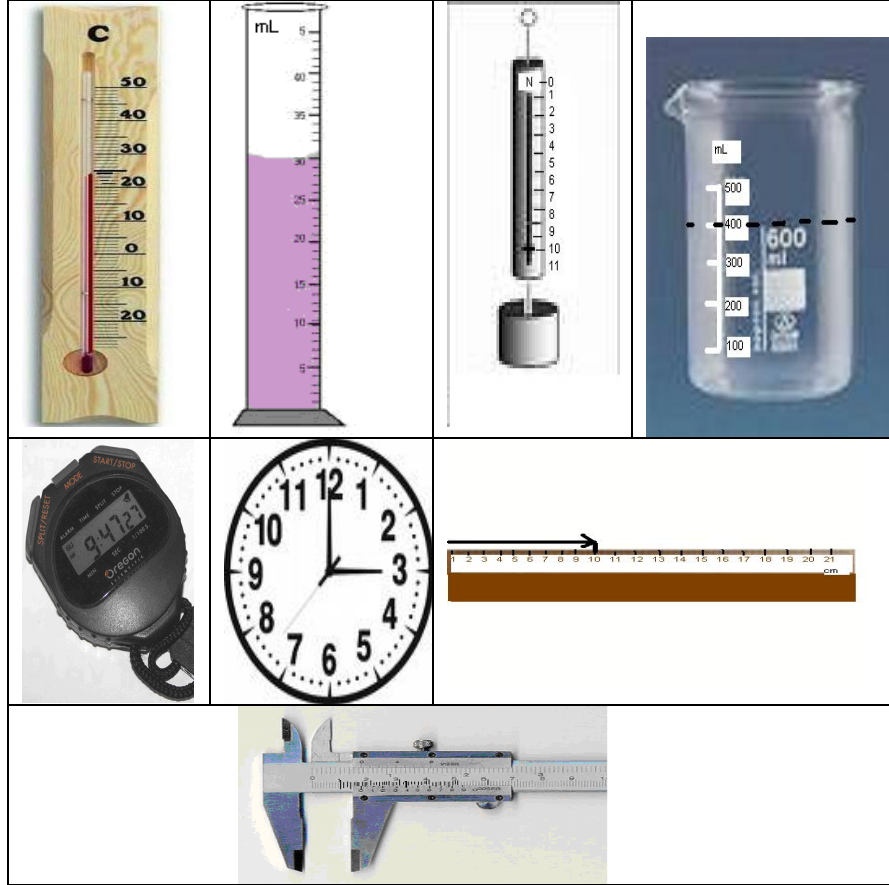
“Soru 1. Fen ve Teknoloji ö retmeni 8. sınıf ö rencilerine maddenin korunumu kanununu ispatlamak için bir deney yapmayı planlamaktadır. Bu ba lamda tepkimeye giren ve tepkime sonrası açı a çıkan maddelerin kütleleri e it olmalıdır. Ö retmen deneyde;  $Fe+S \rightarrow FeS$  tepkimesini gerçekleştirerek madde miktarının de i medi ini ö rencilerine göstermek istemektedir. Bunun için 1 g' a duyarlı e it kollu terazide  $112 \pm 0.5$  g Fe ve  $64 \pm 0.5$  g S ölçüp, ortama ısı vererek tepkimenin gerçekleşmesini sa lamı tur. Aynı e it kollu terazide, olu an FeS ün kütlesi  $174 \pm 0.5$  g oldu u bulunmu tur. ( $M_{Fe}$ : 56g ;  $M_S$ : 32g). Bu durumda deney sonucunu ö rencilerinize nasıl yorumlarsınız?” sorusunda ölçmede hata kavramına de inilmiştir. Bu soruda ortaya çıkan madde kaybının ölçme hatasından kaynaklandı ını belirtenler, ö rencilerin % 64.4'ünü (n:47) olu turmaktadır. Geriye kalan ö rencilerden sadece 1 ö renci soruya cevap vermezken, 25 ö renci (% 34.2) yanlı cevap vermiştir. Soruyu yanlı cevaplandıran ö renciler genel olarak sorunun

yanlı verildi i, soruda bir hata bulunmadı ı, tepkime sonrasında gaz olu tu u ve bu kaybın gaz miktarına e it oldu u yorumunu yapmı lardır.

“Soru 2. Diyelim ki bir arkadaşınız a ırlık ve kütle kavramlarını sık sık karı tırmaktadır. Ona bu kavramları nasıl açıklarsınız?” sorusunda ise genellikle birbirine karı tırılan kütle ve a ırlık kavramları arasındaki farkın ö renilme durumlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ö rencilerin % 95.9’unun (n:70) kütle ve a ırlık kavramları ile ilgili bilgi düzeylerinin yüksek oldu u belirlenmi tir. Bu soru analiz edilirken, kütle ve a ırlık kavramlarının tanımlayan, bu kavramların ölçümünün hangi araç ile gerçekleştirildi ini belirten ve kütle-a ırlık arasındaki farkın yer çekim ivmesinden kaynaklandı nı belirten ö rencilerin verdi i cevaplar do ru kabul edilmi tir.

“Soru 3. Termometre neyi ölçmede kullanılır? Termometre ile nasıl ölçüm alınır?” sorusuna ö rencilerin tamamı termometrenin sıcaklık ölçümünde kullanıldı ı cevabını vermi tir. Termometre ile ölçüm alma ile ilgili olarak ö rencilerin % 91.8’i (n:67) termometre haznesi ile sıcaklı ı ölçülecek cismin temas halinde olması, termometre haznesine dokunulmaması, termometredeki de er okunurken termometre dik tutularak göz hizasından okunması gerekti ini belirtmi lerdir. Geri kalan 6 ö renci (% 6.8) ise soruyu ya yanlı ya da eksik cevaplandı rı mı tir.

“Soru 4. ekilde gösterilen dereceli silindir, kronometre, dinamometre, termometrenin gösterdi i de erleri bulunuz.”



- a) Dereceli silindir ile ölçülen de er: \_\_\_\_\_  
 b) Kronometre ile ölçülen de er: \_\_\_\_\_  
 c) Termometre ile ölçülen de er: \_\_\_\_\_  
 d) Dinamometre ile ölçülen de er: \_\_\_\_\_  
 e) Kumpas ile ölçülen de er: \_\_\_\_\_

Bu soru ile öğrencilerin ölçme araçlarının gösterdi i de eri okuyabilme ve ölçümü yazabilme durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğru bir ölçümde, ölçülen de er, birim ve hata payı bulunması gerekti i için okunan de er, birim ve hata payı doğru olarak belirtilen cevaplar doğru kabul edilmiştir. Öğrencilerin %67.1'i (n:49) dereceli silindirin gösterdi i de erin ölçümünü doğru yazarken,

%32.9'u (n:24) yanlış yazmıştır. Yanlış ölçüm yapanlardan bazıları menisküsü belirlemede ve hata payını yazmada sorun yaşamış, bazıları ise sadece ölçümün rakamsal değerini yazmışlardır. Öğrencilerin sadece % 19.2'si (n:14) kronometrenin gösterdiği değerin ölçümünü doğru yazabilmiştir. Öğrencilerin % 76.7'si ölçümü yanlış yazarken, % 4.1'i (n:3) soruyu boş bırakmıştır. Öğrenciler kronometredeki değerin ölçümünü yazarken en çok hata payını belirlemede, daha sonra hata payı ve birimin belirtilmemesi durumlarında sorun yaşamışlardır. Öğrencilerin % 63'ü (n:46) termometre ve dinamometrenin gösterdiği değerin ölçümünü doğru, % 37.0'si (n:27) ise yanlış yazmıştır. Her iki ölçümde de karşılaşılan sorun, hata payı ve birimin yanlış yazılması ya da hiç yazılmamasıdır.

#### 4.2.2. Ölçme araçlarının kullanılabilirlik düzeyleri

Öğrencilerin psikomotor becerilerinin saptanması amacıyla ölçme araçlarından oluşan bir dizi düzenek oluşturulmuştur. Öğrencilere ölçme konusuna ilişkin öğretim verilmenden önce, sahip oldukları psikomotor becerileri gözlemlenmiştir. Bu gözlem sırasında öğrenciler hem video kamera kaydına alınmış, hem de ölçme araçlarını kullanma durumları iki gözlemci tarafından beceri-gözlem formuna kayıt edilmiştir. Kontrol listesi olan bu beceri-gözlem formu, ölçme araçlarının seçimi ve araçların kullanım amaçlarını içermektedir. İki gözlemcinin olması psikomotor becerilerin ölçümünde güvenilirliği arttırmaktadır. Bu bağlamda, gözlemciler arası güvenilirlik (inter-rater reliability - IRR) değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$IRR = \frac{|E_1 - E_2|}{N} \times 100,$$

N : Katılımcıların sayısı

E1: Birinci gözlemciden elde edilen sonuç

E2: İkinci gözlemciden elde edilen sonuç

Çalı mamızda iki gözlemci arasındaki IRR de eri %95 ile %100 arasında de i im göstermektedir. Bu durum da beceri gözlem formu kullanılarak gerçekleştirilen ölçme i leminde gözlemcilerden elde edilen verilerin tutarlı ve güvenilir oldu unu ortaya çıkarmaktadır. Elde edilen veriler uzunluk, kütle, a ırlık, zaman, hacim ve sıcaklık ölçümü olarak altı bölüme ayrılıp verilerin nitel analizi yapılmı tır.

#### 4.2.2.1. Cetvel ve kumpas kullanımına yönelik bulgular

Uzunluk ölçümü etkinli inde ö rencilerden bir silindirin iç çap, dı çap ve boyunu ölçmeleri istenmi tir. Ö renciler ölçme esaslarına göre olu turulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmi tir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, uzunluk ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını olu turmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları **Tablo 4.13**'de gösterilmi tir.

**Tablo 4.13.** Uzunluk ölçümü gözlem sonuç tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	n	%	n	%	
Dı çap için kumpas kullanıldı mı?	39	53.4	34	46.6	73
Cisim kumpasın çeneleri arasına sıkı tırıldı mı?	36	49.3	37	50.7	73
ç çap için kumpas kullanıldı mı?	24	32.9	49	67.1	73
ç çap için kumpasın do ru kısmı kullanıldı mı?	15	20.5	58	79.5	73
Kumpasın gösterdi i de er okundu mu?	34	46.6	39	53.4	73
Boy ölçümü için cetvel kullanıldı mı?	49	67.1	24	32.8	73
Boy ölçümü için kumpas kullanıldı mı?	13	17.8	60	82.2	73
Cetvelin ba langıç noktası '0' olarak belirlendi mi?	41	83.7	8	16.3	49

Dı çap ölçümü için kumpası tercih eden 39 ö renci (% 53.4) oldu u ve dı çap ölçümü için kumpası tercih eden ö rencilerin hemen hemen hepsinin (% 49.3, n:73) silindiri kumpasın çeneleri arasına yerle tirdi i görülmü tür. ç çap ölçümü için kumpası tercih eden 24 ö renci (% 32.9) oldu u, ö rencilerin sadece % 20.5'inin iç çap ölçümü için kumpasın do ru kısmını kullandı ı belirlenmi tir. Ö rencilerin %46.6'sı kumpasın nasıl okunabilece ini tahmin etmi ve okumaya çalı mı tir. Boy ölçümünde ise ö rencilerin % 67.1'i cetvel, % 17.8'i kumpas ve % 15.1'i mezure ya da metre kullanmayı tercih etmi tir. Boy ölçümü için cetvel kullanmayı tercih eden 49 ö renciden cetvelin ba langıç noktasını do ru belirleyen 41 ö renci (%83.7), yanlı belirleyen ise 8 ö renci (%16.3) bulunmaktadır.

#### 4.2.2.2. *E it kollu terazi kullanımına yönelik bulgular*

Kütle ölçümü etkinli inde ö rencilerden bir tıpanın kütesini ölçmeleri istenmi tir. Ö renciler ölçme esaslarına göre olu turulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmi tir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, kütle ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını olu turmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları **Tablo 4.14'**de gösterilmi tir.

**Tablo 4.14.** Kütle ölçümü gözlem sonuç tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	n	%	n	%	
E it kollu terazi seçildi mi?	56	76.7	17	23.3	73
E it kollu terazi dengeye getirildi mi?	20	27.4	53	72.6	73
Cisim kefenin ortasına konuldu mu?	48	65.8	25	34.2	73
Vezinler kefenin ortasına konuldu mu?	43	58.9	30	41.1	73
Uygun vezinler seçildi mi?	31	42.5	42	57.5	73
Pens kullanıldı mı?	1	1.4	72	98.6	73



Kütle ölçümün için öğrencilerin % 76.7'si, kütle ölçüm aracı olarak it kollu teraziyi, diğer öğrenciler ise ağırlık ölçme aracı olan dinamometreyi tercih etmişlerdir. E it kollu teraziyi tercih eden öğrencilerden yalnızca % 27.4'ü e it kollu teraziyi dengeye getirebilmiştir. Diğerleri ise e it kollu terazinin kolunu kaldıramadığı veya dengeye getiremediği için ya ölçüm alamamışlar ya da terazinin çalışmasını zannedip rasgele bir sonuç bulmuşlardır. Cismin kefenin ortasına konulması (% 65.8) ve vezinlerin kefenin ortasına konulması (% 58.9) davranışları çoğu öğrenci tarafından gerçekleştirilmiştir. Kütle ölçümü sırasında öğrencilerin % 42.5'i ölçme işlemi için uygun vezinler seçerek ölçme işlemini gerçekleştirmiştir. Fakat sadece 1 öğrencinin bu işlemler sırasında pens kullandığı belirlenmiştir.

#### 4.2.2.3. Dinamometre kullanımına yönelik bulgular

Ağırlık ölçümü etkinliğinde öğrencilerden bir cismin ağırlığını ölçmeleri istenmiştir. Öğrenciler ölçme esaslarına göre oluşturulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, ağırlık ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları **Tablo 4.15'**de gösterilmiştir.

