

# Temel Ölçme Bilgi ve Becerilerinin Etkinlik Temelli Öğretimine Yönelik Bir Çalışma

**Şahide MARAL**  
Muğla Üniversitesi

**Ayşe OĞUZ-ÜNVER<sup>a</sup>**  
Muğla Üniversitesi

**Kemal YÜRÜMEZOĞLU**  
Dokuz Eylül Üniversitesi

## Öz

Ölçme becerisi, sorgulama temelli bilim eğitimi derslerinde başarının sağlanabilmesi için gerekli ön koşullardan biri olmasına rağmen, okullarda bu becerinin gelişimine yeterince önem verilmemektedir. Bu durumun, öğretmenlerin ölçme becerilerinin yeterli düzeyde olmamasından kaynaklanabileceği düşüncesiyle tasarlanan mevcut çalışmada, öğretmen adaylarında (n=73) bazı temel büyüklükleri (uzunluk, kütle, ağırlık, hacim, sıcaklık, zaman) kavrama ve bunlarla ilgili ölçümler yaparak temel becerilerde farkındalık ve bunların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Nitel ve nicel analizleri içeren karma desen modelinin uygulandığı deneysel çalışma; ön test, son test ve kalıcılık testlerinden oluşan izleme testinin yanında, beceri-gözlem formu ve araştırmacı gözlem notlarını içermektedir. Ölçme etkinliklerinin geliştirilerek uygulandığı araştırmada, ölçme öğretiminde bilgi ve beceri entegrasyonunun yanında ölçme de sürekliliğin önemi ortaya koyulmuştur. Ayrıca temel bilim eğitimi derslerinde ölçme araçlarının etkin kullanımına yönelik yönerge oluşturulmuş ve etkinlikler önerilmiştir.

## Anahtar Kelimeler

Temel Ölçme Kavramları, Ölçmenin Doğası, Ölçme Becerisi, Ölçme Araçları Kullanımı, Ölçme Etkinlikleri.

Bilimsel çalışmaların temelini oluşturan gözlem ve deney, ölçme ile anlam kazanır (Blomquist, 1993; Coelho & Sere, 1998; Hodson, 1988; 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 düşünmenin anahtarları olan kıyaslama ve ardından akıl yürütmenin temelini ölçme becerisi oluşturur. Doğası gereği ölçüm yapmak bilişsel, duyuşsal ve psikomotor beceri gerektirmektedir.

**a** **Dr. Ayşe OĞUZ-ÜNVER** Muğla Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalında Doçenttir. Bu makale yazar Şahide MARAL'ın Dr. Oğuz-Ünver danışmanlığında Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. İletişim: Muğla Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı 48000 Kötekli, Muğla. Telefon: +90 252 211 1926. Faks: +90 252 223 849. E-mail: ayseoguz@mu.edu.tr.

Tarihi belgeler incelendiğinde, insanlığın var oluşuyla birlikte etrafındaki her şeyi ölçtüğü ve ölçme yöntemlerinin medeniyetler kuruldukça, teknoloji ilerledikçe biçim değiştirdiği görülmektedir. Öyle ki günümüzde, ölçümler gözle görülemeyecek boyutlara ulaşmıştır. Saneyinin milyonda biri duyarlılıktaki ölçümlerle sonsuz küçüklükteki parçaların varlığının kanıtlanması, radyoaktif maddelerin etkilerinin tayin edilmesi, depremleri oluşturan şok dalgalarının büyüklüğünün belirlenmesi ve yıldızların yaşını belirleyebilmek için uzaklardan gelen zayıf ışıkların ölçülmesi gibi faaliyetler bilimde kanıtın temelini ölçümlere bağlı olduğunu göstermektedir (Baytaroğlu, Akkoyunlu & Dizdar, 2008; The European Association of National Metrology Institutes [Euramet], 2008; Koçaş, 2009).

Çeşitli ölçüm prensiplerinin ve basit ölçü aletlerinin geliştirilmesi çok eski zamanlara dayandırılabilir da ölçmenin bir bilim olarak ele alınması, 17. yüzyılın ortalarında standart birimlerin belirlenmesine yönelik çalışmalara dayanmaktadır. Bu dönemde

birim farklılıklarının ortadan kaldırılması ve böylece ölçümlerin Dünya'nın her tarafında aynı olması amaçlanmıştır. Dolayısıyla, ölçüm bilim olarak bilinen metroloji bilimi doğmuştur. Metroloji, ölçme sistemi ile ilgili teknoloji alanındaki doğruluk seviyesini hem pratik, hem de teorik olarak bütün özellikleri inceleyen bilim dalıdır (TUBİTAK, 2010). Buna göre, temel bilimlerde ölçme, bilinen bir büyüklükten faydalanarak bilinmeyi bulmak için yapılan kıyaslama işlemidir. Ölçme, fiziksel bir olayla başlar ve gözlemcilerin verdiği kararlar 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 aşamalarından oluşur. Bir ölçme işleminde bu aşamalara ne derece dikkat edilirse bilimsel bilginin doğruluğuna o derece yaklaşılar (Beichner & Serway, 2000; Bueche & Jerde, 2000; Physical Sciences Study Committee [PSSC], 1966; Haliday & Resnick, 1997).

### Fen/Bilim Eğitiminde Ölçme

Kişilerin bilim okuryazarı olabilmeleri için bilimsel süreç becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Bilimsel süreç becerileri; araştırma, sorgulayan, inceleyen, günlük hayatıyla fen konuları arasında bağlantı kurabilen, hayatın her alanında karşılaştığı problemleri çözmeye bilimsel yöntemleri kullanabilen, dünyaya bir bilim insanı gibi bakabilen bireylerin sahip olması gereken temel becerilerdir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2006). Bilimsel süreç becerileri; temel beceriler (gözlem, sınıflama, bilimsel iletişim, ölçme, tahmin, çıkarım yapma) ve birleştirilmiş beceriler (değişkenleri belirleme ve kontrol etme, hipotez oluşturma ve sınama, verileri yorumlama, tanımlama, deney yapma ve model oluşturma) olarak iki kategoriye ayrılmakta ve ölçme becerisi, temel beceriler içerisinde ele alınmaktadır (Bağcı-Kılıç, 2003).

Ölçme, çocuklardan yetişkinlere kadar her yaş kesiminden kişinin günlük veya bilimsel etkinliklerinde karşı karşıya kaldığı bir işlemdir. Evde, okulda, pazarda, markette, laboratuarda, sosyal yaşamda vb. her an ölçme işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, ölçme işlemi, hipotezleri ve teorileri test etmede ve yanlışlamada en temel işlemler arasında yer almakta ve bilimsel bilgi ile uygulama sonuçları arasında bir köprü vazifesi görmektedir. Bilimsel bilgilerin sınanabilirliği ve yanlışlanabilirliği de yine doğru ve güvenilir bir ölçmeden geçmektedir.

Okul öncesi dönemden itibaren kazanılmaya başlanması gereken ölçme becerisi, bireylerin entelektüel ve becerisel gelişimi ile paralellik gösterecek biçimde gelişmelidir (Klahr, 2000). Ölçmenin, bilimin vazgeçilmez bir parçası olduğu düşünülürse eğitim seviyesi arttıkça daha karmaşık bir yapıya dönüşen ölçme işlemlerinin doğru ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Özellikle, okullarda bilimin ve bilimsel anlayışı temellendirecek olan fen ve teknoloji öğretmenleri ölçme konusunda özel bir duyarlılığa sahip olması gereklidir.

Oysaki ilköğretim programlarında ölçme konusu sadece fen ve teknoloji ve matematik dersleri ile sınırlıdır. Fen ve teknoloji dersinde temel ölçme kavramları ve bu kavramların edinimi ile ilgili olarak 16 kazanım, matematik dersinde ise 57 kazanım bulunmaktadır. Buna paralel olarak, ölçme konusunun öğretimi matematik dersinde 6. sınıfa kadar süreklilik gösterirken, fen ve teknoloji dersinde süreklilik göstermemektedir. Ortaöğretim programlarında ise ölçme konusu sadece fizik dersinde 8 kazanımla ele alınmıştır. Ortaöğretimde de ölçme konusu süreklilik göstermemekle birlikte sadece 9 ve 10. sınıflarda fizik dersinde üç ünite ile sınırlandırılmıştır (MEB, 2006, 2011). Sonuç olarak, bilimin temel unsurlarından ölçme bilgi ve becerisi ilköğretim ve ortaöğretim programlarında kapsam olarak yeterli görülse de, süreklilik göstermemesi nedeniyle öğrencilerde bilimsel bilginin doğru yapılıp yapılmamasının önünde engeller oluşturabilecek bir potansiyele sahiptir.

### Ölçme Eğitimine Yönelik Çalışmalar

Ölçme konusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde, büyük çoğunluğunun farklı öğrenim düzeylerine yönelik etkinlik geliştirme çalışmaları olduğu görülmektedir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen etkinlikler, okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine yönelik etkinlikler, öğretmen adayları ve öğretmenlere yönelik etkinlikler ve fen-matematik dersleriyle bütünleştirilen etkinlikler olmak üzere gruplandırılabilir.

Okul öncesi öğrencilerine yönelik geliştirilen ölçme etkinlikleri, Piaget'in korunum ilkesine (Piaget's conservation task) bağlı olarak geliştirilmiştir. Okul öncesi öğrencileri standart birimleri bilmediklerinden, etkinlikler ölçümlerini bildikleri bir büyüklükle kıyaslayarak geliştirilmiştir (örn., Ashbrook, 2006; Kamii ve Clark, 1997; Long ve Kamii, 2001; Parrot, 2005; Reece ve Kamii, 2001).

İlköğretim 4-6.sınıf öğrencilerinin ölçme sistemi ile ilgili bilgi düzeylerini ve düşünce becerilerini ge-

liştirmek amacıyla tasarlanan etkinlikler genel olarak uzunluk, kütle, sıcaklık ve hacim kavramlarını kapsamaktadır (örn., Coskie, 2007; Hand, 2005; Hanley, Cammilleri, Tiger ve Ingvarsson, 2007; Leyden, 1995; Sears, 2005; Sterling, 1999, 2006). Bu etkinlikler öğrencilerin ölçme araçlarını ve birimlerini keşfetmelerine yönelik tasarlanmıştır. Ayrıca birim çevirme, tahmin etme, kıyaslama konuları da ele alınmıştır. Temel ölçümlerin yer aldığı etkinlikler grup çalışması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler sonrasında ölçme işleminde doğru birimin belirlenmesi ve birimlerin birbirine çevrilebilmesi, duyarlılık ve hata payı konuları üzerinde tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Öğrenciler ortaöğretim düzeyine gelinceye kadar temel ölçme konularını işlemektedirler. Ancak ortaöğretimde laboratuvar derslerinin yoğunlaşması ile birlikte temel ölçme becerilerine fazlası ile ihtiyaç duyulmaktadır. Bu becerilerin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar ise sınırlıdır (örn., Coelho ve Sere, 1998; Tretter, 2000).

Bireyde bilginin edinimi, öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşim ile gerçekleşir. Öğrencileri yönlendiren öğretmenler, öğrencilerde bilginin yapılandırmasına yardımcı olabilmek için yeterli bilgi ve becerilere sahip olmalıdır. Ancak ölçme konusunda öğretmen adayları ve öğretmenler ile yapılan araştırmalar incelendiğinde, ölçme araç-gereçlerinin kullanımı için gerekli psikomotor becerilerin yeterince gelişmediği ve kavramsal temelin zayıf olduğu gözlemlenmiştir (örn., Coştu, Ayas, Çalık, Ünal ve Karataş, 2005; Çepni, Kaya ve Küçük, 2005; Goldstone, Marlette ve Pennington, 2001).

Bazı araştırmacılar tarafından ölçme, fen ve matematik ortak bir paydada buluşturan konu olarak ele alınmış ve ölçme becerisinin hem matematik hem de fen derslerinde kullanılan beceriler arasında yer alması gerekliliği vurgulanmıştır (örn., Bloomquist, 1993; Callison, Anshutz ve Wright, 1997; Coskie, 2007; Hurley ve Normandia, 2005; Leyden, 1995; Rommel-Esham, 2007; Sherman, 1997).

Sonuç olarak, araştırmacılar tasarlanmış oldukları etkinliklerle, öğrencilerin ölçme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedirler. Etkinlikler, beceri gelişiminin yanı sıra öğrencilerin ölçmede güvenirlik, duyarlılık, tutarlılık, hata payı ve doğruluk kavramlarını fark etmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca ölçme birimleri, birim çevirmeleri, kıyaslama ve tahmin etme becerileri etkinlikler içerisinde yer alan diğer konulardandır. Bu konuda yapılan çalışmalar genel olarak ilköğretim düzeyine odaklıdır.

Bilim eğitiminde karşılaşılan problemlerden biri,

teorik sunum ile pratik uygulamaların paralel yürümemesi ve bunun sonucunda da bütüncül bir öğrenmenin gerçekleşmemesidir (Roth, 1994). Ölçme becerisinin kazanımı da hem kuramsal bir çerçevede hem de pratik bir uygulamayı gerektirmektedir. Bunun için öncelikli iş, temel ölçme becerisinin edinimidir. Temel ölçme becerilerinin tam olarak kazanılmaması ise, üst düzey ölçme becerilerinin gerçekleştirilebilmesini engellemektedir. Bunun için ölçme kavramının tanımının, kullanımının, öneminin bilinmesi önemlidir (Oğuz, 2007).

Ölçme işleminin diğer önemli basamağını ise ölçme araç ve gereçlerinin kullanımı oluşturmaktadır. Bu psikomotor beceri, ölçme aletlerini gerekli durumlarda ve en az hata ile kullanabilmeyi gerektirir. Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarında araç-gereçleri kullanabilme becerilerine sahip olunamaması, uygulamaların istenilen sonuca ulaşmasını engellediği araştırmalar ile ortaya konulmuştur (Coştu ve ark., 2005; Çepni ve ark., 2005).

Yukarıda ele alınan önceki çalışmaların sonuçlarında da vurgulandığı gibi ölçme biliminde ve bilim eğitiminde temel beceriler arasındadır. Özellikle öğretmenlerde temel ölçme bilgi ve becerisinin gelişimine yönelik uğraşlar, bilimsel süreç becerilerin doğru yapılandırılması ve yürütülmesi adına önemlidir. Bu bağlamda, mevcut araştırma fen ve teknoloji öğretmen adaylarında bazı temel fiziksel büyüklükleri (uzunluk, kütle, ağırlık, hacim, sıcaklık, zaman) kavrama ve etkinlikler yoluyla bu büyüklükler ile ölçümler yaparak, temel ölçme bilgi ve becerilerinin farklılık ve bunların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının temel ölçme gereçlerinden eşit kollu terazi, cetvel, kumpas, dinamometre, kronometre, termometre ve dereceli silindir hakkındaki kuramsal bilgileri ile bu aletlerin kullanımına ilişkin becerileri bütünlüklererek, ölçme bilgi ve becerilerinin gelişimi araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma çerçevesinde araştırmacılar tarafından temel ölçme konusunda bir dizi etkinlik geliştirilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Araştırma Yöntemi

Ölçme hem bilişsel hem de psikomotor beceri gerektirmektedir. Bu nedenle, mevcut araştırmanın deseni bu becerileri birlikte ölçmeye olanak sağlayan karma desen modeli (*mixed-methodology design*) olarak belirlenmiştir. Bu model Creswell (1994) tarafından önerilmiş olup, nitel ve nicel çalışmaların birlikte yürütüldüğü *birleştirilmiş desen modellerinden* (models of combined designs) birisidir.

Diğer iki model İki-aşamalı desen (*two-phase design*) ve *baskın-daha az baskın desen (dominant-less dominant design)* modelleridir. Bu araştırmanın deneni olan karma model, nitel ve nicel yöntemin baskış açılı, çalışmanın tüm aşamalarında veya birçok aşamada birlikte kullanılabilmekte, araştırmanın genişletilmesi, bulguların birleştirilmesi, sonuçların detaylandırılması, ortaya çıkabilecek ön yargıların önüne geçilmesi ile sonuçlarının geçerliliği ve genellenebilirliği konusunda okuyucuya daha iyi fikir verelebilmektedir (Creswell, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmada, öğrencilerin ölçme konusu ile ilgili sahip oldukları bilişsel becerilerini belirlemek için izleme testi, psikomotor becerilerini belirlemek için ise beceri-gözlem formu kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bu becerilerini geliştirmelerine yönelik sorgulama temelli etkinlikler tasarlanıp uygulamalar yapmalarına fırsat verilmiştir. Bütün bunların yanında, süreç içerisinde öğrencilerin ölçme beceri gelişimleri araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve video olarak kaydedilmiştir.

#### Araştırmanın Katılımcıları

Bu çalışmanın örneklemini, Batı Anadolu'daki bir üniversitenin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümü 3. sınıfta öğrenim gören 73 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adayları üniversiteye merkezi bir sınavla yerleştirilmiş olup, üniversitedeki eğitimleri 4 yıl sürmektedir. Öğrenciler ülkenin farklı şehirlerinden gelmiş ve öğrenimleri süresince temel fizik, kimya, biyoloji, matematik derslerini almışlardır. Bu çalışma "Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları" dersinde gerçekleştirilmiştir.

#### Veri Toplama Araçları

Çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilen izleme testi, beceri-gözlem formu ve araştırmacı notu olmak üzere üç veri toplama aracı kullanılmıştır.

**İzleme Testi:** Kişilerin belirli bir konudaki bilgi düzeyleri bilgi soruları ile tespit edilmektedir. Araştırmanın bilişsel boyutunda öğrencilerin ölçme ile ilgili bilişsel becerilerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından izleme testi hazırlanmıştır. Sorular araştırma öncesinde yapılan pilot çalışmalar, öğrenci gözlemleri ve okul programlarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Soruların anlaşılabilirliği konusunda iki alan uzmanı görüşüne ve bir de dilbilimi uzmanına başvurulmuştur. İzleme testi öğrencilere ön test, son test ve kalcılık testi olarak üç aşamada uygulanmıştır. Bu testler iki bölümden

oluşmaktadır. A bölümünde, öğrencilerin ölçme araçlarından *cevvel, kumpas, eşit kollu terazi, dinamometre, kronometre, dereceli silindir ve termometreyi* şekil olarak tanıyıp tanımadıkları test edilmiştir. B bölümünde ise, öğrencilerin ölçme bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla hazırlanmış sorular bulunmaktadır. Sorularda ölçmenin doğası, ölçme araçları ve kullanımları, ölçmede hata kaynakları, duyarlılık, tutarlılık konuları ele alınmaktadır. Bu testlerdeki sorular çalışmanın nicel boyutunu oluşturur. Ön test, son test ve kalcılık testi bölümleri aynı olmakla birlikte, izleme testi olması açısından sorular arasında küçük farklılıklar vardır. Ancak testlerin bütünü aynı konu ve kavramları içermektedir. Araştırmada yer alan testlerin analizleri bölüm olarak değil bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bölümlerdeki yer alan soru sayılarında farklılıklar olsa da konu açısından testlerin bütününde aynı bilgiler yer almaktadır. Ön test son test ve kalcılık testinde soruların tıpa aynı olması ve aynı sırada verilmesi testin iç geçerliliğini (internal validity) etkileyebileceğinden bu önlem alınmıştır.

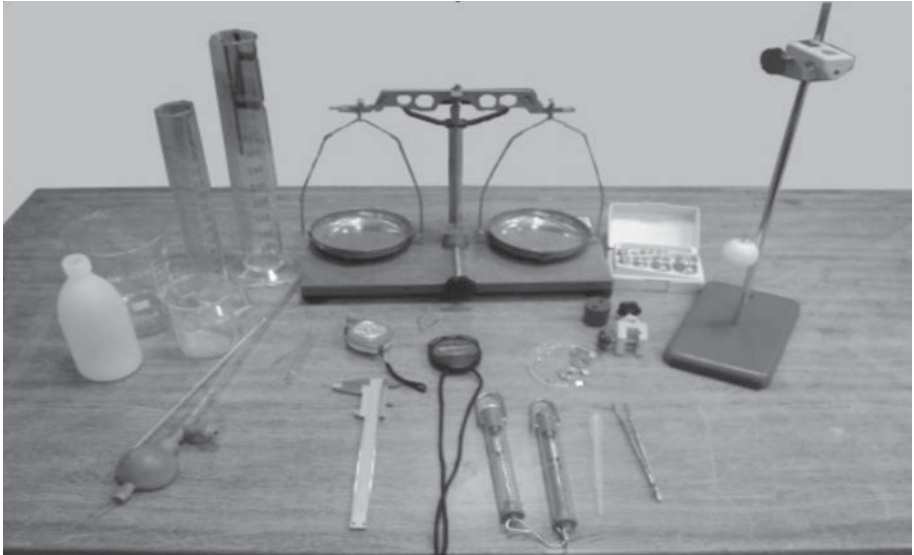
**İzleme Testi Güvenilirliği:** Madde analizi ile sağlanmıştır (Tuckman, 1999). Her bir madde, güçlük (difficulty) indeksi ve ayırt etme (discrimination) indeksine göre değerlendirilmiştir. *Güçlük indeksi*, maddeleri doğru cevaplandıranların yüzdesidir. Güçlük indeksinin 50 ile 75 arasında olması önerilmektedir. *Ayırt etme indeksi*, her bir madde için, o maddeyi cevaplandıran alt ve üst dilimdeki öğrencilerin yüzdelerinin farkına denk düşmektedir. Ayırt etme indeksinin 20'nin üzerinde olması önerilmektedir (Tuckman). Örneğin; izleme testimizdeki "Dinamometre ile ölçüm yapılırken dinamometrenin ağırlığı ölçüleri değiştirir" maddesini pilot çalışmada öğrencilerin %58'i doğru cevaplandırmıştır. Bu oran, güçlük indeksi açısından geçerlidir. Aynı maddenin ayırt etme indeksi 24 olduğundan bu madde kullanılabilir niteliktedir. Bu sebeple bu madde izleme testi içerisinde yer almaktadır. Fakat "Deney sonuçlarında oluşan hatalar geliş kaynaklarına göre deneysel hatalar ve hesaplama hataları olmak üzere ikiye ayrılır" maddesini pilot çalışmada öğrencilerin sadece %37'si doğru cevaplandırmıştır. Bu oran güçlük indeksi açısından geçerli olmamakla birlikte, ayırt etme indeksinin de 17 bulunmasıyla bu maddenin izleme testinde yer almaması gerektiğine karar verilmiştir.