**Tablo 4.15.** Ağırlık ölçümü gözlem sonuç tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	n	%	n	%	
Dinamometre seçildi mi?	49	67.1	24	32.9	73
Duyarlılığı yüksek olan dinamometre seçildi mi?	27	37.0	46	63.0	73
Dinamometre sabit bir yere asıldı mı?	2	2.7	71	97.3	73
Cisim dinamometreye takıldı mı?	52	71.2	21	28.8	73
Ölçüm göz hizasına getirilerek okundu mu?	40	54.8	33	45.2	73

A ırlık ölçümü için ö rencilerin % 67.1'i dinamometreyi tercih etmi tir. Düzenekte bulunan iki dinamometreden hassas olanını tercih edenler ö rencilerin %37.0'sini olu turmaktadır. Ö rencilerin % 71.2'si cismi dinamometreye takmı , %54.8'i ise dinamometreyi göz hizasına getirerek ölçüm almı tır. Bu ölçüm sırasında ö rencilerden sadece 2'si dinamometreyi sabit bir yere asmı tır.

#### 4.2.2.4. Kronometre kullanımına yönelik bulgular

Zaman ölçümü etkinli inde ö rencilerden bir sarkacın periyodunu bulmaları istenmi tir. Ö renciler ölçme esaslarına göre olu turulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmi tir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, zaman ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını olu turmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları **Tablo 4.16**'da gösterilmi tir.

**Tablo 4.16.** Zaman ölçümü gözlem sonuç tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam N
	n	%	n	%	
Kronometre seçildi mi?	63	86.3	10	13.7	73
Sarkaç do ru kullanıldı mı?	61	83.6	12	16.4	73
Kronometre zamanında ba latıldı mı?	39	53.4	34	46.6	73
Kronometre zamanında durduruldu mu?	32	43.8	41	56.2	73
Kronometre dü meleri do ru kullanıldı mı?	45	61.6	28	38.4	73
Birkaç ölçümün ortalaması alındı mı?	2	2.7	71	97.3	73

Periyot bulma i leminde sarkacın ucunda bulunan topun, gösterilen hizadan bırakılması gerekti i belirtilmi tir. Zaman ölçümünde ö rencilerin % 86.3'ü kronometreyi tercih ederken, % 13.7'si ya hiçbir ölçme aracı kullanmadan rasgele bir

sonuç yazmı ya da kolundaki saate bakarak bir ölçüm almı tır. Ö rencilerin %53.4'ü kronometreyi zamanında ba latabilmi , % 46.6'sı ya salınım ba ladıktan sonra ya da ba lamadan önce kronometreyi çalı tırılmı tır. Ö rencilerin % 43.8'i kronometreyi zamanında durdurabilmi , % 56.2'si ise sarkaç ba langıç noktasına gelmeden önce ya da geldikten sonra durdurulmu tur. Kronometre dü melerinden ba lama ve durdurma butonlarının yerini bilenler ise ö rencilerin % 61.6'sını olu turmaktadır. Periyot bulma i leminde sadece 2 ö renci (% 2.7) birkaç salınımdan sonra kronometreyi durdurup ortalama alarak ölçümü belirlemi tir.

#### 4.2.2.5. Dereceli silindir kullanımına yönelik bulgular

Hacim ölçümü etkinli inde ö rencilerden bir i e suyun hacmini ölçmeleri istenmi tir. Ö renciler ölçme esaslarına göre olu turulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmi tir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, hacim ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını olu turmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları **Tablo 4.17'**de gösterilmi tir.

**Tablo 4.17.** Hacim ölçümü gözlem sonuç tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	n	%	n	%	
Dereceli silindir tercih edildi mi?	56	76.7	17	23.3	73
Duyarlılı ı az olan araçtan fazla olan araca do ru ölçüm yapıldı mı?	30	41.1	43	58.9	73
Dereceli silindir düz zemine konuldu mu?	60	82.2	13	17.8	73
Ölçümler göz hizasına getirerek okundu mu?	45	61.6	28	38.4	73
Hassas ölçüme önem verildi mi?	18	24.7	55	75.3	73

Hacim ölçümü için öğrencilerin % 76.7'si dereceli silindir, % 23.3'ü ise beheri tercih etmiştir. Öğrencilerin % 41.1'i duyarlılığı az olan araçtan fazla olan araçta ölçüm yapmış, böylelikle ölçüme meydana gelebilecek hata miktarını azaltmasını sağlamışlardır. Bunun yanında öğrencilerin % 82.2'si kullanılan aracı düz zemine koymuş, % 61.6'sı ölçümü göz hizasından okuyarak belirlemi ve % 24.7'si hassas ölçüme önem vermiştir.

#### 4.2.2.6. Termometre kullanımına yönelik bulgular

Sıcaklık ölçümü etkinliğinde öğrencilerden elde edilen suyun sıcaklığını ölçmeleri istenmiştir. Öğrenciler ölçme esaslarına göre oluşturulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, sıcaklık ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları **Tablo 4.18**'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.18.** Sıcaklık ölçümü gözlem sonuç tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	n	%	n	%	
Termometre seçildi mi?	72	98.6	1	1.4	73
Termometre dik tutuldu mu?	37	50.7	36	49.3	73
Termometre haznesi sıvı içerisine getirildi mi?	67	91.8	6	8.2	73
Termometrenin kapağına sıvı damlatıldı mı?	25	34.2	48	65.8	73
Termometre içerisindeki sıvı görüldü mü?	52	71.2	21	28.8	73
Termometrede gösterilen değer okundu mu?	51	69.9	22	30.1	73

Sıcaklık ölçümü için öğrencilerin % 98.6'sı termometreyi tercih etmiştir. 1 öğrenci ise pipetle sıcaklık ölçmeye çalışmıştır. Öğrencilerin % 50.7'si termometredeki değeri okurken termometreyi dik tutmuş, % 91.8'i termometrenin haznesini su içerisine getirmiş ve % 71.2'si termometre içerisindeki sıvıyı görebilmiştir. Termometre içerisindeki sıvıyı öğrencilerin tamamına yakını da termometrede gösterilen değeri okuyabilmiştir (% 69.9). Fakat öğrencilerin sadece %34.2'si termometrenin kaba ve kabın tabanına da dikkat etmiştir. Öğrencilerin % 65.8'i termometreyi direkt kabın içerisine koyup beklemiştir.

#### **4.2.3. Öğretim süreci boyunca öğrenci etkinliklerinin gözlenmesi sonucu elde edilen bulgular**

Öğretim süreci içerisinde öncelikle araştırmacı tarafından ölçme araç kullanımı ve ölçme bilgisine yönelik öğretim gerçekleştirilmiştir, daha sonra temel ölçme etkinliklerinden oluşan düzenek kurularak öğrencilerin ölçme etkinliklerini gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Daha sonra ölçmeye ilişkin bir problem etrafında oluşturulan etkinlik gerçekleştirilmiştir.

##### **4.2.3.1. Temel ölçmelerden oluşan etkinlik dizisi**

Çalışmanın öğretim boyutunda, kütle, ağırlık, hacim, uzunluk, sıcaklık, zaman kavramları ile ilgili düzenek kurularak ölçme bilgisi ve ölçme araçlarının doğru kullanımına yönelik öğretim gerçekleştirilmiştir. Ölçme bilgisi ve ölçme araç kullanımının öğrenilmesinden sonra öğrencilere temel ölçmelerden oluşan düzeneklerde kendi kendilerine ölçümler yapmalarına olanak verilmiştir. Bu sırada öğrencilerin ölçme işlemlerini gerçekleştirirken oldukça dikkatli ve titiz oldukları, yavaş fakat doğru bir ölçüm almak için uğraştıkları gözlenmiştir. Öyle ki, birkaç öğrenci "*Hiçbir şeyi atlamadan eksiksiz yapıp mutlaka sonucu bulmalıyım*" diyerek kendilerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin birbirleriyle çalışmada oldukça aktif ve istekli olmalarının yanında arkadaşlarının gerçekleştirdikleri ölçme işlemleri üzerinde de yorumlar yapıp işlemin doğru, yanlış ya da eksik kısımlarında onlarla etkileşime

girmekten kaçınmadıkları görülmü tür. Ö renciler düzenekte tekrar bu etkinlik dizisini gerçekle tirirken, önceden yapmı oldukları hataları fark edip düzeltmeye çalı tıklarını belirtmi lerdir.

Ölçme i lemleri sırasında ö renciler genel olarak ölçme araçlarının kullanım a amalarına uygun olarak ölçüm almaya çalı mı lardır. Cetvel, e it kollu terazi, dinamometre, kronometre, termometre, dereceli silindir kullanımında oldukça ba arılı olmu lardır. En büyük sorun, duyarlılık ve hata payının bulunması ile kumpas kullanımında ya anmı tır. Ö rencilerin duyarlılık ile hata payı arasındaki ili kiyi fark etmeleri için oldukça çaba gösterilmi ve ö retim süreci sonunda ö rencilerin büyük ço unlu unun ölçümlerdeki hata payını belirleyebildikleri görülmü tür. Kumpas kullanımında ise ö renciler alt sürgüdeki ölçünün nasıl okunaca mını anlamada zorluk ya amı lardır. Kumpas ile ölçüm alındı nda meydana gelebilecek hata payının belirlenmesinde ya anan sorun ö rencilerin ço u tarafından giderilememi tir.

#### ***4.2.3.2. Süngerin su tutma kapasitesi etkinli i***

Ö retim kısmının bir sonraki a amasında, ö rencilerin “*Süngerin su tutma kapasitesi*” etkinli ini uygulamaları sa lanmı tır. Uzunluk ve hacim ölçümüne yönelik tasarlanan etkinlikte, onlara verilen süngerin su tutma kapasitesini bulmaları istenmi tir. Etkinlik öncesinde, bir süngerin su tutma kapasitesinin nasıl bulunabilece ine yönelik tartı ma ortamı olu turulmu tur.

Genel olarak, önce kumpas kullanılarak süngerin boyutları bulunarak süngerin hacmi, daha sonra beher içerisinde bulunan suyun hacmi ölçülmü ve sünger suyun içerisine atılmı tır. Sünger bir süre su içerisinde bekletilmi tir. Süngerin suyu çekmesi sa landıktan sonra su içerisinden çıkarılıp fazla olan suyun akması için bekletilmi tir. Daha sonra beherde kalan suyun hacmi ölçülmü ve aradaki farka göre süngerin birim hacminde bulunan su miktarı hesaplanmı tır.

Bu etkinlikte ö renciler grup arkada larıyla tartı arak i birli i içerisinde ölçüm almı lardır. Ö renciler uzunluk ve hacim ölçümünde büyük ölçüde ba arı sa lamı lardır. Hata kaynaklarının kontrolü üzerinde yo unla mı lardır. Gruplardan biri, beherde kalan suyun hacmini ilk durumdaki hacmine göre daha fazla

bulduklarını, bu sebeple hata kaynaklarının kontrolüne yöneldiklerini belirtmişlerdir. Öyle ki tüm gruplar süngerlerin biraz da olsa yamuk oldu u, süngerleri elleriyle tuttuklarında su miktarında azalma oldu u, ölçümler tekrarlanmak istenirse aynı ıslak süngerle denenmemesi gerekti i gibi yorumlarda bulunmuşlardır.

Etkinlik sonunda grupların elde ettiği ölçümler tahtaya yazılarak karşılaştırılmıştır. Genel olarak sonuçlar birbirine yakın çıkmıştır. Ortaya çıkan farklılıklara sebep olan etkenler tartışıldıktan sonra gruplardan biri: *“Ölçmeyi dikkatlice yaparsak birbirimizde daha çok yaklaşıyoruz, böylelikle bilime yaklaşıyoruz”* ifadesini kullanmıştır.

#### **4.2.4. Ö retim süreci sonrasında öğrencilerin ölçme becerilerini farklı alanlara aktarmalarının gözlenmesine ilişkin bulgular**

Araştırmanın ö retim amaçlarının tamamlanmasından sonra öğrenciler araştırmacı tarafından dönem boyu gözlenmeye devam edilmiştir. Amaç, laboratuvar uygulamalarında farklı konular öğrenilirken öğrencilerin ölçme becerilerini yeni alanlara aktararak aktarmadıklarını gözlemlemektir. Bu bölümde, fen laboratuvar uygulamaları dersi kapsamında yer alan bazı konularda ölçme ile ilgili gözlenen durumlar ele alınmış ve gözlem sonuçları belirtilmiştir.

Fen laboratuvar uygulamaları dersinde basınç konusu öğrenilirken bir grup öğrenci, basıncın kuvvet ve yüzey alanı ile ilişkisini belirleyebilmek için etkinlik hazırlamışlardır. Basınç ile kuvvet arasında nasıl bir ilişki olduğu belirleme amacıyla yaptıkları etkinlikte, bir sünger üzerine önce bir, sonra iki, sonra üç kitap koyarak süngerin sıkılaşma durumunu incelemiştir. Bu süreçte, öğrenciler kitap sayısı arttıkça uygulanan kuvvetin arttığını, böylece süngerde meydana gelen sıkılaşma miktarının arttığını belirtmekle yetinmiş, süngerin sıkılaşma miktarını hesaplama ihtiyacı duymamışlardır.

Katı basıncının yüzey alanına göre nasıl değiştiğini ispatlamaya yönelik yaptıkları etkinlikte ise, öğrenciler büyük bir kumla doldurmuş dinamometre ile ağırlıklı ölçümü yapmışlardır. Dinamometre kullanılırken, etkinliği yapan öğrencilerin dinamometre seçiminde bağırsız oldukları, dinamometreyi sabitleyerek ölçüm aldıkları ve ölçümü göz hizasından okudukları görülmüştür. Bunun yanında ölçümde

rakamsal de er, birim ve hata payını do ru bir ekilde belirttikleri gözlenmi tir. Daha sonraki a amada, kumla dolu i eyi geni tabanı sünger üzerine gelecek ekilde koymu lar ve i enin süngere batma miktarını cetvelle ölçmü lerdir. Ardından kumla dolu i eyi dar tabanı sünger üzerine gelecek ekilde koymu lar ve bu durumda i enin süngere batma miktarını da cetvelle ölçmü lerdir. Cetvel kullanımında ise cetveli düzgün tutmada, ba langıç noktasını belirlemede ve ölçümü do ru yazmada dikkatli oldukları görülmü tür. Bu i lemlerle ö renciler ilk ve son durumda meydana gelen basınçları hesaplayarak iki durum arasında kıyaslama yapmı lardır. Böylece basınç ile yüzey alan arasında ters orantı oldu unu ispatlamı lardır.

Su ve çevre ili kisinin ele alındı ı bir ba ka derste, farklı bir ö renci grubu suyun topraktan geçi i ile ilgili bir etkinlik hazırlamı lardır. Bu etkinlikle ö renciler, suyun kilden mi yoksa kumdan mı daha çabuk geçebilece ini kıyaslamak istemi lerdir. Bunun için altında delik olan iki kaba çakıl ta larını rasgele koymu lardır. Daha sonra birinci kaba kil, ikinci kaba ise kum eklemi ler ve kil ile kum miktarlarının aynı olmasına dikkat etmi lerdir. Bu sırada sınıftaki ö rencilerden biri: *“Etkinli in amacı, kum ve kil de i kenlerinin etkisinin belirlenmesi oldu u için çakıl ta larının iki kapta da aynı miktarda olması gerekmektedir. Siz bu duruma neden dikkat etmediniz?”* sorusunu gruba yöneltmi tir. Gruptaki ö renciler çakıl ta miktarının aynı olması gerekti ini deney raporlarında belirttiklerini fakat etkinli i gerçekle tirirken bu durumu dikkate almadıklarını belirtmi lerdir. Daha sonra kaplara konulacak suyu, dereceli silindir ile 500 ml olarak ölçmü lerdir. Hacim ölçümü sırasında ö rencilerin dereceli silindir kullanım a amalarına dikkat ettikleri gözlenmi tir. Dereceli silindir seçiminde titiz oldukları, dereceli silindiri düz bir zemine koyduktan sonra, suyu içerisine bo alttıkları ve daha sonra ölçümü göz hizasından aldıkları görülmü tür. Hacmi belirlenen su, yava yava kaplara bo altılmaya ba lanmı tır. İlk su damlasının kaba dü mesinden, kabın altındaki delikten su damlasının çıkmasına kadar geçen süreyi kronometre ile ölçmü lerdir. Kronometre kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken durumlara da uyuldu u gözlenmi tir. Öyle ki gruptaki ö rencilerden biri suyu dökerken di eri kronometreyi kullanmı , aynı anda ba latmak ve durdurmak için birbirlerine komut vermi lerdir. Kaplara su konulurken sınıftaki ö rencilerden biri *“Suyu kabın tam ortasından koymalıyız. Yoksa kabın kenarlara de ince suyun a a ıya inme süresi de i ir. Bu*



*yüzden hata miktarınızda artı meydana gelir” yorumunu yaparak grubu yönlendirmi tir.*

Elektrik konusunun i lendi i di er bir derste, ö renciler elektrik devresinden akım geçerken ısı yayıldı mı ispatlamak istemi lerdir. Bunun için ö renciler *“Devreden akım geçerken etrafa ısı yayılıyorsa, iletken tel üzerine termometre yerle tirirsek termometrenin gösterdi i de erde bir artı meydana gelmelidir”* hipotezini ortaya atmı lardır. Bu hipotezi sınamak amacıyla basit bir elektrik devresi kurmu lar ve devreden akım geçmesini sa lamı lardır. Daha sonra termometreyi devredeki iletken telin üzerinde gelecek ekilde sabit bir yere asarak yerle tirmi lerdir. Termometrenin gösterdi i ilk de eri termometre dik konumda iken göz hizasından bakarak okumu lardır. Devreden akım geçti inde yayılan ısı ile termometre de erindeki artı ı göz hizasından bakarak gözlemlemi lerdir.

Ö rencilerin farklı konular i lenirken, konunun daha net anla ılması için ölçme i lemini kullandıkları gözlenmektedir. Öyle ki sınıfta atom konusu i lenirken bazı ö renciler atom, çekirdek, proton, kuarkların büyüklüklerini sayısal de erleri ile ifade ederek aralarındaki ili kiyi ölçümlerle nitelendirmi lerdir. Böylece arkadaş larının zihinlerinde bu büyüklüklerle ilgili net bir fikir olu masına yardımcı olmayı hedeflediklerini belirtmi lerdir. Fakat, gözlemler sırasında ölçmenin ihmal edildi i ya da ölçme bilgilerini aktaramadıkları ortamlar da olmu tur. Örne in, bazı ö renciler, atom modelini gösteren materyal yapımında proton, nötron ve elektronların büyüklüklerini dikkate almadan materyali olu turmu tur. Bu hataya paralel di er bir durum ise, kimyasal tepkimeler konusunun i leni i sırasında bir grup ö renci, kükürt ile bakırı karı tırıp ısıtılarak kimyasal bir tepkime gerçekleşme yi istemi lerdir. Fakat bu i lemde, kükürt ve bakır miktarı ölçülmeden rasgele konulmu tur. Bu noktada da ölçmenin ihmal edildi i görülmü tür.

## 5. SONUÇLAR VE TARTI MA

Lisans e itiminin üçüncü yılında olan ö retmen adaylarının, e itimleri boyunca gördü ü ölçme konusu ile sahip oldukları ölçme becerilerini belirlemek ve beceri geli imini izlemek amacıyla bu çalı ma gerçekleştirilmiştir. Ölçme araçlarının tanınması, ölçme bilgisi, ölçme araçlarının kullanımı ve ölçme etkinliklerinin yer aldığı mevcut çalı mada, ölçme becerisi bili sel, duyu sal ve psikomotor beceriler çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu bölümde, ölçme becerisi ve geli imi üzerine ö retmen adayları ile yapılan deneysel ara tırmanın sonuçları, Türkiye’de uygulanan ö retim programları ve mevcut literatür ile birlikte tartışılacak, ardından bu çalı manın biz ara tırmacı ve e itimcilere katkıları genel sonuç olarak değerlendirilecektir. Bu değerlendirilmenin ardından, ara tırmanın sınırlıkları dahilinde, alanda yapılması mümkün olan gelecek çalı malara ili kin yönelimler öneri olarak sunulacaktır.

### 5.1. Bili sel Düzeye li kin Ara tırma Sonuçları ve Tartı ma

#### 5.1.1. Ölçme araçlarının tanınması ve kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma

Bili sel düzeydeki ölçme becerilerinin belirlenmesi için ö rencilere ön test, son test ve kalıcılık testinde ölçme araçlarının tanınması ve ölçme do ası ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Ölçme araçlarının eklen tanınmasına yönelik ön testten elde edilen verilerde, ö rencilerin büyük bölümünün kumpas dı ındaki ölçme araçlarını tanımada bir problem yaşamadıkları fakat bazı ö rencilerin dinamometre ile basit makarayı, kronometre ile barometreyi, dereceli silindir ile beheri karı tırdıkları görülmü tür. Ölçme konusunun ö retimi sürecinde, ölçme araçlarının tanınmasında meydana gelebilecek yanlışların olu maması için önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunun için, ö rencilere ölçme araç tanıtımının etkili bir ekilde yapılması gerekmektedir. Ölçme etkinliklerinde ölçme araçlarının tanıtılması da, olu ması mümkün olan yanlışların önlenmesinde büyük rol oynamaktadır (Sterling, 1999, 2006; Hand, 2005; Sears, 2005).

Ölçme ile ilgili ö retim gerçekleştirildikten sonra uygulanan son testte, öğrencilerin hemen hemen hepsinin ölçme araçlarını eklen tanıyabildikleri, kalıcılık testinde de öğrencilerin ölçme araçlarını tanıma durumlarının devam ettiği görülmektedir. Ön testte dereceli silindir ile beheri ayırt edemeyen bazı öğrencilerin, son testte bu ölçme araçlarını ayırt etmelerine rağmen, birkaç öğrencinin kalıcılık testinde tekrar bu yanlışlığa dü tu ü görülmektedir. Bu durum, öğrencilerde var olan bilgilerin deriniminin kısa zaman aralığında mümkün olduğu, fakat uzun zaman aralığında bazı öğrencilerde etkisini kaybettiğini göstermektedir (Osborne ve Gilbert, 1980). Bu sebeple öğrencilerin ilk öğrendikleri bilgileri doğru algılamaları, ileride olabilecek yanlışların önüne geçilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Ölçme araçlarını eklen tanıyan öğrenciler ile ön testte bu araçların kullanım bilgisine yönelik sorulardan elde edilen verilere göre, kronometreyi ekil olarak tanıyan tüm öğrencilerin kronometrenin kullanım amacını da bildikleri görülmektedir. Fakat bazı öğrencilerin kumpas, dinamometre ve termometrenin hangi amaçla kullanıldığı ile ilgili bilgi düzeyi, ölçme araçlarının eklen tanınması ile ilgili bilgi düzeyine göre daha düşük seviyededir. Bu duruma, okullarda gerçekleştirilen öğretimde, ölçme araçları ekil olarak gösterilip o konu ile ilgili problemler çözmelerinin istenmesi sebep olabilir. Böylece öğrenciler daha çok problem çözme durumları üzerine yoğunlaşırken ölçme aracının kullanım amacını bilmeleri geriplanda kalabilir.

Son test ve kalıcılık testinde yer alan ölçme araçları ve kullanımına yönelik soruların doğru cevaplanma durumlarında artış olduğu görülmektedir. Özellikle son testte kumpasın kullanım amacının öğrencilerin pek çoğ u tarafından kavrandığı dikkat çekmektedir. Ayrıca kumpasın kullanım amacının, kalıcılık testinde öğrencilerin tamamı tarafından öğrenildiği gözlenmiştir. Öyleyse, öğrencilere ölçme araçlarını tanımaları ve kullanım amaçlarını kavrayabilmelerine yönelik gerekli zaman ayrılarak, uygun öğretim gerçekleştirilebilirse öğrencilerin bilisel düzeylerinde de artış olabilecektir.

### 5.1.2. Ölçme bilgisine ili kin sonuç ve tartı ma

Ö rencilerin bili sel düzeyde ölçmenin do asına yönelik ölçme becerilerinin belirlenmesi için yöneltile sorularda elde edilen verilerle, çalı manın ön testinde, ö rencilerin ölçmenin do asını tam olarak kavrayamadıkları görülmektedir. Öyle ki ö rencilerin yakla ık yarısı gözlem ve deneylerin ölçümle sonuçlanması gerekti ini dü ünmemektedirler. Bununla birlikte, her ölçme i leminin bir ölçme aracı ile gerçekleştirilmesi gerekti ini savunanlar bulunmaktadır. Ö renciler deneyler sonucu elde edilen sonuçların ölçüm oldu unu, gözlemler sonucu elde edilen verilerin ise bir ölçüm olmadığı dü ünmesine sahiptirler. Ö retim programları incelendi inde, ölçme araçlarını tanıma ve kullanma konularının öne çıktı ı, ancak ölçmenin do ası ile ölçmenin bilimdeki önemine ili kin konuların sınırlı ele alındı ı görülmü tür (MEB, 2006a,b,c,d,e). Çalı mamızda, ö rencilerin ölçmenin do ası ile ilgili yeterli bilgiye sahip olamamalarının sebebi, ö retim sürecinde bu konuya yeterince önem verilmemesi olabilir.

Çalı manın son testinde, ö rencilerin ölçmenin do asına yönelik bilgi düzeylerinde artı oldu u belirlenmi tir. Ö renciler özellikle her gözlem ve deneyin mutlaka bir ölçümle sonuçlanması gerekti inin farkına varmışlardır. Ölçmenin sadece bir ölçme aracı ile gerçekleştirilece ini dü ünen ö rencilerden 7 (N:73) ö renci fikrini de i tirmi tir. Kalıcılık testinde, ölçmenin do asına yönelik ön testte belirlenen yanılğının tekrar olu tu u ve gözlem sonuçlarının sadece duyu organları ile yapılırsa bir ölçümle ifade edilebilece i yönünde ö rencilerin bir dü ünçeye sahip oldukları görülmü tür. Bu sonuçlar, ö rencilerdeki ölçmenin do asına ili kin var olan bilgilerin de i tirilmesinin kolay olmadı ının göstergesidir. Öyle ki ön testte belirlenen yanılğının, son testte büyük ölçüde kapandı ı görülmü olsa bile, kalıcılık testinde ö rencilerdeki yanılğının biraz farklılık göstererek tekrar olu tu u görülmü tür. Bu durum, ölçme araçlarının eklen tanınması durumunda kar ıla ılan güçlkle benzerlik göstermektedir. İlk edinilen bilgilerin de i tirilmesinin zor olması ölçmenin do asına yönelik verilerle de desteklenmektedir.

Yeni e itim sistemimizde her ne kadar bilimsel dü ünçe, bilimin do ası ve bilim felsefesine önem verilmeye çalı ılsa da, ö rencilerdeki sorgulama ve dü ünmeye yönelik becerilerin zayıflı ı bir gerçektir (De Jong ve Van Joolingen, 1998; Klahr,

2000; Kuhn, Black, Kesselman ve Kaplan, 2000; Yürümezo lu, ve O uz, 2008a,b). Ölçmenin do ası ile ilgili olarak da ö rencilerde benzer durumlara rastlanılmı tır. Dü ünsel dünyamıza ili kin bu becerilerin geli imi süreklilik gerektiren bir süreçtir. Her ne kadar mevcut çalı mada bu süreç sürdürülmeye çalı llsa da, bunun di er alanlarda da sürdürülmesi ve desteklenmesi gerekmektedir (örn., Ba cı-Kılıç, 2003; Wilke ve Straits, 2005; Aydo du, 2006).