**Beceri-Gözlem Formu:** Öğrencilerin psikomotor becerilerini saptamak amacıyla ölçme araçlarından oluşan bir düzenek hazırlanmıştır (Şekil 1). Masanın üzerine çeşitli uzunluk, kütle, ağırlık, hacim, zaman ve sıcaklık ölçme araçları karışık olarak ko-

nlmuştur. Bunlar kumpas, cetvel, metre, mezüre, eşit kollu terazi, farklı duyarlılıkta dinamometre, farklı duyarlılıkta dereceli silindir, farklı duyarlılıkta beher, damlalık, pipet, kronometre ve termometredir. Bu düzencele, öğrencilerde merak oluşturulup onların istekli olmaları sağlanmıştır. Ayrıca bu çalışmanın sınav uygulaması olmadığı, sadece onların ölçme becerilerini fark etmeleri için yapılan bir etkinlik olduğu vurgulanmıştır. Böylece onların ölçme etkinliğine duyuşsal anlamda hazır olmaları sağlanmıştır. Etkinliklerde bir silindirin iç çapı, dış çapı ve boyu, bir tıpanın kütlesi, bir cismin ağırlığı, sarkacın periyodu, bir şişe suyun hacmi, bir miktar suyun sıcaklığının ölçülmesi istenmiştir. Öğrenciler her etkinlikte hangi ölçme aracının kullanılması gerektiğine kendileri karar vermiştir. Düzencin bulunduğu odaya öğrenciler tek tek alınarak, yaptıkları ölçme işlemleri video kamera kaydına alınmıştır. Ölçme ile ilgili psikomotor becerilerin belirlenmesi amacıyla öğrenciler ölçme etkinliklerini gerçekleştirirken gözlenmiştir. Gözlemin sistematik ve kontrollü olabilmesi için, pilot çalışma göz önüne alınarak hazırlanan beceri-gözlem formu kullanılmıştır. Bu formun hazırlanmasındaki temel amaç, gözlemcileri belirlenen değişkenlere karşı duyarlı hale getirmek ve böylece geçerliliği arttırmaktır. Kontrol listesi olan bu form, uzunluk ölçme araçları kumpas ve cetvel, kütle ölçme aracı eşit kollu terazi, ağırlık ölçme aracı dinamometre, hacim ölçme aracı dereceli silindir, zaman ölçme aracı kronometre, sıcaklık ölçme aracı termometrenin şeklen tanınması ve araçların kullanım aş-

malarını içermektedir. Ayrıca farklı bir durumla karşılaşabileceği düşüncesiyle beceri-gözlem formunda gözlem sırasındaki notların yazılabileceği bir kısım oluşturulmuştur. Uygulamalar kamera kaydına alınmakla birlikte öğrenciler, iki gözlemci tarafından gözlenmiş ve gözlem sonuçları beceri-gözlem formlarına kaydedilmiştir.

**Araştırmacı Notları:** Çalışmanın öğretim boyutunda kütle, ağırlık, hacim, uzunluk, sıcaklık, zaman kavramları ile ilgili temel ölçmelerden oluşan düzence kurularak bir istasyon oluşturulmuş ve bu istasyonda ölçme bilgisi ve ölçme araçlarının doğru kullanımına yönelik öğretim gerçekleştirilmiştir. Her bir istasyon bir ölçme kavramı ile ilgilidir. İstasyona gelen öğrenciler, ölçme kavramını ve o kavramın ölçümünde kullanılan ölçme aracının kullanım aşamalarını öğrendikten sonra diğer istasyona geçmektedir. Ölçme bilgisi ve ölçme araç kullanımının öğrenilmesinden sonra, öğrencilere istasyonlarda kendi kendilerine ölçümler yapmalarına olanak verilmiştir. Öğretim 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.



Şekil 1.  
Ölçme Araç ve Gereçleri

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

Ölçme becerisinin süreç içerisindeki kullanımı ve gelişim düzeyinin belirlenmesi amacıyla araştırmanın öğretim aşaması tamamlandıktan sonra öğrenciler araştırmacı tarafından gözlenmeye devam edilmiştir ve gözlem sonuçları “*Araştırmacı notları 2*” olarak kayıt edilmiştir. Amaç, laboratuvar ortamında farklı konular işlenirken (örn; basınç, sıcaklık, elektrik, vb.) öğrencilerin ölçme becerilerini yeni alanlara aktararak aktaramadıklarını gözlemlemektir.

Araştırmacı notları; araştırmacının kendi gözlemlerini, bazen de tepkilerini yansıtan notlardır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Not tutulurken öğrencilerin bilgi ve becerilerini etkinlik uygulamalarına ne derece aktarabildikleri, etkinlikler sırasında birbirlerini nasıl etkiledikleri, öğrencilerin uygulamalar sırasında öğretici yardımına ihtiyaçları olup olmadıkları durumlarına odaklanılmıştır. Yorum içeren notların geçerliliği konusunda şüphe oluşmasını engellemek için notların olabildiğince betimsel olmasına dikkat edilmiştir.

Sonuç olarak araştırma süreci, izleme testinin (ön test) uygulanması ile başlamış, ölçme düzeneğinde gerçekleştirilen beceri gözlemi ile devam etmiştir. Ardından öğretim gerçekleştirilmiştir ve öğrenciler

araştırmacı tarafından gözlenmiştir. Öğretim sonrasında öğrencilere izleme testi (son test) uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından ardından öğrenciler araştırmacı tarafından gözlenmeye devam edilmiştir. Belirli bir süreç sonunda öğrencilere kalıcılık testi uygulanarak çalışma tamamlanmıştır (Tablo 1).

### Verilerin Analizi

Karma desen modelinin kullanıldığı çalışmada, bilişsel becerilerin belirlenmesi için izleme testi ile toplanan nicel verilerin analizinde betimsel istatistik (descriptive statistics) ve çıkarımsal istatistik (inferential statistics) birlikte kullanılmıştır. Betimsel istatistikte, oluşturulan temalara göre verilerin frekans(f) ve yüzde(%) değerleri bulunmuştur. Ön test, son test ve kalıcılık testleri arasındaki ilişkinin çözümünde, ilişkili örneklem (tekrarlı ölçümler) için tek faktörlü ANOVA (One way ANOVA for repeated measures) tekniği kullanılmıştır. Psikomotor becerilerin belirlenmesi için beceri-gözlem formu ve araştırmacı notları ile elde edilen veriler analiz edilmiştir. Beceri-gözlem formu ve araştırmacı notları ölçme araçlarının seçimi ve kullanımı temalarına göre gruplandırılmış ve formdaki maddeler veri analizi sırasında kod olarak kullanılmıştır. Kamera kayıtları beceri-gözlem formunun analizine destek sağlamıştır. Bunun yanında, temaların ilişkilendirilmesi, anamlandırılması ve ileriye yönelik tahminlerde bulunulması için nitel verilerin sayısal analizi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

**Tablo 1.**  
*Araştırmanın Yöntem Akış Tablosu*

1) ÖN TEST		2) ÖĞRETİM		3) SON TEST		4) BELİRLİ SÜREÇ SONUNDA		5) KALICILIK TESTİ	
Bilişsel Boyut	Psikomotor Boyut	Bilişsel Boyut	Psikomotor Boyut	Bilişsel Boyut	Psikomotor Boyut	Bilişsel Boyut	Psikomotor Boyut	Bilişsel Boyut	Psikomotor Boyut
İzleme testi		İzleme testi		İzleme testi		Gözlem		İzleme testi	
Beceri-gözlem formu		Araştırmacı notu 1		Araştırmacı notu 2					
Ölçme araçlarının şeklen tanınması, araçların kullanımı ve ölçme-nin doğası ile ilgili öğrencilerin bilgi düzeylerinin belirlenmesi.	Öğrencilerin eşit kollu terazi, dinamometre, dereceli silindir, cetvel, kumpas, termometre, kronometre ile ölçüm yapabilmeleri için belirlenmesi.	Kütle, ağırlık, hacim, uzunluk, sıcaklık, zaman kavramları ile ilgili temel ölçmelerden oluşan ölçme araçlarının doğru kullanımına yönelik öğretim gerçekleştirilmesi.	Öğrenilen ölçme bilgi ve becerilerin temel ölçmelerden oluşan ölçme araçlarının doğru kullanımına yönelik öğretim gerçekleştirilmesi.	Ölçme araçlarının şeklen tanınması, araçların kullanımı ve ölçmenin doğası ile ilgili öğrencilerin bilgi düzeylerinin belirlenmesi.	Öğretim aşaması sürecinde öğrencilerin sahip olduğu ölçme bilgi ve beceri gelişim düzeylerinin gözlenmesi.	Araştırmanın öğretim aşamasından sonra öğrenciler gözlenmeye devam edilmiştir. Amaç, laboratuvar ortamında farklı konular işlenirken(örn; basınç, sıcaklık, elektrik...) öğrencilerin ölçme bilgi ve becerilerini yeni alanlara aktararak aktaramadıklarını gözlemlemektir.	Ölçme araçlarının şeklen tanınması, araçların kullanımı ve ölçme-nin doğası ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları bilgilerin kalıcılık düzeylerinin belirlenmesi.	Son test ile kalıcılık testi arasında süre içerisinde yapılan gözlemin değerlendirilmesi	
(1-3. hafta)		(4-5. hafta)		(6. hafta)		(4-5. hafta)		(7-13. hafta)	
								(14. hafta)	
								(7-13. hafta)	

## Bulgular

Araştırma sonuçları nicel boyutta izleme testlerinin analizi, nitel boyutta ise beceri-gözlem formu ve araştırmacı notlarının yorumları ile ele alınmıştır.

### İzleme Testi

**Öğrencilerin Ölçme Araçlarının Şekilleri ile İsimlerini Eşleştirmeleri (İzleme Testi A Bölümü):** Öğrencilerin bilişsel boyutuna yönelik hazırlanan bu bölümde, öğrencilerin ölçme araçlarını tanıyıp tanımadıkları belirlenmiştir. Ölçme araçlarının şeklen tanınma durumlarının ön test, son test ve kalcılık testindeki sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

**Ön testte ölçme araçlarının şekilleri ile isimlerinin eşleştirilme durumları:** Ön testin A bölümünde yer alan ölçme araçlarının şeklen tanınmasına yönelik sorunun analizinde, verilerin frekans(f) ve yüzde(%) değerleri bulunmuş ve sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, öğrencilerin tamamı termometreyi şekil olarak tanımuşlardır. Sadece 3 öğrenci cetveli, 1 öğrenci de eşit kollu teraziyi şekilleri ile yanlış eşleştirmiştir. Öğrencilerin % 84,9'u kronometreyi, % 78,1'i dinamometreyi ve % 69,9'u dereceli silindiri şekilleri ile doğru eşleştirmiştir. Fakat öğrencilerden sadece % 30,1 kumpası tanıyabilmektedir. Bunun yanında öğrencilerin % 42,5'i kumpasla ilgili hiçbir eşleştirme yapmamıştır.

Ölçme araçlarını tanıyamayan öğrencilerin ise dinamometre ile basit makarayı, kronometre ile barometreyi, dereceli silindir ile beheri karıştırdıkları tespit edilmiştir.

**Son testte ölçme araçlarının şekilleri ile isimlerinin eşleştirilme durumları:** Son testin A bölümünde yer alan ölçme araçlarının şeklen tanınmasına yönelik sorunun analizinde, verilerin frekans (f) ve yüzde (%) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, öğrencilerin tamamı cetvel, kumpas, eşit kollu terazi ve termometreyi şekil olarak tanımuşlardır. Ön teste paralel olarak son testte de termometreyi tüm öğrenciler şeklen tanıırken, cetvel, kumpas, eşit kollu terazinin şeklini bilmeyen öğrencilerin hepsinin bu ölçme araçlarını öğrendikleri görülmektedir. Ayrıca son testte, öğrencilerin % 98,6'sı dinamometreyi, % 97,3'ü kronometreyi, % 94,5'i dereceli silindiri tanıymıştır. Böylece öğrencilerin ölçme araçlarını tanımaya yönelik bilgi eksikliklerinin son test ile büyük ölçüde giderildiği tespit edilmiştir.