Ön testte yer alan “ölçmede hata kaynakları, duyarlılık ve tutarlık” temasına ait sorular göstermektedir ki ö renciler hata kaynakları ve duyarlılık konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları gibi, özellikle ölçmede hata kaynaklarının yok edilebilece ini dü üncesindedirler. Ölçmede tutarlılık kavramının önemi, ö rencilerin ço u tarafından bilinse de, bazı ö rencilerin bu konuda eksik bilgiye sahip oldu u görülmektedir. Hata kaynakları, duyarlılık ve tutarlık ile ilgili sahip olunan eksik bilgilerin son testte azaldı ı görülmü tür. Bu sonuçlar kalıcılık testinde de durumunu korumu tur.

## 5.2. Psikomotor Düzeye li kin Ara tırma Sonuçları ve Tartı ma

Ölçmenin psikomotor boyutunun incelenmesi için ö rencilere öncelikle, belirtilen ölçme araçlarını daha önce kullanıp kullanmadıkları sorulmu , sonrasında hazırlanan ölçme düzene inde ölçme etkinliklerini gerçekle tirmeleri istenmi ve bu sırada ö rencilerin sahip oldu u psikomotor düzeydeki ölçme becerileri gözlenmi tir. Daha sonra ölçme becerisine yönelik ö retim gerçekle tirilmi ve son test ile kalıcılık testi olarak ö rencilerin ölçme araçları kullanım bilgisi de erlendirilmeye çalı lımlı tır.

Ö rencilerin tamamına yakını kumpas ve dinamometre hariç belirlenen ölçme araçlarını daha önce kullandıklarını ifade ettikleri fakat büyük ço unlu unun, e it kollu terazi, dereceli silindir, dinamometre ve kumpası amacına uygun i lemlerde kullanmadıkları görülmü tür. Ayrıca ö rencilerin büyük ço unlu u ön testte ölçme araçlarını kullandıklarını belirtmelerine ra men, pratikte bunu ba aramadıkları gözlenmi tir. Halbuki ilkö retim fen ve teknoloji dersi ö retim programında 4. sınıfta dereceli silindir ile termometre, 6. sınıfta dinamometre ile kronometre, 8. sınıfta e it kollu terazi; ilkö retim matematik dersi ö retim programında 3. sınıfta cetvel kullanımına yönelik kazanım yer almaktadır (MEB, 2006a,b,c). Ö renciler

ölçme araçlarını ya okullarda kullanmamı ya da okullarda kullanmaya çalışmaları onlara beceri haline getirebilecek kadar zaman verilmemesi olabilir.

### **5.2.1. Cetvel ve kumpas kullanımına ilişkin sonuç ve tartışma**

Öğrenciler cetvel kullanımında başarılı olurken, kumpas kullanımında ise zorlanmışlardır. Uygulamada elde edilen bu sonuç, test sonuçları ile paralellik göstermektedir. Her ne kadar çap ölçümünde öğrencilerin yarısından fazlası cetvel kullanmaya yönelse de, öğrencilerin bazıları çap ölçümü için kumpas kullanmayı denemeleridir. Bu sırada öğrencilerin deneme-yanılma yoluyla kumpas ile nasıl ölçüm alması gerektiğini keşfettikleri ortaya çıkmıştır. Öyle ki kumpasın çenelerini açabildikleri, silindiri çenelerin arasına sıkı tırabildikleri, ölçümü okumaya çalıştıkları ve ölçümü bulmak için çaba gösterdikleri fakat ölçümü okuyamadıkları gözlenmiştir. Bazı öğrenciler ise kumpasa bakarak bu ölçme aracını kullanamayacaklarına karar vermişlerdir. Bu sonuçlar PSSC (1966)'de belirtildiği gibi, bazı kişiler için kapalı kutu olan ölçme araçlarının keşfedilebileceğini destekler niteliktedir. Fakat kapalı kutu olarak görülen ölçme araçlarının keşfedilmesi için sabır ve gayret gösterilmesi gerekmektedir (PSSC, 1966; Hand, 2005; Smith vd., 2006).

### **5.2.2. Erit kollu terazi kullanımına ilişkin sonuç ve tartışma**

Kütle ile ağırlık kavramları, pek çok araştırmada olduğu gibi (örn., Koray ve Tatar, 2003; Koray, Özdemir, Tatar, 2005; Sears, 2005), bu araştırmada da öğrenciler tarafından birbirine karıştırılmıştır. Hatta kütle ölçümü için erit kollu terazi kullanmayı tercih eden öğrencilerin bazılarının bu aracı rasgele seçtikleri, ağırlık ölçümü etkinliğine geçtiklerinde anlaşılmıştır. Öğrencilerin ağırlık ölçümünde kullanılan ölçme aracının hangisi olduğu sorusu ile karşılaştığında kütle ölçümü için erit kollu terazi kullanırken kütle kavramına dikkat etmediği ve kütle-ağırlık kavramlarını karıştırdığı görülmüştür. Çalışmamızın bu bölümü, kütle ve ağırlık kavramlarının birbirini karıştırılması yönünde yapılan çalışmaların destekler

niteliktedir. Çalı mamız, kütle ve a ırlık kavramlarıyla ilgili “Kütle ile a ırlık aynı anlamdadır” yanılısı Koray ve Tatar (2003); “Kütle birimleri ile a ırlık birimleri aynıdır” yanılısı Koray, Özdemir, Tatar (2005) tarafından gerçekleştirilen ara tırma sonuçları ile paralellik gösterir.

E it kollu terazi kullanımı ile ilgili olarak, ço u ö rencinin daha önce e it kollu teraziyi kullandı nı belirtmesine ra men, bu ö rencilerin e it kollu teraziye dengeye getiremedikleri ve 1 ö renci hariç di erlerinin hata kaynaklarının giderilmesine önem vermedikleri gözlenmiştir. Denge durumunun ayarlanmasında öncelikle ö renciler e it kollu terazinin neden çalı madı nı çözmeye çalı maktadı fakat terazi kolunun kaldırılması gerekti ini fark edememektedirler. Bazı ö renciler deneme-yanılma yoluyla kolun kaldıracağını ke fetmekte, bazı ö renciler ise kolu kaldırmadan, e it kollu terazi kapalı konumdayken ölçüm almaktadır. Ço u ö renci e it kollu terazinin kolunu kaldırırsa dahi terazinin dengeye gelip gelmedi ine bakmadan ölçme i lemeye geçmektedir. Ba langıçta terazi ibresinin “0” noktasını göstermesi için u ra anlar ise oldukça azdır. Bu sebeple sonuçlar oldukça farklı çıkmakta, gerçek de eri yansıtmamaktadır. Ayrıca ö renciler, kütlesi ölçülecek cisme kar ılıklı gelebilecek vezinlerin seçiminde de zorlanmı lardır. Bazı ö renciler 50 gram gelebilecek cismin tartımında, 500 gram veya 2 gram gibi farklı büyüklükteki vezinlerle kar ıla tırma yapmaya çalı mı tır. Bu durum ö rencilerin tahmin becerilerinde eksiklikler oldu nu göstermektedir. Sears (2005) bir çalı masında, e er sınıfta elektronik terazi varsa, ö rencilerin iki durumdaki ölçümlerini kıyaslamalarına izin verilmesi gerekti ini belirtmektedir. Bu eilde elektronik terazide do ru ölçümü bulunması ve e it kollu terazide yapılan yanlı ları fark edilmesine olanak verilmesi, onların e it kollu terazi ile ölçüm yapma becerilerinin geli mesini sa layaca ı bildirilmektedir.

### 5.2.3. Dinamometre kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma

A ırlık ölçümü sırasında ö rencilerin büyük kısmı dinamometreyi tercih etmesine ra men, bazı ö rencilerin bu konuda tereddüde dü tükleri görülmü tür. Dinamometreyi tercih edenlerin düzenekte bulunan iki dinamometreden birini rasgele seçtikleri, dinamometrenin duyarlılı na dikkat etmedikleri görülmü tür. Bu durum, kütle ölçümünde pens kullanılmamasında oldu u gibi, ö rencilerin hassas ölçüm konusundaki bilinç düzeylerinin dü ük oldu unu destekler niteliktedir. Ayrıca dinamometrenin sabit bir yere asılması gerekti ini dü ünmedikleri, dinamometreyi ellerinde tutarak ölçümü aldıkları gözlenmi tir. Çalı mamızdan elde edilen bu sonuçlar, ö rencilerin hassas ölçümün önemini farkında olmadıklarını ortaya koymaktadır. Bu farkındalı n olu turulmasında ö rencilerin ölçme etkinliklerinin sıklıkla tekrarlamalarına ve ölçüm sonuçlarını birbiri ile kıyaslayarak ölçme i leminin a amalarını gözden geçirmelerine olanak verilmeli, böylece ö rencilerde hassas ölçüm bilinci olu turulmalıdır (Callison vd., 1997; Tretter, 2000; Hand, 2005; Smith vd., 2006). Dinamometre kullanımında kar ıla ılan di er sorunlardan biri, bazı ö rencilerin cismi, dinamometrenin üst kısmına ba layıp ölçüm almaya çalı ması, yani dinamometreyi ters kullanmaya çalı masıdır. Di er sorun ise birkaç ö rencinin, düzenekte iki dinamometre oldu undan her iki dinamometrenin de kullanılması gerekti i dü ünmesine kapılmalarıdır. Bu yüzden dinamometreleri birbirine ba ladıktan sonra ölçüm almaya çalı mı lar ve ölçümü nasıl yazmaları gerekti ine karar verememi lerdir. Bu veri, ö rencilerin kullanımını bilmedi i bir aracı kefetmeye çalı rken çok farklı denemeleri de gerçekle tirebileceklerinin göstergesidir.



#### 5.2.4. Kronometre kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma

Zaman ölçümünde kronometreyi tercih eden öğrencilerin kronometrenin kullanılma ve durdurulması sırasında koordine sağlayamadıkları tespit edilmiştir. Bu durum ölçmeyi yapan kişilerden kaynaklanan hata miktarını arttırmaktadır. Hata miktarının artmasına neden olan diğer bir etken ise, sadece bir salınımda geçen sürenin ölçülmesidir. Halbuki birkaç salınım sonrasında elde edilen ölçümden yola çıkarak ortalama bir değer bulunmaya çalışılırsa, zaman ölçümünde meydana gelebilecek hata miktarının azaltılması sağlanacaktı. Öğrencilerin ölçümde hata miktarının azaltılması yönünde gerekli olan bilgilerinin eksik olduğu sonucu benzer çalışmalarla desteklenmektedir (örn., Coelho ve Sere, 1998; Tretter, 2000; Ergin vd., 2005).

#### 5.2.5. Dereceli silindir kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma

Hacim ölçümünde öğrencilerin çoğunun dereceli silindiri tercih ettikleri, fakat dereceli silindiri kullanırken hassas ölçüm ve hata kaynaklarının kontrolünde zorlandıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin karıştırmaları temel güçlükler, dereceli silindire suyu pipetle boşaltmaya çalışmaları ve sonrasında bunun çok zaman alacağını düşünmeleri; içinde bulunan suyu önce behere boşaltıp sonra dereceli silindirlere paylaştırmaya çalışmaları, bu aktarımlar sırasında suyu dışarıya döken öğrencilerin su miktarının azalmasıyla hacmin de düşmesine aldırmadan dikkatsizce ölçümüne devam etmeleridir. Hacim ölçümüne öğrencilerin hassas ölçüme ve hata kaynaklarının kontrolüne dikkat etmedikleri sonucu benzer çalışmalarla desteklenmektedir (örn., Leyden, 1995; Hurley ve Normandia, 2005; Coskie, 2007; Rommel-Esham, 2007).

### 5.2.6. Termometre kullanımına ili kin sonuç ve tartı ma

Sıcaklık ölçümünde ö rencilerin ço unun termometreyi tercih etti i görülmü tür. Termometre kullanımında en dikkat çekici nokta, ö rencilerin termometreyi kabın içerisine direkt bırakması, kabın tabanında ip de memesine dikkat etmemesidir. Bu duruma paralel olarak, ö renciler termometre de erini su dolu kabın içerisinden termometre e ik konumda iken okumaya çalı mı lardır. Ö rencilerin bir kısmı termometre içerisindeki sıvıyı görme ve de eri okumada problemler ya amı , hatta bazıları termometrenin bozuk oldu unu iddia etmi tir. Ayrıca bazı ö rencilerin suyun sıcaklı mını ölçmek için, hacim ölçümü sırasında dereceli silindirlere konulmu suyu, tek bir kaptaki toplayarak sıcaklık ölçümünü gerçekle tirdikleri görülmektedir. Bu durum, su sıcaklı mının madde miktarına göre de i ece i fikrinde olduklarını, sıcaklık ve ısı kavramlarını karı tırdıklarını göstermektedir. “Sıcaklık maddenin miktarına veya büyüklü üne ba lıdır” sonucu Clough ve Driver (1985), Eryılmaz ve Sürmeli (2002), Aydo an, Güne ve Gülçiçek (2003) tarafından gerçekle tirilen ara tırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Ayrıca bu ara tırmacılar, sıcaklık ve ısı kavramlarının aynı anlama geldi i, sıcaklı ın bir nesneden di erine geçebildi i, ısının fiziksel bir nesne oldu u yönündeki kavram yanlışlarının ö rencilerde mevcut oldu unu da belirtmektedirler.