**Kalcılık testinde ölçme araçlarının şekilleri ile isimlerinin eşleştirilme durumları:** Kalcılık testinin A bölümünde yer alan ölçme araçlarının şeklen tanınmasına yönelik sorunun analizinde, verilerin frekans (f) ve yüzde (%) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 4'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.**  
Ön Testte Yer Alan Ölçme Araçlarının Şekilleri İle İsimlerinin Eşleştirilme Sonuçları

Ölçme Aracı	Doğru eşleştiren öğrenci		Yanlış eşleştiren öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam
	f	%	f	%	f	%	
Cetvel	70	95,9	3	4,1	0	0	73
Kumpas	22	30,1	20	27,4	31	42,5	73
Eşit 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	3	4,1	73
Termometre	73	100	0	0	0	0	73

**Tablo 3.**  
Son Testte Yer Alan Ölçme Araçlarının Şekilleri İle İsimlerinin Eşleştirilme Sonuçları

Ölçme Aracı	Doğru eşleştiren öğrenci		Yanlış eşleştiren öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam
	f	%	f	%	f	%	
Cetvel	73	100	0	0	0	0	73
Kumpas	73	100	0	0	0	0	73
Eşit 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

**Tablo 4.**  
*Kalıcılık Testinde Yer Alan Ölçme Araçlarının Şekilleri İle İsimlerini Eşleştirilme Sonuçları*

Ölçme Aracı	Doğru eşleştiren öğrenci		Yanlış eşleştiren öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam
	f	%	f	%	f	%	
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, öğrencilerin tamamı kumpası, % 98,6'sı dinamometreyi, % 97,3'ü termometreyi, % 95,9'u kronometreyi ve % 83,6'sı dereceli silindiri tanımıştır. Son teste göre dinamometreyi tanıyan öğrenci sayısında farklılık gözlenmezken, kronometreyi tanıyan öğrenci sayısında 1 kişilik azalma gözlenmiştir. Ön test ve son teste termometreyi tüm öğrencilerin tanınmasına rağmen, kalıcılık testinde 2 öğrenci termometre ile dereceli silindiri karıştırmıştır. Dereceli silindiri tanıyan öğrenci sayısı son teste artarken kalıcılık testinde biraz düşmüştür.

Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi arasındaki ilişki durumları: Ölçme araçlarının tanınmasında ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiş ve sonuçları Tablo 5 ve Tablo 6'de verilmiştir.

**Tablo 5.**  
*Ölçme Araçlarının Tanınmasında Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Ortalama Değerleri*

	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

Öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur [ $F_{(2-144)} = 72,480, p < .01$ ]. Son test ortalama puanı (=98,6297) ve kalıcılık testi ortalama puanı (=95,0685), ön test

ortalama puanına (=79,6474) göre daha yüksektir. Bu bulgu, öğrencilerin ölçme araçlarını şeklen tanıma bilgilerinin öğretim süreci sonrasında anlamlı ölçüde arttığını göstermektedir. Diğer yandan, kalıcılık testinde ölçme araçlarının şeklen tanıma durumlarının devam ettiği gözlenmiştir.

### Ölçme Bilgisi (İzleme Testi B Bölümü)

Bu bölümde öğrencilerin sahip olduğu ölçme bilgileri bilişsel boyutta ele alınmıştır. Ölçme bilgisine yönelik sorular "ölçmenin doğası", "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 testleri ile ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin ön testte sahip olduğu ölçme bilgi düzeyleri: Ön testin B bölümünde yer alan ölçme bilgisi sorularının analizinde, verilerin frekans (f) ve yüzde (%) değerleri bulunmuş ve sonuçlar Tablo 7'da gösterilmiştir.

Öğrencilerin son testte sahip olduğu ölçme bilgi düzeyleri: Son testin B bölümünde yer alan ölçme bilgisi sorularının analizinde, verilerin frekans (f) ve yüzde (%) değerleri bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 8'de gösterilmiştir.

Öğrencilerin kalıcılık testinde sahip olduğu ölçme bilgi düzeyleri: Kalıcılık testinin B bölümünde yer alan ölçme bilgisi sorularının analizinde, verilerin frekans (f) ve yüzde (%) değerleri bulunmuş ve sonuçlar Tablo 9'de gösterilmiştir.

**Tablo 6.**  
*Ölçme Araçlarının Tanınmasında Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Tekrarlı Ölçümler İçin Tek Faktörlü Anova Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	ss	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Girişim Grubu	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



**Tablo 7.**  
*Ön Testteki Ölçme Bilgisine Yönelik Soruların Sonuç Tablosu*

Temalar	Sorular	Doğru cevaplayan öğrenci		Yanlış cevaplayan öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam öğrenci sayısı
		f	%	f	%	f	%	
Ölçmenin Doğası	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	73
Ölçme Araçları ve Kullanımı	Dinamometre ile ölçüm yapılırken dinamometrenin kütlesi ölçümleri değiştirir.	44	60,3	8	11	21	28,8	73
	Zamanı ölçen alete kronometre denir.	65	89	6	8,2	2	2,7	73
	Küçük hacimleri doğru olarak ölçmeye yarayan araca kumpas denir.	15	20,5	8	11	50	68,5	73
Ölçmede Hata Kaynakları, Duyarlılık, Tutarlılık	Madde moleküllerinin kütle merkezlerinin ortalama kinetik enerjisinin göstergesi olan sıcaklık termometre ile ölçülür.	59	80,8	8	11	6	8,2	73
	20 mL'lik bir sıvıyı hassas bir şekilde ölçmeniz gerektiğinde bunu, 5mL'lik bir pipet kullanarak yapmalısınız.	33	45,2	17	23,3	23	31,5	73
	Ölçmemiz gereken değişkeni birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklılığa neden olacağından 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	73
	Uygun ölçüm aracı veya yönteminin kullanımı ölçüm sırasında oluşabilecek hataları sıfırlar.	36	49,3	30	41,1	7	9,6	73

**Tablo 8.**  
*Son Testteki Ölçme Bilgisine Yönelik Soruların Sonuç Tablosu*

Temalar	Sorular	Doğru cevaplayan öğrenci		Yanlış cevaplayan öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam öğrenci sayısı
		f	%	f	%	n	%	
Ölçmenin Doğası	Her gözlem ve deney kesinlikle ölçümle sonuçlanmalıdır.	54	74	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 silindiri kullanarak yapabilirsiniz.	56	76,7	16	21,9	1	1,4	73
	Küçük hacimleri doğru 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	18	24,7	1	1,4	73
	Periyot sarkacın bir tam salınım yapması için geçen süredir.	71	97,3	1	1,4	1	1,4	73
Ölçmede Hata Kaynakları, Duyarlılık, Tutarlılık	Ölçmemiz gereken değişkeni 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 tekrarlamaktaki 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

**Tablo 9.**  
*Kalıcılık Testindeki Ölçme Bilgisine Yönelik Soruların Sonuç Tablosu*

Temalar	Sorular	Doğru cevaplayan öğrenci		Yanlış cevaplayan öğrenci		Boş bırakan öğrenci		Toplam öğrenci sayısı N
		f	%	f	%	f	%	
Ölçmenin Doğası	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
	İç çap, dış çap ve derinlik ölçümünde kullanılan araca kumpas denir.	73	100	0	0	0	0	73
Ölçmede Hata Kaynakları, Duyarlılık, Tutarlılık	Ölçmemiz gereken değişkeni birden fazla ölçmek, ölçümler arası farklılığa neden olacağından 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 tekrarlamaktaki amaç, ölçümler arasındaki farklılığın ne derece olduğunu kontrol etmektir. Buna da ölçümde <i>duyarlılık</i> denir.	53	72,6	19	26,0	1	1,4	73

Ölçme bilgisi ön test, son test ve kalıcılık testi arasındaki ilişki durumları: Ölçme bilgisinin belirlenmesinde ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 10 ve Tablo 11'de verilmiştir.

**Tablo 10.**  
*Ölçme Bilgisi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Ortalama Değerleri*

	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

Öğrencilerin 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 (=83,0137) ve kalıcılık testi ortalama puanı (=85,4795), ön test ortalama puanına (=55,0685) göre daha yüksektir. Diğer taraftan, son test ve kalıcılık testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgu, öğrencilerin sahip olduğu ölçme bilgilerinin öğretim süreci sonrasında anlamlı ölçüde arttığı, daha sonra yapılan kalıcılık çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığı, yani ölçme bilgilerinin devam ettiğini göstermektedir.

**Tablo 11.**  
*Ölçme Bilgisi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Tekrarlı Ölçümler İçin Tek Faktörlü Anova Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	ss	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Girişim Grubu	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

### Beceri-Gözlem Formu

Öğrencilerin psikomotor becerilerinin saptanması amacıyla ölçme araçlarından oluşan bir düzenek oluşturulmuştur. Öğrencilere ölçme konusuna ilişkin öğretim verilmeden önce, sahip oldukları psikomotor becerileri gözlenmiştir. Bu gözlem sırasında öğrenciler hem 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 aşamalarını içermektedir. İki gözlemcinin olması psikomotor becerilerin ölçümünde güvenilirliği arttırmaktadır. Bu bağlamda, gözlemciler arası güvenilirlik (inter-rater reability - IRR) değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$IRR = \left[ \frac{E_1 - E_2}{N} \right] \times 100$$

N : Katılımcıların sayısı

E1: Birinci gözlemciden elde edilen sonuç

E2: İkinci gözlemciden elde edilen sonuç

Çalışmamızda iki gözlemci arasındaki IRR değeri %95 ile %100 arasında değişim göstermektedir. Bu durum da beceri gözlem formu kullanılarak gerçekleştirilen ölçme işleminde gözlemcilerden elde edilen verilerin tutarlı ve güvenilir olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Elde edilen veriler uzunluk, kütle, ağırlık, zaman, hacim ve sıcaklık ölçümü olarak altı bölüme ayrılarak verilerin nitel analiz yapılmıştır.

Cetvel ve kumpas kullanımına yönelik bulgular: *Uzunluk ölçümü etkinliğinde öğrencilerden bir silindirin iç çap, dış çap ve boyunu ölçmeleri istenmiştir. Öğrenciler ölçme esaslarına göre oluşturulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, uzunluk ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları Tablo 12'de gösterilmiştir.*

Dış çap ölçümü için kumpası tercih eden 39 öğrenci (% 53,4) olduğu ve bu öğrencilerin neredeyse hepsinin (% 49,3) silindiri kumpasın çeneleri arasına yerleştirdiği görülmüştür. İç çap ölçümü için kumpası tercih eden 24 öğrenci (% 32,9) olduğu, öğrencilerin sadece % 20,5'inin iç çap ölçümü için kumpasın doğru kısmını kullandığı belirlenmiştir. Öğrencilerin %46,6'sı kumpasın nasıl okunabileceğini tahmin etmiş ve okumaya çalışmıştır. Boy ölçümünde ise öğrencilerin % 67,1'i cetvel, % 17,8'i kumpas ve % 15,1'i mezure ya da metre kullanmayı tercih etmiştir. Boy ölçümü için cetvel kullanmayı tercih eden 49 öğrenciden cetvelin başlangıç noktasını doğru belirleyen 41 öğrenci (%83,7), yanlış belirleyen ise 8 öğrenci (%16,3) bulunmaktadır.

### Eşit kollu terazi kullanımına yönelik bulgular:

Kütle ölçümü etkinliğinde öğrencilerden bir tıpanın kütesini ölçmeleri istenmiştir. Öğrenciler ölçme esaslarına göre oluşturulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, kütle ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları Tablo 13'de gösterilmiştir.

Kütle ölçümünün için öğrencilerin % 76,7'si, kütle ölçüm aracı eşit kollu teraziyi, diğer öğrenciler ise ağırlık ölçme aracı olan dinamometreyi tercih etmişlerdir. Eşit kollu teraziyi tercih eden öğrencilerden yalnızca %27,4'ü eşit kollu teraziyi dengeye getirebilmiştir. Diğerleri ise eşit kollu terazinin kolunu kaldıramadığı veya dengeye getiremediği için ya ölçüm alamamışlar ya da terazin çalıştığını zannedip rastgele 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 yalnızca bir öğrencinin bu işlemler sırasında pens kullandığı belirlenmiştir.

**Tablo 12.**  
Uzunluk Ölçümü Gözlem Sonuç Tablosu

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	
Dış çap için kumpas kullanıldı mı?	39	53,4	34	46,6	73
Cisim kumpasın çeneleri arasına sıkıştırıldı mı?	36	49,3	37	50,7	73
İç çap için kumpas kullanıldı mı?	24	32,9	49	67,1	73
İç çap için kumpasın doğru kısmı kullanıldı mı?	15	20,5	58	79,5	73
Kumpasın gösterdiği değer 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 başlangıç noktası '0' olarak belirlendi mi?	41	83,7	8	16,3	49

**Tablo 13.***Kütle Ölçümü Gözlem Sonuç Tablosu*

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	N
Eşit kollu terazi seçildi mi?	56	76,7	17	23,3	73
Eşit 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

**Dinamometre kullanımına yönelik bulgular:** Ağır-lık ölçümü etkinliğinde öğrencilerden bir cismin ağırlığını ölçmeleri istenmiştir. Öğrenciler ölçme esaslarına göre oluşturulan beceri-gözlem formu-na göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, ağırlık ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen ve-rilerin analiz sonuçları Tablo 14'de gösterilmiştir.

**Tablo 14.***Ağırlık Ölçümü Gözlem Sonuç Tablosu*

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	N
Dinamometre seçildi mi?	49	67,1	24	32,9	73
Duyarlılığı yüksek olan dinamometre seçildi mi?	27	37	46	63	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

Ağırlık ölçümü için öğrencilerin % 67,1'i dina-mometreyi tercih etmiştir. Düzenekte bulunan iki dinamometreden hassas olanını tercih edenler öğ-rencilerin %37'sini oluşturmaktadır. Öğrencilerin % 71,2'si cismi dinamometreye takmış, %54,8'i ise dinamometreyi göz hizasına getirerek ölçüm almış-tır. Bu ölçüm sırasında öğrencilerden yalnızca ikisi dinamometreyi sabit bir yere asmıştır.

#### **Kronometre kullanımına yönelik bulgular:**

Zaman ölçümü etkinliğinde öğrencilerden bir sarkacın periyodunu bulmaları istenmiştir. Öğ-renciler ölçme esaslarına göre oluşturulan bece-ri-gözlem formuna göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, zaman ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları Tablo 15'da gösterilmiştir.

Periyot bulma işleminde sarkacın ucunda bu-lunan topun, gösterilen hızadan bırakılması gerektiği belirtilmiştir. Zaman ölçümünde öğ-

rencilerin % 86,3'ü kronometreyi tercih eder-ken, % 13,7'si ya hiçbir ölçme aracı kullanmadan rastgele bir sonuç yazmış ya da kolundaki saate bakarak bir ölçüm almıştır. Öğrencilerin %53,4'ü kronometreyi zamanında başlatabilmiş, % 46,6'sı ya salınım başladıktan sonra ya da başlamadan önce kronometreyi çalıştırılmıştır. Öğrencilerin % 43,8'i kronometreyi zamanında durdurabilmiş, % 56,2'si ise sarkaç başlangıç noktasına gelmeden önce ya da geldikten sonra durdurulmuştur. Kro-nometre düğmelerinden başlama ve durdurma butonlarının yerini bilenler ise öğrencilerin % 61,6'sını oluşturmaktadır. Periyot bulma işlemin-de sadece iki öğrenci (% 2,7) birkaç salınımdan sonra kronometreyi durdurup ortalama aralık ölçümü belirlemiştir.

**Tablo 15.***Zaman Ölçümü Gözlem Sonuç Tablosu*

Sorular	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	N
Kronometre seçildi mi?	63	86,3	10	13,7	73
Sarkaç doğru kullanıldı mı?	61	83,6	12	16,4	73
Kronometre zamanında başlatıldı mı?	39	53,4	34	46,6	73
Kronometre zamanında durduruldu mu?	32	43,8	41	56,2	73
Kronometre düğmeleri doğru kullanıldı mı?	45	61,6	28	38,4	73
Birkaç ölçümün ortala-ması alındı mı?	2	2,7	71	97,3	73

#### **Dereceli silindir kullanımına yönelik bulgular:**

Hacim ölçümü etkinliğinde öğrencilerden bir şişe suyun hacmini ölçmeleri istenmiştir. Öğrenciler ölçme esaslarına göre oluşturulan beceri-gözlem formuna göre gözlenmiştir. Bu formda yer alan maddeler aynı zamanda, hacim ölçümü sırasında elde edilen verilerin kodlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları Tablo 16'de gösterilmiştir.

**Tablo 16.**  
*Hacim Ölçümü Gözlem Sonuç Tablosu*

Sorular	Evet		Hayır		Toplam N
	f	%	f	%	
Dereceli silindir tercih edildi mi?	56	76,7	17	23,3	73
Duyarlılığı az olan araçtan fazla olan araca doğru 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 getirilerek 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 araca doğru ölçüm yapmış, böylelikle ölçmede meydana gelebilecek hata miktarını azalmasını sağlamışlardır. Bunun yanında öğrencilerin % 82,2'si kullanılan aracı düz zemine koymuş, % 61,6'sı ölçümü göz hizasından okuyarak belirlemiş ve % 24,7'si hassas ölçüme önem vermiştir.

**Termometre kullanımına yönelik bulgular:** Sıcaklık ölçümü etkinliğinde öğrencilerden şişedeki 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 17'de gösterilmiştir.

**Tablo 17.**  
*Sıcaklık Ölçümü Gözlem Sonuç Tablosu*

Sorular	Evet		Hayır		Toplam N
	f	%	f	%	
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 kaba değerini sağlandı 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 kabin tabanına değmesine dikkat etmiştir. Öğrencilerin % 65,8'i termometreyi doğrudan kabin içerisine koyup beklemiştir.

### Araştırmacı Notu

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

**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 sonuca bulmalıyım*" diyerek kendilerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin birebir 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 görülmüştür. Öğrenciler düzenekte tekrar bu etkinlik dizisini gerçekleştirirken, önceden yapmış oldukları hataları fark edip düzeltmeye çalıştıklarını belirtmişlerdir.

Ölçme işlemleri sırasında öğrenciler genel olarak ölçme araçlarının kullanım aşamalarına uygun olarak ölçüm almaya çalışmışlardır. Cetvel, eşit kollu terazi, dinamometre, kronometre, termometre, dereceli silindir kullanımında oldukça başarılı olmuşlardır. En büyük sorun, duyarlılık ve hata payının bulunması ile kumpas kullanımında yaşanmıştır. Öğrencilerin duyarlılık ile hata payı arasındaki ilişkiyi fark etmeleri için oldukça çaba gösterilmiş ve öğretim süreci sonunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun ölçümlerdeki hata payını belirleyebildikleri görülmüştür. Kumpas kullanımında ise

öğrenciler alt sürgüdeki ölçünün nasıl okunacağını anlamada zorluk yaşamışlardır. Kumpas ile ölçüm alındığında meydana gelebilecek hata payının belirlenmesinde yaşanan sorun öğrencilerin çoğu tarafından giderilememiştir.

**Süngerin su tutma kapasitesi etkinliği:** Öğretim kısmının bir sonraki aşamasında, öğrencilerin “Süngerin su tutma kapasitesi” etkinliğini uygulamaları sağlanmıştır. Uzunluk ve hacim ölçümüne yönelik tasarlanan etkinlikte, onlara verilen süngerin su tutma kapasitesini bulmaları istenmiştir. Etkinlik öncesinde, bir süngerin su tutma kapasitesinin nasıl bulunabileceğine yönelik tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Genel olarak, önce kumpas kullanılarak süngerin boyutları bulunarak süngerin hacmi, daha sonra beher içerisinde bulunan suyun hacmi ölçülmüş ve sünger suyun içerisine atılmıştır. Sünger bir süre su içerisinde bekletilmiştir. Süngerin suyu çekmesi sağlandıktan sonra su içerisinden çıkarılıp fazla olan suyun akması için bekletilmiştir. Daha sonra beherde kalan suyun hacmi ölçülmüş ve aradaki farka göre süngerin birim hacminde bulunan su miktarı hesaplanmıştır.

Bu etkinlikte öğrenciler grup arkadaşlarıyla tartışarak işbirliği içerisinde ölçüm almışlardır. Öğrenciler uzunluk ve hacim ölçümünde büyük ölçüde başarı sağlamışlardır. Hata kaynaklarının kontrolü üzerinde yoğunlaşmışlardır. Gruplardan biri, beherde kalan suyun hacmini ilk durumdaki hacmine göre daha fazla bulduklarını, bu sebeple hata kaynaklarının kontrolüne yöneliklerini belirtmişlerdir. Öyle ki tüm gruplar süngerlerin biraz da olsa yamuk olduğu, süngeri elleriyle tuttuklarında su miktarında azalma olduğu, ölçümler tekrarlanmak istenirse aynı ıslak süngerle denenmemesi gerektiği 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 birbirimize daha çok yaklaşıyoruz, böylelikle bilime yaklaşıyoruz” ifadesini kullanmıştır.

Öğretim süreci sonrasında öğrencilerin ölçme becerilerini farklı alanlara aktarmalarının gözlenmesine ilişkin bulgular: Araştırmanın öğretim aşamasının tamamlanmasından sonra öğrenciler araştırmacı tarafından dönem boyu gözlenmeye devam edilmiştir. Amaç, laboratuvar uygulamalarında farklı konular işlenirken öğrencilerin ölçme becerilerini yeni alanlara aktarıp aktaramadıklarını

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 işlenirken bir grup öğrenci, basıncın kuvvet ve yüzey alanı ile ilişkisini belirleyebilmek için etkinlik hazırlamışlardır. Basınç ile kuvvet arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirleme amacıyla yaptıkları etkinlikte, bir sünger üzerine önce bir, sonra iki, sonra üç kitap koyarak süngerin sıkışma durumunu incelemişlerdir. Bu süreçte, öğrenciler kitap sayısı arttıkça uygulanan kuvvetin arttığını, böylece süngerde meydana gelen sıkışma miktarının arttığını belirlemiş, süngerin sıkışma miktarını hesaplama ihtiyacı duymamışlardır.

Katı basıncının yüzey alanına göre nasıl değiştiğini kanıtlamaya yönelik yaptıkları etkinlikte ise, öğrenciler büyük bir şişeyi kumla doldurup dinamometre ile ağırlığı ölçmüşlerdir. Dinamometre kullanılırken, etkinliği yapan öğrencilerin dinamometre seçiminde başarılı oldukları, dinamometreyi sabitleyerek ölçüm aldıkları ve ölçümü göz hizasından okudukları görülmüştür. Bunun yanında ölçümde rakamsal değer, birim ve hata payını doğru bir şekilde belirttikleri gözlenmiştir. Daha sonraki aşamada, kumla dolu şişeyi geniş tabanlı sünger üzerine gelecek şekilde koymuşlar ve şişenin süngere batma miktarını cetvelle ölçmüşlerdir. Ardından kumla dolu şişeyi dar tabanlı sünger üzerine gelecek şekilde koymuşlar ve bu durumda şişenin süngere batma miktarını da cetvelle ölçmüşlerdir. Cetvel kullanımında ise cetveli düzgün tutmada, başlangıç noktasını belirlemede ve ölçümü doğru yazmada dikkatli oldukları görülmüştür. Bu işlemlerle öğrenciler ilk ve son durumda meydana gelen basınçları hesaplayarak iki durum arasında kıyaslama yapmışlardır. Böylece basınç ile yüzey alan arasında ters orantı olduğunu ispatlayabilmişlerdir.