Ö rencilerde var olan psikomotor düzeydeki ölçme becerisi laboratuvarında uygulamalı olarak tespit edilmi tir. Ölçme araçlarının kullanımında kar ıla ılan zorluklar e itimcilere, araç kullanımında hangi noktalara dikkat edilmesi gerekti i konusunda ipucu vermektedir. En dikkat çekici noktaları ele alacak olursak, ö rencilerin kumpas kullanımını bilmedikleri, e it kollu teraziyi dengeye getiremedikleri, vezinleri pens kullanmadan yerle tirdikleri, dinamometreyi sabit bir yere asmadıkları, duyarlılı ı daha fazla olan dinamometreyi kullanmayı dü ünemedikleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kronometre ile ölçüm alırken ortalama de er almadıkları, dereceli silindirlerin duyarlı ı dikkat edilmeden ve göz hizasına getirilmeden kullanıldı ı, termometrenin direk kabın içerisine bırakıldı ı görülmektedir. Bunların yanında ölçme i lemi sırasında hassas ölçüme önem verilmedi i ve hata kaynaklarının kontrol edilmeye çalı ılmadı ı da dikkat çekmektedir. Bulgular bölümünde belirtilmi olan eksiklikler çerçevesinde

laboratuvarda kurulan ölçme düzene inde ölçme araçlarının kullanımı ve ölçme bilgisine yönelik ö retim gerçeikle tirilmi ve ö renilen bu becerileri geli tirmeleri için onlara bir dönem boyu destek verilmi tir. Sorgulama temelli bilim e itimine göre ö retim gerçeikle tirilirken, beceri geli imini sa lamada ö rencilerin ölçme etkinliklerini sorgulayarak gerçeikle tirmelerine olanak verilmi tir. Bu strateji, ö rencilerin ölçme konusunun ö renimini içeren tüm a amalarda etkin katılımını sa lamakta ve ölçmenin önemini fark edip, konu ile ilgili dü ünmelerine yardımcı olmaktadır. Ölçme araçlarının kullanım bilgisine yönelik uygulanan testler ve gözlemler ile ö rencilerde meydana gelen ölçme beceri geli imleri izlenmi tir.

Ölçme becerisine yönelik ö retimin gerçeikle tirilmesinden sonra uygulanan son test ve kalıcılık testinde ö rencilerin zaman, sıcaklık, kütle ve a ırlık kavramlarının ölçümü ile ilgili bilgi düzeylerinde artı meydana geldi i görülmektedir. Son testte, ö rencilerin hacim ölçümünde hata payı ve birim yazmada sorun ya adıkları ve bu sorununun kalıcılık testinde de devam etti i dikkat çekmektedir. Ölçümlerin, daha sonra tarafımızdan veya ilgilenen ba kaları tarafından anla ılabilmesi ve onlara aktarılabilmesi için ölçümde kullanılan ba vuru büyüklü ü olan birimin ve hata aralı ının iyi tanımlanmı olması gerekmektedir (Altın, 2006). Bu sebeple ölçümün tam olarak yazılması önem arz etmektedir. Ölçmenin do ası gere i, bir ölçümde rakamsal de er, hata payı ve birim bulunmalıdır. Bunlardan bir tanesinin eksik olması yapılan ölçümün geçersiz olması için yeterlidir. Bu nedenle ölçmenin do asında eksik ölçüm diye bir ey söz konusu olmamaktadır (Benson, 1995; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Miller, 2005). Bu sebeple, ö rencilerin ölçüm yazma becerisine sahip olmaları gerekmektedir. Bunun için, ölçüm yazma becerisinin geli imi için ayrılan sürenin arttırılması ve tekrarlı alı tırmalar yapılması için çaba gösterilmesi gerekmektedir (Tretter, 2000; Parrot, 2005).

### 5.3. Ö retim Sürecinde ve Sonrasında Yapılan Gözlemlere İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Ö retim sürecinde ve sonrasında gözlenen gelişmeler, ö retim sürecinde ve sonrasında gözlenen gelişmelerdir. Ö retim süreci sırasında hem temel ölçmelerden oluşan etkinlik dizisinde hem de süngerin su tutma kapasitesi etkinliğinde, öğrencilerin ölçme becerilerinin gözlenebilir derecede geliştiği görülmüştür. Literatürdeki çalışmalar genel olarak öğrenci uygulamalarına yönelik ölçme etkinlik önerilerinden oluşmaktadır (örn., Leyden, 1995; Kamii ve Clark, 1997; Tretter, 2000; Long ve Kamii, 2001; Hand, 2005; Sears, 2005; Sterling, 2006; Coskie, 2007). Bu ölçme etkinlikleri özellikle öğrencilerin ölçme araçlarını kullanma becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanmıştır. Fakat bu etkinliklerde kullanılacak ölçme araçlarının kullanım amaçları ve uygulamalar sırasında dikkat edilmesi gereken noktaların belirtilmemesi öğrencilere ve öğretmenlere ölçme işlemi sırasında kendilerini kontrol etme olanağı vermemektedir. Ayrıca çalışmalar sadece etkinliğin nasıl uygulanabileceğine yönelik olup, etkinliklerin ölçme becerilerini geliştirmede ne kadar etkili olduğu konusunda bir fikir vermemektedir. Sadece birkaç çalışmada etkinlik uygulamalarından elde edilen sayısal verilere rastlanmaktadır (örn., Kamii ve Clark, 1997; Long ve Kamii, 2001; Reece ve Kamii, 2001; Coştu vd., 2005; Çepni vd., 2005). Mevcut çalışmamızda ise, öğrencilerin ölçme becerilerini geliştirme amacıyla öncelikle ölçme araçlarının tanınması, ölçme bilgisi ve ölçme araçlarını kullanma becerilerini içeren ö retim verimi, daha sonra etkinlik önerilerinde bulunulmuştur. Gerçekleştirilen temel ölçmelerden oluşan etkinlik dizisinde öğrenciler, her ölçme kavramının ölçümü sırasında sahip oldukları ölçme becerilerinin farkına varıp, eksik oldukları noktalarda arkadaşlarına ve öğrencilere danışarak beceri gelişmelerine katkı sağlamak için çalışmaktadırlar. Aynı şekilde, süngerin su tutma kapasitesi etkinliğinde, bu ölçme işleminin nasıl yapılabileceğine yönelik tartışma ortamı oluşturularak kendi bilgilerini açıklamaları ve en doğru yolu bulmalarına olanak verilmiştir. Callison vd (1997)'nin de belirttiği gibi, ölçme başarısının önemli parçası, uygun teknikler kullanarak nasıl ölçüm yapılacağını öğrencilerle tartışmak ve ispatlamaktır. Tartışma sonrasında oluşturulan yöntemle ölçme işlemlerine başlanmıştır ve bu sırada

gerçekleştirilen uzunluk ve hacim ölçme işlemlerinin başarıyla yürütüldüğü gözlenmiştir.

Bir bireyin ölçme becerisini kazanabilmesi için, ölçme araçlarını tanıyabilmesi, onları pratik olarak kullanabilmesi, ölçmenin doğasını kavrayabilmesi için gerekli donanıma sahip olması gerekmektedir. Ölçme becerisinin gelişimi bireyin hem bilişsel, hem duyuşsal hem de psikomotor becerilerinin gelişimine bağlı olduğu için süreç gerektirmektedir (Çepni vd., 1997; Tretter, 2000). Öyle ki öğretim aşamasından dönem sonuna doğru olan süreç içerisinde öğrencilerin ölçme becerilerinde olumlu yönde bir artış oldu ve öğretim süreci sonrasındaki dönemde ise öğrencilerin farklı konuların öğrenilmesinde de ölçme işlemini gerçekleştirme iliminde olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında ölçmenin farklı konulara aktarımı ve ölçme işlem amaçlarının pratiklik kazanması durumlarında hala eksiklikler bulunduğu da belirtilmelidir. Bu eksikliklerin giderilmesi için daha çok zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca ölçme konusunun farklı disiplinler içerisinde ele alınıp bu disiplinlerde de süreklilik sağlanması gerekmektedir.

Mevcut çalışmada öğretim süreci içerisinde ve sonrasında öğrencilerin ölçme becerilerinde gelişim gözlenmesine rağmen, öğrencilerin bu beceriye tam olarak sahip olamadığı, hata payı, duyarlılık bulmada öğretici yardımına ihtiyaç duydukları, kumpas kullanımında sorun yaşadıkları gözlenmiştir. Hand (2005) bir çalışmada, ilköğretim öğrencilerinin ölçme aletlerinin ölçebileceği en küçük birimine kadar okuyup, verilerde ortaya çıkan farklılıkların gelişim aralığını açıklayabilmeleri gerektiğini belirtmiştir. Literatürde yer alan bazı ölçme etkinlikleri, öğrencilerin ölçmede güvenilirlik, duyarlılık, tutarlılık, hata payı ve doğruluk kavramlarını fark etmelerine olanak tanımaktadır (örn., Reece ve Kamii, 2001; Parrot, 2005; Ashbrook, 2006; Hanley vd., 2007). Ayrıca ölçme birimleri, birim çevirmeleri, kıyaslama ve tahmin etme becerileri etkinlikler içerisinde yer alan konulardandır. Etkinliklerde bu konular ele alınırken öğretmenler, öğrencilerin hangi bilişsel düzeyde bulunduğunu bilmelidir. Okul öncesindeki çocuklar bir durumu ifade ederken çok farklı kıyaslamalar yaparak ölçümlerini netleştirmeye çalışmaktadır. Bu dönemdeki çocukların ölçme için araç kullanmaya ihtiyaçları yoktur, fakat kendi ifadelerine nesnelere kıyaslayarak katkıda bulunabileceklerini öğrenmektedirler. Bu dönemden sonra çocuklar öncelikle kendi ölçme araçlarını oluşturmaya, daha sonra ise terazi,

termometre, cetvel gibi bilinen ölçme araçlarını kullanmaya başlarlar (The National Research Council[NRC], 1996). Ö rencilerin git gide artan bili sel ve psikomotor beceri düzeylerine paralel olarak ö renciler, somut çalı malarda hızlanmakta ve soyut ölçmeler üzerindeki becerilerini geli tirme yönünde ilerlemektedirler. Ö rencilerin geli im evrelerini bilen bir ö retmen, e itim-ö retim faaliyetlerini ona göre düzenlemeye özen gösterip, bu konuların ö renilmesini kolayla tırabilmelidir. Böylece ö rencilerin bir üst evreye geçi ine yardımcı olmalıdır (Bloom, 1956; Piaget, 1983; Bacanlı, 1999; Moore, 2000).

Ö retmenlerin ö rencilere ölçme becerisini aktarabilmesi için öncelikle kendisinin bu becerilere sahip olması gerekmektedir. Yapılan çalı malarda da ö retmen ve ö retmen adaylarının ölçme konusundaki yetersizli inden bahsedilmi tir (Goldstone vd., 2001; Co tu vd., 2005; Çepni vd., 2005). Co tu vd (2005) bir çalı masında, ö retmen adaylarının ölçme araçlarını amacının dı nda kullandı nı belirlemi tir. Çepni vd (2005) ise fizik ö retmenleri ile yaptı ı çalı mada ö retmenlerin ço unun laboratuvarında isimlerini, nasıl kullanıldıklarını bilmedikleri laboratuvar araç-gereçlerinin bulundu unu belirttiklerini, ayrıca araç-gereçleri kullanabilmeleri için sahip olmaları gereken psikomotor becerilerinin yeterince geli medi ini ortaya koymu tur. Bazı çalı malarda da, fen ö retmenlerinin bilgi ve beceri eksikli inden dolayı okullardaki laboratuvar çalı malarını yapmak istemedikleri ifade edilmi tir (Ayas, Çepni ve Akdeniz., 1993; Aydo du, 1999; Nakibo lu ve Sarıkaya, 1999). Ö retmenlerdeki bilgi ve beceri eksikli inin ö rencilere de aktarılması, geri dönülmesi zor olan yanlı ların olu masında rol oynayabilmektedir. Bu sebeple ö retmen adaylarının ileride etkili bir ö retim gerçekle tirebilmeleri için tam ve do ru olan bilgi ve becerilerle donanmı olarak mesleki hayata atılmaları gerekmektedir.

#### **5.4. Çalı manın Genel Sonucu**

Günlük ya amınızda bilinçli ya da bilinçsiz, do rudan ya da dolaylı, bilimsel ya da de il bir eyi ölçme ile kar ı kar ıyayız. Ölçme deneyimi ya amımızı ölçülendirir. Öngörülerimizi artırır. Olaylara ya da olgulara daha sistemli yakla mamızı sa lar. Ölçme ve ölçme sonucunda elde edilen de er bize nesnelere niteliklerinden do ru

ve güvenilir bilgiler ta ır. Ölçmenin ya antımızın bu kadar içerisinde olması ve bilimsel bilgiye ula ma için a ılması gereken bir köprü vazifesi görmesinden dolayı çocukluk döneminden itibaren ölçme becerisinin kazanılması gerekmektedir (NRC, 1996). Türkiye’de uygulanan ilkö retim ve ortaö retim ö retim programları incelendi inde ölçme konusunun ilkö retimde fen ve teknoloji, ilkö retim matematik ve ortaö retim fizik derslerinde yer aldı ı görülmektedir. Bu ö retim programlarındaki ölçme konularında daha çok ölçme araçlarının kullanımı üzerine yo unla ıldı ı, ölçmenin do asına yeteri kadar yer verilmedi i görülmektedir. Buna paralel olarak, mevcut çalı madan elde edilen sonuçlar, ö rencilerin *bili sel düzeyde* ölçme araçlarını ekil olarak tanıma ve kullanma bilgisinde oldukça ba arılı oldukları görülmü , ancak ölçmenin do asına ili kin bilgilerinin yetersiz oldu u ve bu eksikliklerinin giderilmesinde zorlandıkları tespit edilmi tir. Ö renciler deneyler sonucu elde edilen verilerin ölçüm oldu u, gözlemler sonucu elde edilen verilerin ise ölçüm olmadı ı yanlı dü üncesine sahip oldukları belirlenmi tir. Ö renciler ölçmede hata kaynaklarının belirlenmesine yönelik eksik ya da yanlı bilgilerini kolayca tamamlayabilmektedirler. Fakat ölçmenin do asına yönelik sahip oldukları yanlı veya eksik bilgileri kısa zamanda de i tirmeye çalı salar bile bir süre sonra tekrar aynı veya benzer yanılgılara dü ebilmektedirler.