Su ve çevre ilişkisinin ele alındığı bir başka derste, farklı bir öğrenci grubu suyun topraktan geçişi ile ilgili bir etkinlik hazırlamışlardır. Bu etkinlikte öğrenciler, suyun kilden mi yoksa kumdan mı daha çabuk geçebileceğini kıyaslamak istemişlerdir. Bunun için altında delik olan iki kaba çakıl taşlarını rastgele koymuşlardır. Daha sonra birinci kaba kil, ikinci kaba ise kum eklemişler ve kil ile kum miktarlarının aynı olmasına dikkat etmişlerdir. Bu sırada sınıftaki öğrencilerden biri: “Etkinliğin amacı, kum ve kil değişkenlerinin etkisinin belirlenmesi olduğu için çakıl taşlarının iki kaptan da aynı miktarda olması gerekmektedir. Siz bu duruma neden dikkat etmediniz?” sorusunu gruba yöneltmiştir.

Gruptaki öğrenciler çakıl taş miktarının aynı olması gerektiğini deney raporlarında belirttiklerini fakat etkinliği gerçekleştirirken bu durumu dikkate almadıklarını belirtmişlerdir. Daha sonra kaplara konulacak suyu, dereceli silindir ile 500 ml olarak ölçmüşlerdir. Hacim ölçümü sırasında öğrencilerin dereceli silindir kullanım aşamalarına dikkat ettikleri gözlenmiştir. Dereceli silindir seçiminde titiz oldukları, dereceli silindiri düz bir zemine koyduktan sonra, suyu içerisine boşalttıkları ve daha sonra ölçümü göz hizasından aldıkları görülmüştür. Hacmi belirlenen su, yavaş yavaş kaplara boşaltılmaya başlanmıştır. İlk su damlasının kaba düşmesinden, kabın altındaki delikten su damlasının çıkmasına kadar geçen süreyi kronometre ile ölçmüşlerdir. Kronometre kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken durumlara da uyulduğu gözlenmiştir. Öyle ki gruptaki öğrencilerden biri suyu dökerken diğeri kronometreyi kullanmış, aynı anda başlatmak ve durdurmak için birbirlerine komut vermişlerdir. Kaplara su konulurken sınıftaki öğrencilerden biri “*Suyu kabın tam ortasından koymalıyız. Yoksa kabın kenarlara değince suyun aşağıya inme süresi değişir. Bu yüzden hata miktarımızda artış meydana gelir*” yorumunu yaparak grubu yönlendirmiştir.

Elektrik konusunun işlendiği diğer bir derste, öğrenciler elektrik devresinden akım geçerken ısı yayıldığını ispatlamak istemişlerdir. Bunun için öğrenciler “*Devreden akım geçenken etrafa ısı yayılıyorsa, iletken tel üzerine termometre yerleştirirsek termometrenin gösterdiği değerde bir artış meydana gelmelidir*” hipotezini ortaya atmışlardır. Bu hipotezi sınamak amacıyla basit bir elektrik devresi kurmuşlar ve devreden akım geçmesini sağlamışlardır. Daha sonra termometreyi devredeki iletken telin üzerinde gelecek şekilde sabit bir yere asarak yerleştirmişlerdir. Termometrenin gösterdiği ilk değeri termometre dik konumda iken göz hizasından bakarak okumuşlardır. Devreden akım geçtiğinde yayılan ısı ile termometre değerindeki artışı göz hizasından bakarak gözlemlemişlerdir.

Öğrencilerin farklı konular işlenirken, konunun daha net anlaşılması için ölçme işlemi kullandıkları gözlenmektedir. Öyle ki sınıfta atom konusu işlenirken bazı öğrenciler atom, çekirdek, proton, kuarkların büyüklüklerini sayısal değerleri ile ifade ederek aralarındaki ilişkiyi ölçümlerle nitelendirmişlerdir. Böylece arkadaşlarının zihinlerinde bu büyüklüklerle ilgili net bir fikir oluşmasına yardımcı olmayı hedeflediklerini belirtmişlerdir. Fakat, gözlemler sırasında ölçmenin ihmal edildiği ya da ölçme bilgilerini aktaramadıkları ortamlar da olmuştur. Örneğin, bazı öğrenciler, atom modeli-

ni gösteren materyal yapımında proton, nötron ve elektronların büyüklüklerini dikkate almadan materyali oluşturmuştur. Bu hataya paralel diğer bir durum ise, kimyasal tepkimeler konusunun işleniş sırasında bir grup öğrenci, kükürt ile bakırı karıştırıp ısıtılarak kimyasal bir tepkime gerçekleştirilmesini istemişlerdir. Fakat bu işlemde, kükürt ve bakır miktarı ölçmeden rastgele koymuşlardır. Bu noktada da ölçmenin ihmal edildiği görülmüştür.

### Tartışma

Bu bölümde, ölçme becerisi ve gelişimi üzerine öğretmen adayları ile yapılan deneysel araştırmanın sonuçları, Türkiye’de uygulanan öğretim programları ve mevcut literatür ile birlikte tartışılacak, ardından bu çalışmanın araştırmacı ve eğitimcilerle katkıları genel sonuç olarak değerlendirilecektir. Bu değerlendirmenin ardından, araştırmanın sınırlılıkları dahilinde, alanda yapılması mümkün olan gelecek çalışmalara ilişkin yönelimler öneri olarak sunulacaktır.

### Ölçme Araçlarının Tanınması ve Kullanımına İlişkin Tartışma

Ölçme araçlarının şeklen tanınmasına yönelik ön testten elde edilen verilerde, öğrencilerin büyük bölümünün kumpas dışındaki ölçme araçlarını tanımadığı bir problem yaşamadıkları fakat bazı öğrencilerin dinamometre ile basit makarayı, kronometre ile barometreyi, dereceli silindir ile beheri karıştırdıkları görülmüştür. Ölçme etkinliklerinde ölçme araçlarının tanıtılmasının önemi bazı çalışmalarda olduğu gibi mevcut araştırmanın da sonuçları arasındadır (Sterling, 1999, 2006; Hand, 2005; Sears, 2005).

Ölçme ile ilgili öğretim gerçekleştirildikten sonra uygulanan son testte, öğrencilerin büyük çoğunluğunun ölçme araçlarını şeklen tanıyabildikleri ve bunun kalıcılık testinde de devam ettiği gözlenmiştir. Ancak, ön testte dereceli silindir ile beheri ayırt edemeyen bazı öğrencilerin, son testte bu ölçme araçlarını ayırt etmelerine rağmen, birkaç öğrencinin kalıcılık testinde tekrar bu yanılgıya düştüğü görülmektedir. Bu durum, öğrencilerde var olan bilgilerin değişiminin 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 algulamaları, ileride oluşabilecek yanılgıların önüne geçilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

### Ölçme Bilgisine İlişkin Tartışma

Çalışmanın ön testinde öğrencilerin ölçmenin doğası ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bu sürecin son test ve kalıcılık testinde giderilmeye çalışıldığı gözlenmiştir. Ancak sonuçlara göre, öğrencilerdeki ölçmenin doğasına ilişkin var olan bilgilerin değiştirilmesinin kolay olmadığı, öyle ki ön testte belirlenen yanlışlığın, son testte büyük ölçüde kapandığı görülmüş olsa bile, kalıcılık testinde öğrencilerdeki yanlışlarında biraz farklılık göstererek tekrar oluştuğu görülmüştür. Bu durum, ölçme araçlarının şeklen tanınması durumunda karşılaşılan güçlükle benzerlik göstermektedir. İlk edinilen bilgilerin değiştirilmesinin zor olması ölçmenin doğasına yönelik verilerle de desteklenmektedir. Yeni uygulamada olan ilköğretim programlarında her ne kadar bilimsel düşünce, bilimin doğası ve bilim felsefesine önem verilmeye çalışılsa da, öğrencilerdeki sorgulama ve düşünmeye yönelik becerilerin sınırlılığı bir gerçektir (De Jong ve Van Joolingen, 1998; Klahr, 2000; Kuhn, Black, Kesselman ve Kaplan, 2000; Yürümezoğlu ve Oğuz, 2008a, 2008b). Ölçmenin doğası ile ilgili olarak da öğrencilerde benzer durumlara rastlanılmıştır. Kuramsal/kavramsal temele ilişkin bu becerilerin gelişimi süreklilik gerektiren bir süreçtir. Her ne kadar mevcut çalışmada bu süreç sürdürülmeye çalışılsa da, bunun diğer alanlarda da sürdürülmesi ve desteklenmesi gerekmektedir (örn., Aydoğdu, 2006; Bağcı-Kılıç, 2003; Wilke ve Straits, 2005).

### Beceri-Gözleme Sonuçlarına İlişkin Tartışma

Ölçme becerisine yönelik öğretimin gerçekleştirilmesinden sonra uygulanan son test ve kalıcılık testinde öğrencilerin zaman, sıcaklık, kütle ve ağırlık kavramlarının ölçümü ile ilgili bilgi düzeylerinde artış meydana geldiği görülmektedir. Son testte, öğrencilerin hacim ölçümünde hata payı ve birim yazmada sorun yaşadıkları ve bu sorununun kalıcılık testinde de devam ettiği dikkat çekmektedir. Oysaki ölçümlerin başkaları tarafından anlaşılabilmesi ve aktarılabilmesi için birim ve hata aralığının iyi tanımlanmış olması gerekmektedir (Altın, 2006). Bu sebeple ölçümün tam olarak yazılması önem arz etmektedir. Ölçmenin doğası gereği, bir ölçümde rakamsal değer, hata payı ve birim bulunmalıdır. Bunlardan bir tanesinin eksik olması yapılan ölçümün geçersiz olması için yeterlidir. Bu nedenle ölçmenin doğasında eksik ölçüm diye bir şey söz konusu değildir (Benson, 1995; Beichner ve Serway, 2000; Bueche ve Jerde, 2000; Miller, 2005). Öğrencilerin ölçüm yazma becerilerinin gelişimi için ayrılan sürenin artırılması ve tekrarlı alıştırmalar yapılması için çaba gösterilmesi gerekmektedir (Tretter, 2000; Parrot, 2005).

### Öğretim Sürecinde ve Sonrasında Yapılan Gözlemlere İlişkin Tartışma

Bir bireyin ölçme becerisini kazanabilmesi için, ölçme araçlarını tanıyabilmesi, onları pratik olarak kullanabilmesi, ölçmenin doğasını kavrayabilmesi için gerekli donanımına sahip olması gerekmektedir. Ölçme becerisinin gelişimi bireyin hem bilişsel, hem duyuşsal hem de psikomotor becerilerinin gelişimine bağlı olduğu için süreç gerektirmektedir (Callison ve ark., 1997; Çepni, Ayas, Johnson, ve Turgut, 1997; Tretter, 2000). Öyle ki öğretim aşamasından dönem sonuna doğru olan süreç içerisinde öğrencilerin ölçme becerilerinde olumlu yönde bir artış olduğu ve öğretim süreci sonrasında dönem ise öğrencilerin farklı konuların işlenişinde de ölçme işlemini gerçekleştirme eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında ölçmenin farklı konulara entegrasyonu ve ölçme işlem aşamalarının pratiklik kazanılması eksikliklerin tamamlanması açısından önemlidir. Bu eksikliklerin giderilmesi için daha çok zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca ölçme konusunun farklı disiplinler içerisinde ele alınıp bütüncül bir bakış açısıyla bilim öğretimi içinde yerinin güncellenmesi ve uygulamada sürekliliğin sağlanması gerekmektedir.

### Sonuç

Çalışma sürecinde verilerden elde edilen sonuçlar, ölçme sürecinin karmaşık yapıda olduğunu fakat amaçlı ve sürdürülebilir öğrenme ile bu sürecin gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bilgiler, araç-gereç kullanımını uygulamalı olarak gerçekleştirmeleri ve dikkat çekici ortamların oluşturulması ölçme etkinliklerinin gerçekleştirilmesinde önem taşımaktadır. Bu üç etken, bilim eğitiminin de temelini oluşturmakta ve olağan yaşantımızda karşılaştığımız ölçümlere bilinç katmaktadır. Ölçme becerilerinin geliştirilmesi için;

- 1) Üniversite eğitimi sürecinde, öğretmen adaylarına laboratuvar dersine başlamadan önce laboratuvar malzemeleri ve ölçme araç gereçleri etkili bir şekilde tanıtılmalı, onların sahip oldukları becerileri geliştirmelerine ve eğitim-öğretim yılı boyunca bu becerilerini kullanmalarına olanak tanınmalıdır. Bunun için, bu çalışmada olduğu gibi ölçme etkinlik dizisinden oluşan bir istasyon kurulabilir. Bu istasyonda, ölçme araç kullanım aşamalarını gösteren poster veya kitapçıklar bulundurulabilir öğrencilerin yönergelere göre işlemleri gerçekleştirmeleri sağlanabilir.
- 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 köşesi oluşturulabilir. Böyle bir köşe, öğrencilerin ölçme etkinliklerini gerçekleştirecek düzeneklere ulaşmalarını kolaylaştırabilir 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, işbirlikli öğrenme yöntemiyle uygulamaları sağlanabilir.
- 4) Ölçme becerisi bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin kazanılmasını bağlı olduğundan, 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) Sınıf dışı etkinliklerde ve diğer derslerde de ölçüm yapılması, ölçme öğretiminin genişletilmesi sağlanmalıdır. Sorgulama temelli bir yaklaşımla işlenen derslerde ölçme işleminin kullanılması olumlu bir etki yapabilmektedir. Ölçme, uyarıcı ve ilgi çekici bir çevrede, problem çözüme, 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 araç gereçlerini tanıtan, nasıl kullanıldıkları hakkında bilgi veren kitaplar, ölçme etkinlik uygulamalarını içeren CD’ler hazırlanabilir.

# An Activity-Based Study on Providing Basic Knowledge and Skills of Measurement in Teaching

Şahide MARAL  
Muğla University

Ayşe OĞUZ-ÜNVER<sup>a</sup>  
Muğla University

Kemal YÜRÜMEZOĞLU  
Dokuz Eylül University

## Abstract

Even though one of the prerequisites of inquiry-based science classes is acquiring measuring skills, there is not enough emphasis in the schools today on developing these skills. The current study, which has been designed with the thought that this situation may be caused by the fact that teachers do not have a sufficient level of measurement skills, aims to clarify knowledge of some basic quantities (length, mass, weight, volume, temperature and time), create awareness about fundamental skills in measuring related quantities, and develop these basic skills for the benefit of pre-service science teachers (n=73). The experimental study, which has been designed using a mixed research methodology, includes both qualitative and quantitative research methods, uses a skill-observation form and researcher observation notes, as well as pre-test, post-test and retention tests. This research, which focuses on developing measurement activities, reveals the importance of not only knowledge and skill integration but also of continuity in teaching measuring skills. In addition, recommendations have been set forth for the effective use of measurement tools in basic science education courses and some measurement activities have been suggested.

## Key Words

Basic Measurement Concepts, Nature of Measurement, Measurement Skills, Use of Measurement Tools, and Measurement Activities.

Observation and experimentation, which form the basis of scientific study, gain meaning with measurement (Blomquist, 1993; Coelho & Sere, 1998; Hodson, 1988; Kuhn, 2008). In science, the foundation of proof lies in measurement (Baytaroğlu, Akkoyunlu, & Dizdar, 2008; European Association of National Metrology Institutes [Euramet], 2008; Koçaş, 2009). The process of measuring entails determining the quality and quantity to be measured,

the selection of an appropriate measuring tool and measuring unit, the calculation of the margin of error that must be considered in the measurement and the decision on the accuracy and consistency of the measurement. The more meticulous the adherence to the steps in the measurement process, the closer the scientist gets to approaching accuracy in attaining knowledge (Beichner & Serway, 2000; Bueche & Jerde, 2000; Haliday & Resnick, 1997; Physical Sciences Study Committee [PSSC], 1966; TÜBİTAK, 2010).

<sup>a</sup> Ayşe OĞUZ-ÜNVER, Ph.D., is currently an Associate Professor at the Department of Elementary Science Education at Muğla University. Current article produced from author Şahide Maral's thesis, written under the advisorship of Dr. Oğuz-Unver. Dr. Oğuz-Unver is interested in developing science-based experimental activities by using innovative teaching methods for teaching basic concepts in science. Correspondence: Assoc. Prof. Ayşe OĞUZ-ÜNVER, Muğla University, Faculty of Education, Department of Elementary Science Education, Muğla/Turkey. E-mail: ayseguz@mu.edu.tr Phone: +90 252 211 19 26. Fax Number: +90 252 223 8491.

## Measuring in Physics and Science Education

The skills involved in the scientific process can be divided into two categories: the basic skills (observation, classification, scientific communication, *measurement*, prediction, reaching a conclusion) and combined skills (determining and controlling variables, setting and testing up a hypothesis, interpreting data, defining, experimentation and cre-

ating a model) (Bağcı-Kılıç, 2003). In elementary school programs in Turkey, the subject of measurement is limited to science and technology courses and mathematics classes. While the teaching of measurement is continuous in mathematics courses up until the 6<sup>th</sup> grade, this continuity does not exist in science and technology courses. The subject is only taught on the basis of three units in physics in the 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> grades in middle school (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2006, 2011).

### Studies on Measurement Education

Measurement activities for pre-school children have been developed along the lines of Piaget's conservation tasks. Since pre-school children are not familiar with standard units, the activities were developed to allow them to compare measurements with sizes of objects they knew well (Ashbrook, 2006; Kamii & Clark, 1997; Long & Kamii, 2001; Parrot, 2005; Reece & Kamii, 2001).

In Grades 4-6 of elementary school, the activities that have been designed to develop students' knowledge and cognitive skills regarding measurement systems generally encompass the concepts of length, mass, temperature and volume (Coskie, 2007; Hand, 2005; Hanley, Cammilleri, Tiger, & Ingvarsson, 2007; Leyden, 1995; Sears, 2005; Sterling, 1999, 2006).

Up until the time students begin middle school, they are taught basic measurement topics. With the increased hours of laboratory classes scheduled in the middle school curriculum, students begin to have a pronounced need for basic measuring skills. Studies on the development of such skills, however, are limited (Coelho & Sere, 1998; Tretter, 2000).

A review of the studies carried out with teacher candidates and teachers on the topic of measurement reveal that students have not adequately developed the psychomotor skills needed for using measurement tools and equipment and that the conceptual foundation in this context is weak (Coştu, Ayas, Çalık, Ünal, & Karataş, 2005; Çepni, Kaya, & Küçük, 2005; Goldstone, Marlette, & Pennington, 2001).

Some researchers have considered the topic of measurement as part of the common domain of science and mathematics, stressing that measuring skills must be developed alongside of the skills achieved in both science and mathematics courses (Bloomquist, 1993; Callison, Anshutz, & Wright, 1997; Coskie, 2007; Hurley & Normandia, 2005; Leyden, 1995; Rommel-Esham, 2007; Sherman, 1997).

The failure to work on theory and practical application together in science education hinders integrated learning (Roth, 1994). The learning of measurement skills, however, necessitates both a theoretical framework and practical experience. It is for this reason that achieving basic measuring skills is fundamental to developing other higher level measuring skills (Oğuz, 2007).

Another important step to be taken in the measurement process is to master the use of measurement tools and equipment. Research has shown that inadequacies in the skills required in using tools and equipment become obstacles to reaching the desired outcome (Coştu et al., 2005; Çepni et al., 2005).

### Purpose

The present study has sought to arouse awareness in science and technology teacher candidates about basic measuring skills and knowledge, aiming to provide a way of developing these skills and increasing teacher candidates' understanding of related concepts by creating activities using basic physical quantities of length, mass, weight, volume, temperature and time.

### Materials and Method

#### Design

The research was of mixed-methodology design (Creswell, 1994) conducive to measuring both cognitive and psychomotor skills.

#### Research Population

The research population consisted of 73 teacher candidates in the third year of the Science Teaching Department of the Faculty of Education at a university in Western Turkey.

#### Data Collection Tools

A Monitoring Test and a Skills Observation Form developed by the researchers, as well as researcher notes, were used as data collection tools.

**Monitoring Test:** This was prepared by the researchers as a part of the cognitive dimension of the study, to determine the extent of students' cognitive skills with regard to measuring. Students were administered a pre-test, post-test and a test of retention. The questions asked were related to the nature of measurement, measurement tools and their use,

sources of error in measurement, sensitivity and consistency.

**Reliability of the Monitoring Test:** This was carried out with an analysis of the items. Each item was evaluated in terms of a difficulty index and a corresponding discrimination index (Tuckman, 1999).

**Skills Observation Form:** A setup consisting of measuring tools was prepared to determine the extent of the students' psychomotor skills. Various tools for measuring length, mass, weight, volume, time and temperature were placed on a table in mixed order. These were a compass, a ruler, a measuring rod, a measuring tape, a set of balance scales, dynamometers of different sensitivities, a graduated cylinder and beaker, a dropper, pipette, chronometer and thermometer. The activities consisted of asking for measurements of the inner and outer diameter and length of a cylinder, the mass of a bottle stopper, the weight of an object, the period of a pendulum, the volume of a bottle of water, and the temperature of an amount of water. The students had to decide for themselves which measuring tool to use in each activity. The students were individually brought into the room where the setup had been arranged and their measuring was filmed with a video camera. They were also watched by two observers who noted their observations on the Skills Observation Forms. The inter-rater reliability value for the two observers varied between 95%-100%.

**Researcher Notes:** In the teaching dimension of the study, a setup station was arranged for basic measuring related to concepts of mass, weight, volume, length, temperature and time. The station served as an aid to teaching measurement and the correct use of measuring tools. After the teaching session, the next step was the implementation of an activity under the heading of "The water-retention capacity of a sponge." A discussion was first held prior to the activity about how the water-retention capacity of a sponge could be found and each group was then allowed to carry on with their own method.

During the teaching process, the progress of the students was observed by the researchers and recorded in "Researcher Notes 1." To determine the use and level of progress of measuring skills, the students continued to be observed by the researchers following the completion of the instruction period. These observation notes were recorded in "Researcher Notes 2."

**Data Analysis**

In this study of mixed-methodology design, the total qualitative data collected with the monitoring test were analyzed using frequencies (*f*), percentages (%), and the one-way ANOVA for repeated measures. To determine the psychomotor skills, the data in the Skills Observation Form and the researcher notes were grouped by which measuring tools were selected and the themes related to their use. The items in the form were encoded in the data analysis. Camera recordings supported the analysis of the Skills Observation Form. In addition, a qualitative numerical analysis was carried out to associate themes and make forward estimations (Yıldırım & Şimşek, 2006).