Ö retim programlarında *psikomotor düzeyde* ölçme becerisine yönelik kazanımlar yer almaktadır (MEB, 2006a,b,c,d). Ancak mevcut çalı mada temel e itimi almı ö retmen adaylarının hiçbir ö retim gerçeikle tirilmeden önce sahip oldukları becerileri belirlenmi ve bu a amada ö rencilerin birçok eksik becerilerinin ya da hatalarının oldu u tespit edilmi tir. Uzunluk ölçümü sırasında kumpasın ö rencilere çok ilginç geldi i, daha önce görmeyen ö rencilerin bile bu aracın mekanizmasını merak edip kullanmaya çalı tıkları gözlenmi tir. Ö rencilerin kullanımını bilmedikleri araçlara kar ı daha ilgili oldukları ve o aracın nasıl kullanıldı ını çözmeye meraklı oldukları görülmektedir. E it kollu terazi, dereceli silindir ve kronometre kullanılırken ise hata kaynaklarının kontrolü ve hassas ölçüme dikkat etmedikleri gözlenmi tir. Ba langıçta ö rencilerin psikomotor düzeyde birçok eksik ya da yanlı davranı a sahip oldukları fakat ö retim gerçeikle tirildikten sonra bu eksikliklerin kapatmada büyük artı gösterdikleri ara tırma bulguları arasındadır. Ayrıca ö rencilerin di er konularda da ölçme i lemini kullanmaya çalı tıkları ve

etkinliklerde bilimsel bir sonuç elde etmeye yöneldikleri, bu süreç içerisinde de ölçme becerilerinde meydana gelen artışın devam ettiğini söylenebilir.

Sonuç olarak bu ara tırma, bilimin ve bilimsel süreç becerilerinin temel bileşenlerinden olan ölçmenin, öğrenimin ve ediniminin uzun zaman gerektiren bir beceri olduğunu ortaya koyulmuştur. Bu sürecin etkinliklerle zenginleştirilmesi, etkinliklere bireylerin aktif katılımının sağlanması, tekrarlanan süreçlerin içerisinde tanımlanan becerilerin geliştirilmesi, öğrenme ortamında yer alan diğer bireylerle beceri paylaşımının ölçme becerisini geliştirdiği, uygulamalar sırasında ara tırmaya katılan bireylerin yazılı ve sözlü görüşleri ve ara tırmacının gözlemleriyle ortaya koyulmuştur.

Ölçmenin hayatımızdaki ve bilimdeki önemi dikkate alınacak olursa, öğrenimde ölçmenin doğasına ve bilimdeki önemine ilişkin konulara daha fazla önem verilerek, ölçme konusu bir süreç içerisinde ele alınması gerekmektedir. Mevcut ara tırma 73 Fen ve Teknoloji öğretmen adayını kapsayan bir çalışması olması nedeniyle sınırlılıklar mevcuttur. Bu nedenle daha geniş örneklem ve farklı disiplinlerle de bu tür bir çalışma gerçekleştirilmelidir. Ayrıca çalışma gerek ilköğretim ve gerekse ortaöğretim düzeyindeki öğrenci ve öğretmenler ile de genişletilebilir. Burada asıl amaç, ölçmenin doğasına ve bilimdeki önemine ilişkin materyal geliştirme, ölçme araçlarını tanıma ve kullanma çalışmaları olmalıdır.

Bunun yanında bu konuda önemli çalışmalarda bulunan TÜB TAK, ölçüm biliminin tanınması ve geliştirilmesi amacıyla faaliyetlerde bulunmaktadır. Türkiye'deki metroloji çalışmalarını TÜB TAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) yürütmektedir. UME'nin görevleri arasında ulusal ölçüm standartlarını oluşturma ve bu standartların uluslararası izlenebilirliğini sağlama; gelişmiş insan gücü ve alt yapısını kullanarak ulusal ve uluslararası düzeyde kalibrasyon, eğitim, danışmanlık ve diğer konularda destek verme; ölçüm teknikleri, kalibrasyon yöntemleri ve temel metroloji alanlarında uluslararası düzeyde ara tırma ve geliştirme çalışmalarında bulunma yer almaktadır. Ayrıca ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine yönelik resim ve karikatür yarışmaları düzenleyerek ölçme bilincinin oluşturulmasına yardımcı olmakta, bilimsel çalışmaları yayımlayarak kamuoyunu bilgilendirmektedir (TÜB TAK, 2010).



### 5.5. Ölçme Becerisinin Kazandırılmasına İlişkin Öneriler

Verilerden elde edilen sonuçlar, ölçme sürecinin karmaşık yapıda olduğunu fakat amaçlı ve sürdürülebilir öğrenme ile bu sürecin gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bilgiler, araç kullanımını uygulamalı olarak gerçekleştirmeleri ve dikkat çekici ortamların oluşturulması ölçme etkinliklerinin gerçekleştirilmesinde önemlidir. Bu üç etken, bilimsel eğitiminin temelini oluşturmakta ve günlük yaşamımızın temel seviyelerinin yerine getirilmesine yardımcı olmaktadır. Ölçme becerilerinin geliştirilmesi için;

1) Üniversite eğitimi sürecinde, öğretmen adaylarına laboratuvar dersine başlamadan önce laboratuvar malzemeleri ve ölçme araçları etkili bir şekilde tanıtılmalı, onların sahip oldukları becerileri geliştirmelerine ve eğitim-öğretim yılı boyunca bu becerilerini kullanmalarına olanak tanınmalıdır. Bu sürecin sağlıklı ilerleyebilmesi için ayrı bir ölçme dersi oluşturulabilir. Bunun için, ölçme araç kullanımının gösterilmesi ve öğrencilerin ölçme araçlarını kullanımına olanak tanınması için ölçme etkinlik dizisinden oluşan istasyon kurulabilir. Bu istasyonda, ölçme araç kullanım amaçlarını gösteren poster veya kitapçıklar bulundurularak öğrencilerin yönergelerle işlemleri gerçekleştirebilir. Bu uygulamayla öğrencilerin kütle ile ağırlık, sıcaklık ile ısı vb. kavramsal yanlışları açıklamalarına da yardımcı olunabilir.

2) İlköğretim ve ortaöğretim programlarında ölçmenin bilimdeki önemi ve ölçmenin doğasına ilişkin konulara daha fazla önem verilebilir. Ölçme, eğitim-öğretim yılının başlangıcında bir ders olarak konulup bu derste temel becerilerin öğretimi veya öğrenilen temel becerilerin hatırlatılması sağlanabilir. Birleştirilmiş becerilerin kullanılmasına geçildiği ortaöğretim döneminde, ölçme konusunun öğretimi için ayrı bir ölçme köresi oluşturulabilir. Böyle bir köre, öğrencilerin ölçme etkinliklerini gerçekleştirecek düzeneklere ulaşmalarını kolaylaştırmakta ve hassas ölçümler almalarına yardımcı olabilir.

3) Öğrencilerin beceri gelişimini sağlayıcı etkinlikleri uygulamalarına olanak verilebilir. Örneğin, katı basıncının basınç kuvveti ve yüzey alanı ile ilişkisinin belirlenmesi, süngerin su tutma kapasitesinin hesaplanması vb. etkinliklerin sınıf ortamında, işbirlikçi çalışma yöntemiyle uygulamaları sağlanabilir.

4) Ölçme becerisi bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin kazanılmasını başlı oldu undan, öğrenimi süreklilik gerekmektedir. Laboratuvar uygulamaları ve ilgili etkinliklerde, öğrencilerin ölçme becerilerini kullanmaları ve bunu dönem boyunca devam ettirmeleri, onların ölçme becerilerini geliştirip pratiklik kazanmalarını sağlamaktadır. Ayrıca süreç içerisindeki uygulamalarda, öğrencilerin düşünme becerilerinin gelişimini de sağlamak amacıyla onlara “Bu konu ile ilgili ne biliyorsun, bunu belirlemek için nasıl bir yol izledin, doğru bir ölçüm yaptığını düşünüyor musun, neden?” gibi sorular yöneltilebilir.

5) Sınıftaki etkinliklerde ve diğer derslerde de ölçüm yapılması, ölçme öğretiminin geliştirilmesini sağlamaktadır. Sorgulama temelli bir yaklaşımla işlenen derslerde ölçme öğretiminin kullanılması olumlu bir etki yaratabilmektedir. Ölçme, uyarıcı ve ilgi çekici bir çevrede, problem çözme, akıl yürütme, iletişim ve algılamada yol göstericidir. Bu sebeplerle ölçme konusunun öğretim programlarında diğer disiplinler içerisinde de ele alınması derslerin daha anlamlı hale gelmesini sağlayabilir.

6) Üniversiteden mezun olup mesleklerine başlayan öğretmenlerin katıldığı hizmet içi eğitim kurslarına, ölçme becerileri ile ilgili eksikliklerini tamamlama ya da geliştirmeleri için bir program eklenebilir.

7) Öğretmen adayları ve öğretmenlere ölçme araçlarını tanıtan, nasıl kullanıldıkları hakkında bilgi veren kitaplar, ölçme etkinlik uygulamalarını içeren CD’ler hazırlanabilir.

## KAYNAKLAR

Akyüz, . 2005a. *Metrenin Geçmi inde Bir Küçük Gezinti*, <http://www.metrolojiokulu.com/metroloji.htm> (12.10.2009).

Akyüz, . 2005b. *Pera Müzesi, Anadolu A ırlık ve Ölçüleri Sergisi*, <http://www.metrolojiokulu.com/PeraMuze.htm> (12.10.2009).

Alkan, M., Bayrakçeken, S., Gürses, A. 1996. *DeneySEL Kimya*, Kültür ve E itim Vakfı Yayınları, Erzurum, 146s.

Altın, V. 2006. Ölçü Birimleri. *Yeni Ufuklara Bilim ve Teknik*, 459 : 1-15.

Ashbrook, P. 2006. Learning Measurement. *Science and Children*, 44, (2) : 44- 46.

Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A. 1993. Development of the Turkish Secondary Science Curriculum. *Science Education*, 77, (4) : 433-440.

Aydo an, S., Güne , B., Gülçiçek, Ç. 2003. Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *Gazi E itim Fakültesi Dergisi*, 23, (2) : 111-124.

Aydo du, B. *İköretim Fen ve Teknoloji Dersinde Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileyen De i kenlerin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, E itim Bilimleri Enstitüsü, 2006.

Aydo du, C. 1999. Kimya Laboratuvar Uygulamalarında Kar ıla ılan Güçlüklerin Saptanması. *Hacettepe Üniversitesi E itim Fakültesi Dergisi*, 15 : 30-35.

Bacanlı, H. 1999. *Duyusal Davranı E itimi*, Nobel Yayın Da ıtım Ltd. ti., Ankara, 148s.

Bacı-Kılıç, G. 2003. Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Ara ırması (TIMMS): Fen Ö retimi, Bilimsel Ara ırma ve Bilimin Do ası. *İköretim-Online*, 2, (1) : 42-61.

Baykul, Y. 2000. *E itim ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test Teorisi ve Uygulaması*, ÖSYM Yayınları, Ankara, 445s.

Baytarolu, ., Akkoyunlu, O., Dizdar, H. 2008. Ulusal Metroloji Enstitüsünün Ülke için Önemi. *VII. Ulusal Ölçümbilim Kongresi*, 30 Ekim-01 Kasım 2008, zmir, 3-7.

Beichner, R., Serway, R. 2000. *Fen ve Mühendislik için Fizik* (5. baskı) (Çev. K. Çolako lu), Palme Yayıncılık, Ankara, 598s.

Benson, H. 1995. *University Physics* (Revised ed.), John Wiley and Sons, New York, 943p.

Blomquist, S. 1993. Metric Volume In Science and Mathematics Instruction. *School Science and Mathematics*, 93, (8) : 440-443.

Bloom, B. S. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives—Book I: Cognitive Domain*, Longman, New York.

Bueche, F., Jerde, D. 2000. *Fizik İnkeleri 1* (6. baskı) (Çev. K. Çolako lu), Palme Yayıncılık, Ankara, 466s.

Büyüköztürk, . 2006. *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı*, Pegem A Yayıncılık, Ankara, 201s.

Callison, P., Anshutz, R., Wright, E. 1997. Gummy Worm Measurements. *Science and Children*, 35, (1) : 38-41.

Campbell, R.N. 1938. *Symposium: Measurement and its importance for philosophy*. Aristotelian Soc. Suppl. vol. 17 London: Harrison.

Clough, E., Driver, R. 1985. Secondary Students' Conceptions of the Conduction of Heat: Bringing Together Scientific and Personal Views. *Physics Education*, 20 : 176-182.

Coelho, S., Sere, M. 1998. Pupils' Reasoning and Practice During Hands-On Activities in the Measurement Phase. *Research In Science and Technological Education*, 16, (1) : 79-96.

Coskie, T. 2007. A Matter of Volume. *Science and Children*, 44, (9) : 52-54.

Co tu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S., Karata , F. 2005. Fen Ö retmen Adaylarının Çözelti Hazırlama ve Laboratuvar Malzemelerini Kullanma Yeterliliklerinin Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi E itim Fakültesi Dergisi*, 28 : 65-72.

Creswell, 1994. *Research Design Qualitative and Quantitative Approaches*, Sage Publication, California, 228p.

Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., Turgut, M.F. 1997. *Fizik Öğretimi*, YÖK/ DÜNYA BANKASI Milli Eğitim Geliştirme Projesi, Ankara.

Çepni, S., Kaya, A., Küçük, M. 2005. Fizik Öğretmenlerinin Laboratuvarlara İlişkin Hizmet İhtiyaçlarının Belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3, (2) : 181-196.

De Jong, Van Joolingen. 1998. Scientific Discovery Learning With Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68 : 179-202.

Doğan, A. K., Uytun, A., Abacıoğlu, U. 1999. Sıvı-Cam Termometreler. *III. Ulusal Ölçümbilim Kongresi*, 7-8 Ekim 1999, Eskişehir, 189-195.

Ergin, Ö., Şahin-Pekmez, E., Öngel-Erdal, S. 2005. *Kuramdan Uygulamaya Deney Yoluyla Fen Öğretimi*, Dinazor Kitabevi, İzmir, 208s.

Eryılmaz, A., Sürmeli, E. 2002. Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi*, 16-18 Eylül 2002, Ankara, 110-114.

European Association of National Metrology Institutes (Euramet), *Kısaca Metroloji*, Schultz Grafisk, 2008.

Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S., Thornton, S. 2003. *Temel Fizik* (Çev. C. Yalçın), Arkada Yayınevi, Ankara, 648s.

Fiziksel Bilimler İnceleme Komitesi (PSSC). 1966. *Fizik* (Çev. O. Aksoy, F. Turgut, C. Tüzün), Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 639s.

Goldstone, J., Marlette, S., Pennington, A. 2001. Centimeters, Millimeters, Monsters. *Science and Children*, 39, (2) : 42-47.

Gott, R., Mashiter, J. 1991. *Practical Work in Science: A Task-Based Approach? In Practical Science* (B.E. Woolnough ed.), Open University Press, Buckingham.

Haliday, D., Resnick, R. 1997. *Fizik'in Temelleri* (Çev. C. Yalçın), Arkada Yayınevi, Ankara, 316s.

Hand, R. 2005. Inquiry Into Measuring. *Science Scope*, 29, (1) : 50- 51.

Hanley, G., Cammilleri, A., Tiger, J., Ingvarsson, E. 2007. A Method for Describing Preschoolers' Activity Preference. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 40, (4) : 603-618.

Hodson, D. 1988. Experiments in Science and Science Teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20 : 53-66.

Hurley, M., Normandia, B. 2005. A Taste of Math and Science. *Science Scope*, 29, (1) : 26-27.

rez, G., Özler, M. 2002. *Laboratuvar Tekni i*, Mu la Üniversitesi Yayınları, Mu la, 361s.

Kamii, C., Clark, F. 1997. Measurement Of Length: The Need for a Better Approach to Teaching. *School Science and Mathematics*, 97, (3) : 116-121.

Kaptan, F. 1998. *Fen Bilgisi Ö retimi*, Anı Yayıncılık, Ankara, 339s.

Klahr, D. 2000. *Exploring Science: The Cognition and Development of Discovery Processes*, MA: MIT Press, Cambridge, 255p.

Koça , . 2009. Geçmi ten Günümüze Ölçü Birimleri ve Metroloji. *Bilim ve Teknik*, 42, (503) : 28-33.

Koray, Ö., Özdemir, M., Tatar, N. 2005. İkö retim Ö rencilerinin Birimler Hakkında Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları: Kütle ve A ırlık. *İkö retim online*, 4, (2) : 24- 31.

Koray, Ö., Tatar, N. 2003. İkö retim Ö rencilerinin Kütle ve A ırlıkla İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların 6., 7. ve 8. Sınıf Düzeylerine Göre Da ılımı. *Pamukkale Üniversitesi E itim Fakültesi Dergisi*, 1, (13) : 187-198.

Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., Masia, B. B. 1964. *Taxonomy of Educational Objectives -The classification of Educational Goals - Handbook 2: Affective Domain*, Longman, New York, 196p.

Kuhn, D., Black, J. B., Kesselman, A., Kaplan, D. 2000. The Development of Cognitive Skills to Support Inquiry Learning. *Cognition and Instruction*, 18 : 495-523.

Kuhn, T. 2008. The Function of Measurement in Modern Physical Science. *The History of Science Society*, 52, (2) : 161-193.

Leyden, M. 1995. How Many Liters In a Wet Blanket. *Teaching PreK-8*, 25, (4) : 32-34.

Long, K., Kamii, C. 2001. The Measurement of Time: Children's Construction of Transitivity, Unit Iteration and Conservation of Speed. *School Science and Mathematics*, 101, (3) : 125-131.

Milli E itim Bakanlı ı (MEB), 2006a. *Hayat Bilgisi Dersi Ö retim Programları*, MEB Yayınları, Ankara.

Milli E itim Bakanlı ı (MEB), 2006b. *İkö retim Fen ve Teknoloji Dersi (6-8. Sınıflar) Ö retim Programları*, MEB Yayınları, Ankara.

Milli E itim Bakanlı ı (MEB), 2006c. *İkö retim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar) Ö retim Programları*, MEB Yayınları, Ankara.

Milli E itim Bakanlı ı (MEB), 2006d. *İkö retim Matematik Dersi (6-8. Sınıflar) Ö retim Programları*, MEB Yayınları, Ankara.

Milli E itim Bakanlı ı (MEB), 2006e. *Ortaö retim Fizik Dersi (9-11. Sınıflar) Ö retim Programları*, MEB Yayınları, Ankara.

MEGEP/Mesleki E itim ve Ö retim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. 2005. *Temel Mekanik 1*, MEB Yayınları, Ankara.

Miller, M. A. 2005. Mastering Measurement. *Change*, 37, (4) : 4.

Moore, K. D. 2000. *Ö retim becerileri* (Çev. N. Kaya), Nobel Yayınevi, Ankara, 222s.

Nakibo lu, C., Sarıkaya, S. 1999. Ortaö retim Kurumlarında Kimya Derslerinde Görevli Ö retmenlerin Laboratuvarıdan Yararlanma Durumunun De erlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca E itim Fakültesi Dergisi (Özel Sayı)*, 11 : 395-405.

National Research Council (NRC). 1996. *National Science Education Standards*, DC: National Academy Press, Washington, 262s.

O uz, A. 2007. Teoriden Prati e Örneklerle Fen Kavramlarının Olu umuna Ait Kuramlara Bir Bakı . *E itim Bilim Toplum Dergisi*, 19, (5) : 26-51.

O uz-Ünver, A., Yürümezo lu, K. 2009. A Teaching Strategy for Developing the Power of Observation in Science Education. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 : 105-119.

Osborne, R., Gilbert, J. 1980. A Method for Investigating Concept Understanding In Science. *European Journal of Science Education*, 2, (3) : 311-321.

Özda , B. 1995. Ülkemizde Metroloji ve Kalibrasyon A 1. 1. *Ulusal Ölçümbilim Kongresi*, 19-20 Ekim 1995, Eski ehir, 357-360.

Parrott, A. 2005. Mastering Metrics. *Science Scope*, 29, (1) : 53-54.

Piaget, J. 1983. *Piaget's Theory-Handbook of Child Psychology* (4th ed), Wiley, New York.

Reece, C., Kamii, C. 2001. The Measurement of Volume: Why Do Young Children Measure Inaccurately. *School Science and Mathematics*, 101, (7) : 356-361.

Rommel-Esham, K. 2007. How Much Popcorn Will Our Classroom Hold. *Science and Children*, 45, (2) : 22-26.

Roth, W. M. 1994. Experimenting In a Constructivist High School Physics Laboratory. *Journal of Research In Science Teaching*, 31, (2) : 197-223.

Santrock, J. W. 2001. *Child Development* (9th ed), McGraw Hill Companies, New York, 584p.

Sears, D. 2005. Project Weigh- In: Learning About Mass and Weight. *Science Scope*, 29, (1) : 51.

Shattuck, D. 2002. SI Units Revisited. *American Dietetic Association*, 102, (4) : 466-467.

Sherman, H. 1997. Sizing Up the Metric System. *Science and Children*, 35, (2) : 27-31.

Smith, L., Sterling, D., Moyer-Packenham, P. 2006. Activities That Really Measure Up. *Science and Children*, 44, (2) : 30-33.

Sterling, D. 1999. Measuring Skills. *The Science Teacher*. 66, (1) : 58-62.



Sterling, D. 2006. Thinking Metric. *Science and Children*, 44, (2) : 48-51.

Süer, S. 2007. Metroloji ve Uygunluk De erlendirmesi, Bilimsel ve Endüstriyel Metroloji Arasındaki birli i Yakın li ki Gereklere. [http://www.icas2007.org/sunumlar/Sermet\\_Suer.pdf](http://www.icas2007.org/sunumlar/Sermet_Suer.pdf) (8. 12.2009).

Throop, H. 2003. The Measure of All Things. *Astronomy*, 31, (1) : 95.

Torgerson, S.W. 1958. *Theory and methods of scaling*, John Wiley and Sons, New York.

Tretter, T. 2000. Physical Science Lab Essentials. *The Science Teacher*, 67, (7) : 48-52.

Tuckman, B. W. 1999. *Conducting Educational Research* (5th ed), Harcourt Brace College Publishers, Fort Worth, 592p.

Turgut, M. F. 1977. *E itimde Ölçme ve De erlendirme Metodları*, 11.

TÜB TAK, 2010. *Ulusal Metroloji Enstitüsü*, <http://www.ume.tubitak.gov.tr/> (14.10.2009).

Wilke, R. R., Straits, W. J. 2005. Practical Advised for Teaching Inquiry-Based Science Process Skills In The Biological Sciences. *The American Biology Teacher*, 67, (9) : 534-540.

Yıldırım, A., im ek, H. 2006. *Sosyal Bilimlerde Nitel Ara tırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 358s.

Yürümezo lu, K., O uz, A. 2007. Bilim E itiminde Gözlemin Önceli i: Duyularım ile Gözlemliyorum. *1. Ulusal İköretim Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yürümezo lu, K., O uz, A. 2008a. A Conceptual Framework in the Understanding of Science Education. *Üniversite ve Toplum*, 8, (1).

Yürümezo lu, K., O uz, A. 2008b. Bilimsel Kültüre Yaklaşma Nasıl Bir Bilim E itimi?. *Bilim & Ütopya*, 165 : 69-72.

**EKLER****Ek 1. Çalı manın Ön Test Örne i- 1**

Ad-Soyad:

Bölüm - Sınıf: Fen Bilgisi Ö retmenli i 3. Sınıf












Ö retim: NÖ ( ) Ö ( )

Cinsiyeti: Kız ( ) Erkek ( )

**SORULAR**

A. A a ıda isimleri verilen ölçme araçlarının ekilerini tablodan bulunuz ve ekilerde yer alan rakamlar ile e le tiriniz.

Ölçme aracı	E le tirilen ekil
a) Cetvel	
b) Kumpas	
c) E it kollu terazi	
d) Dinamometre	
e) Kronometre	
f) Dereceli silindir	
g) Termometre	

				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
				
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
				
(11)	(12)	(13)	(14)	

B. A a ıda verilen cümlelerin do ru veya yanlı oldu unu belirtiniz.

Önermeler	Do ru	Yanlı
1. Her gözlem ve deney kesinlikle ölçümle sonuçlanmalıdır.		
2. Ölçme sadece bir ölçü aracı ile yapılır.		
3. 20 ml'lik bir sıvıyı hassas bir şekilde ölçmeniz gerektiğinde bunu, 5ml'lik bir pipet kullanarak yapmalısınız.		
4. Ölçmemiz gereken değeri keni birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklılıklarına neden olacaktır. Bu yüzden tercih edilmez.		
5. Bir ölçüm sırasında hataların kaynakları bilinse dahi hiçbir zaman yok edilemez.		
6. Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımını ölçüm sırasında oluşturabilecek hataları sıfırlar.		
7. Dinamometre ile ölçüm yapılırken dinamometrenin ayrılmış ölçüleri de kullanılır.		
8. Zamanı ölçen alete kronometre denir.		
9. Küçük hacimleri doğru olarak ölçmeye yarayan araca kumpas denir.		
10. Madde moleküllerinin kütle merkezlerinin ortalama kinetik enerjisi olan sıcaklık termometre ile ölçülür.		

## Ek 2. Çalı manın Son Test Örne i- 1















Ad Soyad:

Numara:

### SORULAR

A. A a ıda isimleri verilen ölçme araçlarının ekilerini tablodan bulunuz ve ekilerde yer alan rakamlar ile e le tiriniz.

Ölçme aracı	E le tirilen ekil
a) Dinamometre	
b) Kronometre	
c) Termometre	
d) Cetvel	
e) Kumpas	
f) Dereceli silindir	
g) E it kollu terazi	

				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
				
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
				
(11)	(12)	(13)	(14)	

B. A a ıda verilen cümlelerin do ru veya yanlı oldu unu belirtiniz.

Önermeler	Do ru	Yanlı
a. Her gözlem ve deney kesinlikle ölçümle sonuçlanmalıdır.		
b. Ölçme mutlaka bir ölçme aleti ile yapılır.		
c. 40 ml'lik bir sıvıyı ölçmeniz gerekti inde bunu, 50ml'lik $\pm 2,5$ ml hata payı içeren bir dereceli silindir kullanarak yapabilirsiniz.		
d. Ölçmemiz gereken de i keni birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklılı a neden olaca ından tercih edilmez.		
e. Bir ölçüm sırasında hataların kaynakları bilinse dahi hiçbir zaman yok edilemez.		
f. Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımı ölçüm sırasında olu abilecek hataları sıfırlar.		
g. Küçük hacimleri do ru olarak ölçmeye yarayan araca kumpas denir.		
h. Hacimleri farklı sıcaklıkları aynı kaplardaki sıvılar birle tirilince sıcaklıkları de i mez.		
ı. Yapılan ölçümleri tekrarlamaktaki amaç, ölçümler arasındaki farklılı ın ne derece oldu unu kontrol etmektir. Buna da ölçümde <i>duyarlılık</i> denir.		
i. Periyot sarkacın bir tam salınım yapması için geçen süredir.		