**Discussion**

This section covers an analysis of the research results on a quantitative dimension based on the monitoring tests and on a qualitative dimension based on the Skills Observation Form and the interpretation of the researcher notes.

**How Students Matched the Shapes of Measuring Tools with the Names of the Tools (Monitoring Test Section A)**

In this section, it was determined whether students could identify measuring tools. Their ability to recognize these measurement tools was evaluated with a pre-test, post-test and a retention test. The results of these tests are summarized below.

**Table 1.**  
*Mean Values in the Pre-Test, Post-Test and Retention Test on Recognizing Measuring Tools*

	Mean	Standard Deviation	N
Pre-test	79.6474	14.66176	73
Post-test	98.6297	4.23668	73
Retention test	95.0685	10.94472	73

A significant difference was found between the students' pre-test, post-test and retention test scores [ $F_{(2-144)} = 72,480, p < .01$ ]. The pre-test mean scores were significantly lower than the post-test and the retention test mean scores. This finding showed that students' knowledge about recognizing the shape of measuring tools had significantly increased after the instruction.

**Table 2.**  
*Single Factor ANOVA Results for Repeated Measures of Pre-Test, Post-Test and Retention Test Related to Recognizing Measuring Tools*

Source of Variance	Sum of the Squares	ss	Squares Mean	F	p	Significant Difference
Intervention Group	10629,721	72	147,635			
Measurement	14863,353	2	7431,677	72,480	.000	2-1, 3-1, 2-3
Margin of Error	14764,930	144	102,534			
Total	40258,004	218				

1: Pre-test 2: Post-test 3: Retention test

### Discussion on Recognizing Measuring Tools and Their Use

It was found out from the data obtained in the pre-test concerning recognizing the shape of measuring tools that a large portion of the students had no problem identifying the tools, with the exception of the compass, but that some students had difficulty telling the difference between a dynamometer and a simple pulley, a chronometer and a barometer, and a graduated cylinder and a beaker. As in some other studies, evidencing the importance of introducing measuring tools in measuring activities was also an outcome of the present study (Sterling, 1999, 2006; Hand, 2005; Sears, 2005).

In the post-test implemented after the instruction on measuring, it was observed that a large majority of the students were able to identify the measuring tools by their shapes and that this continued to be so in the retention test as well. However, some of the students who could not tell the difference between a graduated cylinder and a beaker were seen to make the same mistake in the retention test, even though they were able to identify the difference in the post-test. This suggested that some students were able to experience knowledge transfer in relatively short intervals but were unable to retain this information for a longer time (Osborne & Gilbert, 1980).

### Knowledge of Measuring (Monitoring Test Section B)

The questions on knowledge of measuring were grouped around the themes, “*the nature of measurement*”, “*measuring tools and their use*”, “*sources of er-*

*ror in measuring*”, and “*sensitivity and consistency*.”

The data obtained on the knowledge of measuring were analyzed in terms of these themes. The results derived from the pre-test, post-test and retention test are presented below.

**Table 3.**  
*Mean Values for Pre-test, Post-test and Retention test on Knowledge of Measuring*

	Mean	Standard Deviation	N
Pre-test	55.0685	14.44562	73
Post-test	83.0137	16.38808	73
Retention Test	854795	14.14617	73

Significant differences were found in the scores of the students' pre-test, post-test and retention tests [ $F_{(2-144)} = 122.856, p < .01$ ]. The mean pre-test scores were significantly lower than both the post-test mean score and the mean scores on the retention test. On the other hand, no significant difference was seen between the scores of the post-test and the retention test. This finding suggests that students' knowledge about measuring increased significantly after the instruction. The fact that the results of the subsequent retention test were the same as the post-test indicated that the students had been able to retain their knowledge.

### Discussion on Knowledge of Measuring

It was observed in the pre-test that students did not have adequate knowledge about the nature of measurement and that they tried to close up this gap in the post-test and retention test. The results showed, however, that it was not easy for the students to chan-

**Table 4.***Single Factor ANOVA Results for Repeated Measures of Scores on Pre-Test, Post-Test and Retention Test for Knowledge of Measuring*

Source of Variation	Sum of the Squares	ss	Mean Squares	F	p	Significant Difference
Intervention Group	24357,991	72	338,305			
Measurement	41654,795	2	20827,397	122,856	.000	2-1, 3-1
Error	24411,872	144	16,527			
Total	90424,658	218				

1: Pre-test 2: Post-test 3: Retention test

ge their already formed conceptions about the nature of measurement. Although it was seen that the misconceptions in the pre-test had been corrected to a great extent in the post-test, the retention test indicated that the misconceptions had been formed again, albeit with a little modification. This was similar to the difficulties experienced in recognizing measuring tools. Despite the fact that the new educational curriculum emphasizes the teaching of scientific thinking, the nature of science and scientific philosophy, students' skills in questioning and thinking scientifically are limited (De Jong & Van Joolingen, 1998; Klahr, 2000; Kuhn, Black, Kesselman, & Kaplan, 2000; Yürümezoğlu & Oğuz, 2008a, 2008b). This is also true in the case of students' comprehension of the nature of measurement. The skills related to a theoretical foundation need continuity and monitoring to develop (Aydoğdu, 2006; Bağcı-Kılıç, 2003; Wilke & Straits, 2005).

### Discussion on the Results of Skills Observation

In the post-test and the retention test implemented subsequent to the instruction on measuring skills, it was seen that the level of students' knowledge about the measurement of time, temperature, mass and weight had increased. In the post-test, it was noted that students had difficulties with working with margins of error and writing down units of measurement in measuring volume and that this continued to hold true in the retention test as well. For measurements to be relayed to others and made comprehensible, units and error margins should be well defined (Altın, 2006). It is for this reason that writing down the measurement exactly is important. A numerical value in a measurement should include the margin of error and a unit of measurement. Lacking one or the other of these elements is enough to make the measurement worthless. Because of this, by the very nature of measurement, there is no such thing as deficient measurement (Benson, 1995; Beichner & Serway, 2000; Bueche & Jerde, 2000; Miller, 2005). The time devoted to having students practice their skills in writing down measurements must be increased and repeated exercises performed (Tretter, 2000; Parrot, 2005).

### Discussion on Observations during and after the Instruction

An individual's ability to develop measuring skills, recognize measuring tools, use them in a practical manner, and understand the nature of measurement requires a certain accumulation of knowledge.

Since the development of measuring skills is dependent upon the progress of an individual's cognitive, emotional and psychomotor skills, this constitutes a process over time (Callison et al., 1997; Çepni, Ayas, Johnson, & Turgut, 1997; Tretter, 2000).

### Conclusion and Recommendations

The results obtained in this study show that measurement processes are complex but that they can be mastered with a purposeful and sustainable program of instruction. It is important for students to put the knowledge they have accumulated into practice by using tools and equipment and participating in measurement activities in a stimulating environment.

To develop measuring skills, a work station can be set up prior to laboratory lessons where a series of measurement activities can take place. In elementary school and middle school, an interdisciplinary approach may emphasize topics on the nature of measurement, measurement skills can be included among the topics taught in in-house training courses, and visual materials can be prepared for the implementation of measurement activities.

### References/Kaynakça

- 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.
- Aydoğdu, B. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bağcı-Kılıç, G. (2003). *Üçüncü uluslararası matematik ve fen Araştırması (TIMMS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası*. İlköğretim-Online, 2 (1), 42-61.
- Baytaroğlu, Ş., Akkoyunlu, O. ve Dizdar, H. (2008). Ulusal metroloji enstitüsünün ülke için önemi. *VII. Ulusal Ölçübilim Kongresi Bülteni*, 84, 3-7.
- Beichner, R. ve Serway, R. (2000). *Fen ve mühendislik için fizik* (5. bs., çev. K. Çolakoğlu). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Benson, H. (1995). *University physics* (rev. ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Blomquist, S. (1993). Metric volume in science and mathematics instruction. *School Science and Mathematics*, 93 (8), 440-443.
- Bueche, F. ve Jerde, D. (2000). *Fizik ilkeleri 1* (6. bs., çev. K. Çolakoğlu). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Callison, P., Anshutz, R., & Wright, E. (1997). Gummy worm measurements. *Science and Children*, 35 (1), 38-41.
- 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.
- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F. (2005). Fen öğretmen adaylarının çözeltili hazırlama ve laboratuvar malzemelerini kullanma yeterliliklerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 65-72.
- Creswell, (1994). *Research design qualitative and quantitative approaches*. California: Sage.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997). *Fizik öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi.
- Çepni, S., Kaya, A. ve Küçük, M. (2005). Fizik öğretmenlerinin laboratuvarlara ilişkin hizmet içi eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 181-196.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-202.
- European Association of National Metrology Institutes (Euramet). (2008). *Kısaca metroloji*. Schultz Grafisk: Author.
- Goldstone, J., Marlette, S., & Pennington, A. (2001). Centimeters, millimeters, monsters. *Science and Children*, 39 (2), 42-47.
- Haliday, D., & Resnick, R. (1997). *Fiziğin temelleri* (çev. C. Yalçın). Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- 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.
- Kamii, C., & Clark, F. (1997). Measurement of length: The need for a better approach to teaching. *School Science and Mathematics*, 97 (3), 116-121.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Koçaş, İ. (2009). Geçmişten günümüze ölçü birimleri ve metroloji. *Bilim ve Teknik*, 42 (503), 28-33.
- 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.
- Miller, M. A. (2005). Mastering measurement. *Change*, 37 (4), 4-12.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2006). İlköğretim (6-8. Sınıflar) öğretim programları. Ankara: Yazar.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2011). Ortaöğretim Programları. Ankara: Yazar
- Oğuz, A. (2007). Teoriden pratiğe örneklerle fen kavramlarının oluşumuna ait kuramlara bir bakış. *Eğitim Bilim Toplum Dergisi*, 19 (5), 26-51.
- Osborne, R., & Gilbert, J. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2 (3), 311-321.
- Parrott, A. (2005). Mastering metrics. *Science Scope*, 29 (1), 53-54.
- Physical Sciences Study Committee (PSSC). (1966). *Fizik* (çev. O. Aksoy, F. Turgut, C. Tüzün). İstanbul: Millî Eğitim Basımevi.
- 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.
- Sears, C. (2005). Project weigh- in: Learning about mass and weight. *Science Scope*, 29 (1), 51-54.
- Sherman, H. (1997). Sizing up the metric system. *Science and Children*, 35 (2), 27-31.
- Sterling, D. (1999). Measuring skills. *The Science Teacher*. 66 (1), 58-62.
- Sterling, D. (2006). Thinking metric. *Science and Children*, 44 (2), 48-51.
- Tretter, T. (2000). Physical science lab essentials. *The Science Teacher*, 67 (7), 48-52.
- Tuckman, B. W. (1999). *Conducting educational research* (5th ed.). Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- TÜBİTAK. (2010). *Ulusal metroloji enstitüsü*. <http://www.ume.tubitak.gov.tr/> adresinden 14.10.2009 tarihinde edinilmiştir.
- 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. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yürümezoğlu, K., & Oğuz, A. (2008a). A conceptual framework in the understanding of science education. *Üniversite ve Toplum*, 8 (1), 1-8.
- Yürümezoğlu, K. ve Oğuz, A. (2008b). Bilimsel kültüre yaklaşımda nasıl bir bilim eğitimi? *Bilim & Ütopya*, 165, 69-72.