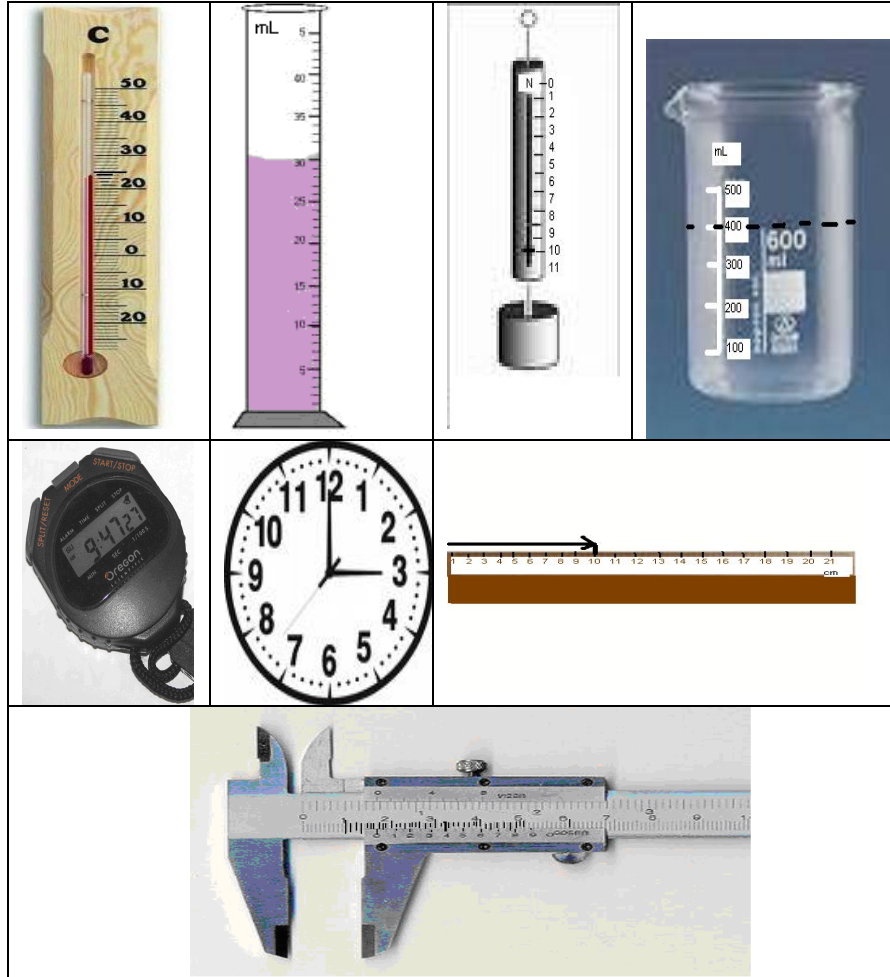
### Ek 3. Çalı manın Kalıcılık Test Örne i- 1

Ad Soyad:

Numara:

### SORULAR

A. ekillere bakarak ölçme araçlarının gösterdiği değerleri yazınız.



- f) Dereceli silindir ile ölçülen değer: \_\_\_\_\_
- g) Kronometre ile ölçülen değer: \_\_\_\_\_
- h) Termometre ile ölçülen değer: \_\_\_\_\_
- i) Dinamometre ile ölçülen değer: \_\_\_\_\_
- j) Kumpas ile ölçülen değer: \_\_\_\_\_

B. A a ıda verilen cümlelerin do ru veya yanlı oldu unu nedeni ile belirtiniz.

Önermeler	Do ru	Yanlı
a. Her deney ölçümle sonuçlanır fakat her gözlem ölçümle sonuçlanmaz.		
b. Duyu organlarımız ile yaptığımız gözlemler de bir ölçme işlemidir.		
c. Ölçmemiz gereken de ikeni birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklılı a neden olaca ından tercih edilmez.		
d. Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımını ölçüm sırasında olu abilecek hataları sıfırlar.		
e. Duyarlılı ı 1N olan bir dinamometre ile 20 N ölçülen cismin a ırlı ı 21N ile 19 N arasındadır.		
f. Bir ölçüm sırasında hataların kaynakları bilinse dahi hiçbir zaman yok edilemez.		
g. Açık havada bulunan 1 kova su ile 1 bardak suyun sıcaklıkları aynıdır.		
h. Bir ölçümde hata payı, ölçme aracının duyarlılı ının yarısı kadardır.		
ı. Yapılan ölçümleri tekrarlamaktaki amaç, ölçümler arasındaki farklılı ın ne derece oldu unu kontrol etmektir. Buna da ölçümde <i>duyarlılık</i> denir.		
i. çap, dı çap ve derinlik ölçümünde kullanılan araca kumpas denir.		

#### Ek 4. Çalı manın Ön Test Örne i- 2

Ad-Soyad:

Bölüm - Sınıf: Fen Bilgisi Ö retmenli i 3. Sınıf

Ö retim: NÖ ( ) Ö ( )

Cinsiyeti: Kız ( )Erkek ( )

#### SORULAR

A. A a ıdaki tabloyu doldurunuz.

Ölçme Aracı	Kullandım		“ Kullandım” seçene ini “evet” olarak i aretledi iniz aracı(ları) hangi amaç için kullandınız?	Gördüm ama kullanmadım		Hiç görmedim	
	Evet	Hayır		Evet	Hayır	Evet	Hayır
1) Cetvel							
2) Kumpas							
3) E it kollu terazi							
4) Dinamometre							
5) Kronometre							
6) Dereceli silindir							
7)Termometre							



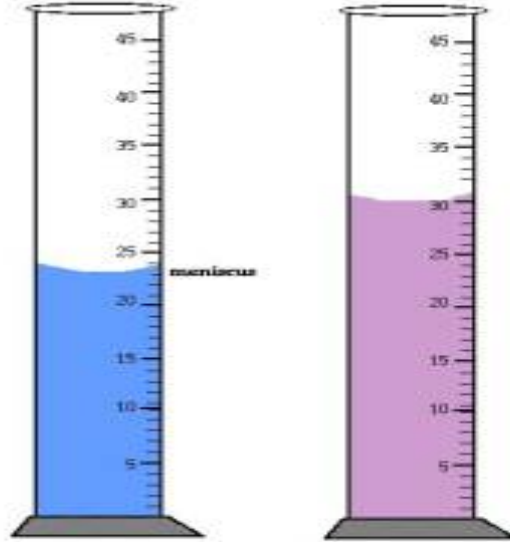
**Ek 5. Çalı manın Son Test Örne i- 2**

Ad Soyad:

Numara:

**SORULAR**

1. A a ıdaki dereceli silindirlerin gösterdi i de erleri bulunuz.

a) 1.kaptaki sıvının  
hacmi:.....b) 2.kaptaki sıvının  
hacmi:.....**1****2**

2. Çözelti, hazırlarken 23,5 mililitrelik saf suya ihtiyacınız vardır. Buna göre hangi ölçüm aracını kullanırsınız? Duyarlılı ı sizce ne olmalıdır?

3. Bir periyotluk zamanı nasıl ölçersiniz? Maddeler halinde yazınız.

4. Topra ın sıcaklı ını hangi araç ile nasıl ölçersiniz?

5. Deniz seviyesinde kütlesi 53kg olan bir cismin a ırlı ı kaç Newton'dur? Bu cisim deniz seviyesinden 1000km yükseklikte kütlesi ve a ırlı ında nasıl bir de i im gözlemlersiniz? ( $g=10\text{N/kg}$ )

**Ek 6. Çalı manın Kalıcılık Test Örne i- 2**

Ad Soyad:

Numara:

**SORULAR**

1. Fen ve Teknoloji ö retmeni 8. sınıf ö rencilerine maddenin korunumu kanununu ispatlamak için bir deney yapmayı planlamaktadır. Bu ba lamda tepkimeye giren ve tepkime sonrası aç ı a çıkan maddelerin kütleleri e it olmalıdır. Ö retmen deneyde;  $Fe+S \rightarrow FeS$  tepkimesini gerç ekle tirerek madde miktarının de i medi ini ö rencilerine göstermek istemektedir. Bunun için 1 g' a duyarlı e it kollu terazide  $112\pm 0.5$  g Fe ve  $64\pm 0.5$  g S ölçüp, ortama ısı vererek tepkimenin gerç ekle mesini sa lamı tır. Aynı e it kollu terazide, olu an FeS ün kütlesi  $174\pm 0.5$  g oldu u bulunmu tur. ( $M_{Fe}$ : 56g ;  $M_S$ : 32g).

Bu durumda deney sonucunu ö rencilerinize nasıl yorumlarsınız?

2. Diyelim ki bir arkada ınız a ırlık ve kütle kavramlarını sık sık karı tırmaktadır. Ona bu kavramları nasıl açıklarsınız?

3. Termometre neyi ölçmede kullanılır? Termometre ile nasıl ölçüm alınır?

## Ek 7. Çalı manın Beceri-Gözlem Formu Örne i

<b>Tarih:</b>		
<b>Ad- Soyad:</b>		
<b>Bölüm- Sınıf: Fen Bilgisi Ö retmenli i 3. Sınıf</b>		
<b>Ö retim: NÖ ( ) Ö ( )</b>		
<b>Cinsiyeti: Kız ( ) Erkek ( )</b>		
<b>Ölçme Sürecindeki Davranı lar</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
<b>Uzunluk</b>		
1. Dı çap için kumpas kullanıldı mı?		
2. Cisim kumpasın çeneleri arasına sıkı tırıldı mı?		
3. ç çap için kumpas kullanıldı mı?		
4. ç çap için kumpasın do ru kısmı kullanıldı mı?		
5. Kumpasın gösterdi i de er okundu mu?		
6. Boy ölçümü için cetvel kullanıldı mı?		
7. Boy ölçümü için kumpas kullanıldı mı?		
8. Cetvelin ba langıç noktası '0' olarak belirlendi mi?		
Not:		
<b>Kütle</b>		
1. Terazı seçildi mi?		
2. Terazı dengeye getirildi mi?		
3. Cisim kefenin ortasına konuldu mu?		
4. Vezinler kefenin ortasına konuldu mu?		
5. Uygun vezinler seçildi mi?		
6. Pens kullanıldı mı?		
Not:		
<b>A ırlık</b>		
1. Dinamometre seçildi mi?		
2. Duyarlılı ı yüksek olan dinamometre seçildi mi?		
3. Dinamometre sabit bir yere asıldı mı?		
4. Cisim dinamometreye takıldı mı?		
5. Ölçüm göz hizasına getirilerek okundu mu?		
Not:		

<b>Ölçme Sürecindeki Davranışlar</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
<b>Zaman</b>		
1. Kronometre seçildi mi?		
2. Sarkaç do ru kullanıldı mı?		
3. Kronometre zamanında ba latıldı mı?		
4. Kronometre zamanında durduruldu mu?		
5. Kronometre dü meleri do ru kullanıldı mı?		
6. Birkaç ölçümün ortalaması alındı mı?		
Not:		
<b>Hacim</b>		
1. Dereceli silindir tercih edildi mi?		
2. Duyarlılı ı az olan araçtan fazla olan araca do ru ölçüm yapıldı mı?		
3. Dereceli silindir dü z zemine konuldu mu?		
4. Ölçümler göz hizasına getirilerek okundu mu?		
5. Hassas ölçüme önem verildi mi?		
Not:		
<b>Sıcaklık</b>		
1. Termometre seçildi mi?		
2. Termometre dik tutuldu mu?		
3. Termometre haznesi sıvı içerisine getirildi mi?		
4. Termometrenin kaba de memesini sa landı mı?		
5. Termometre içerisindeki sıvı görüldü mü?		
6. Termometrede gösterilen de er okundu mu?		
Not:		

**Ek 8. Ara tırma Uygulama zni**

**T.C.**  
**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ**  
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : B.30.2.MĞÜ.0.36.00.00.500/ 70 - 362  
Konu: Uygulama izni

10/02/2009

**İLKÖĞRETİM BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA**

**İLGİ:** 06/02/2009 tarih ve 86 sayılı yazınız.

Bölümünüz Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Şahide MARAL'ın, "Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Bilim Eğitiminde Temel Ölçme Becerilerinin İncelenmesi ve Deneysel Etkinlikler ile Geliştirilmesi" konusunda uygulama yapma isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Şule AYCAN  
Dekan

## ÖZGEÇM

Ara tırmacı, 24 Kasım 1984 tarihinde Mu la' da do du. İkö renimini 1991–1996 yılları arasında Mu la Sabri Acarsoy İkokulu'nda tamamladı. Ortaö renimini 1996–1999 yılları arasında Mu la Merkez İkö retim Okulu'nda tamamladı. Daha sonra lise ö renimini 1999–2003 yılları arasında Mu la Anadolu Lisesi'nde gerçekle tirdi. Lise ö renimini ba arı ile tamamladıktan sonra, 2003 yılında Mu la Üniversitesi Fen Bilgisi Ö retmenli i bölümünü kazandı. Dört yıllık lisans e itimini 2007 yılında tamamladıktan sonra 2007–2008 e itim ö retim yılının ubat ayında Mu la Üniversitesi İkö retim E itimi Fen Bilgisi Ö retmenli i bölümünde yüksek lisans e itimi almaya hak kazandı. u anda özel bir e itim kurumunda Fen Bilgisi ö retmenidir.

### Eserler

- 1) Maral, ., O uz-Ünver, A., Yürümezo lu, K. 2010. The Tendencies and Difficulties Experienced by Pre-Service Science Teachers During Basic Measuring. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2, (2) : 2189-2193.
- 2) O uz, A., Maral, . 2009. Sorgulama Temelli Bir Deney Önerisi: Maddenin Halleri. *Tevfik Fikret E itim Günleri zmir Özel Tevfik Fikret Okulları E itimde Yeni Yönelimler-5 'Ö renmenin Do ası Ve De erlendirme' Sempozyumu*, zmir.