



## 6-SİGMA YÖNTEMİ İLE ‘ISI VE SICAKLIK’ KONUSUNUN ÖĞRETİMİ\*

**Gökhan SONTAY**

Millî Eğitim Bakanlığı, Gediksaray Ortaokulu, Amasya, Türkiye  
*gokhansontay@gmail.com*

**Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU**

Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Amasya, Türkiye  
*orhan.karamustafaoglu@amasya.edu.tr*

### Öz

Öğrenciler fen bilimleri derslerinde ve özellikle bazı fen konu ve kavramlarını anlamada güçlük çekmektedirler. Bu konu ve kavramlardan birisi de ısı ve sıcaklıktır. Bu araştırmanın amacı, 5. sınıf konuları arasında yer alan ‘ısı ve sıcaklık’ konusunun 6-Sigma yöntemi ile öğretimini sağlamaktır. Araştırma, 2017-2018 eğitim öğretim yılında Amasya’nın Göynücek ilçesine bağlı bir okulda yürütülmüştür. Araştırmanın katılımcılarını 5. sınıfta öğrenim gören 16 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama araçları olarak, Isı ve Sıcaklık Başarı Testi ve Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi kullanılmıştır. Bu çalışmada deneme öncesi tek grup öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Verilerin analizi için SPSS 21 paket programından yararlanılmıştır. Verilerin analizi bağımlı (ilişkili) gruplar t-testi ile yapılmıştır. Araştırmanın bulgularına dayalı olarak, 6-Sigma yönteminin ısı ve sıcaklık kavramlarının öğretiminde, bu kavramlar arasındaki kavram yanlışlarının ve kargaşasının ortadan kaldırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 6-Sigma yöntemi, TÖAİK, ısı ve sıcaklık.

### TEACHING OF ‘HEAT AND TEMPERATURE’ WITH 6-SIGMA METHOD

#### Abstract

Students have difficulty in understanding science subjects and concepts, especially in science courses. One of these topics and concepts is heat and temperature. The aim of this research is to teach ‘heat and temperature’, which is among the 5th grade topics, by 6-Sigma method. The research was carried out in a school affiliated to the district of Göynücek in Amasya in the academic year of 2017-2018. The participants of the study consist of 16 students in 5th grade. Heat and Temperature Success Test and Heat and Temperature Concept Achievement Test were used as data collection tools. In this study, pre-experimental design model with one group pre-test and post-test was used. Data were analyzed by t-test for dependent (related) groups using SPSS 21 packet program. Based on findings from the research, it has been concluded that the 6-Sigma method is effective in removing the misconceptions and confusion between these concepts in the teaching of heat and temperature concepts.

**Keywords:** 6-Sigma Method, DMAIC, heat and temperature.

### 1. Giriş

Fen bilimlerindeki konu ve kavramlar günlük yaşamda, okulda ya da okul dışında sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Fen eğitimi alanında öğrenim gören öğrencilerin zihinlerindeki temel fen

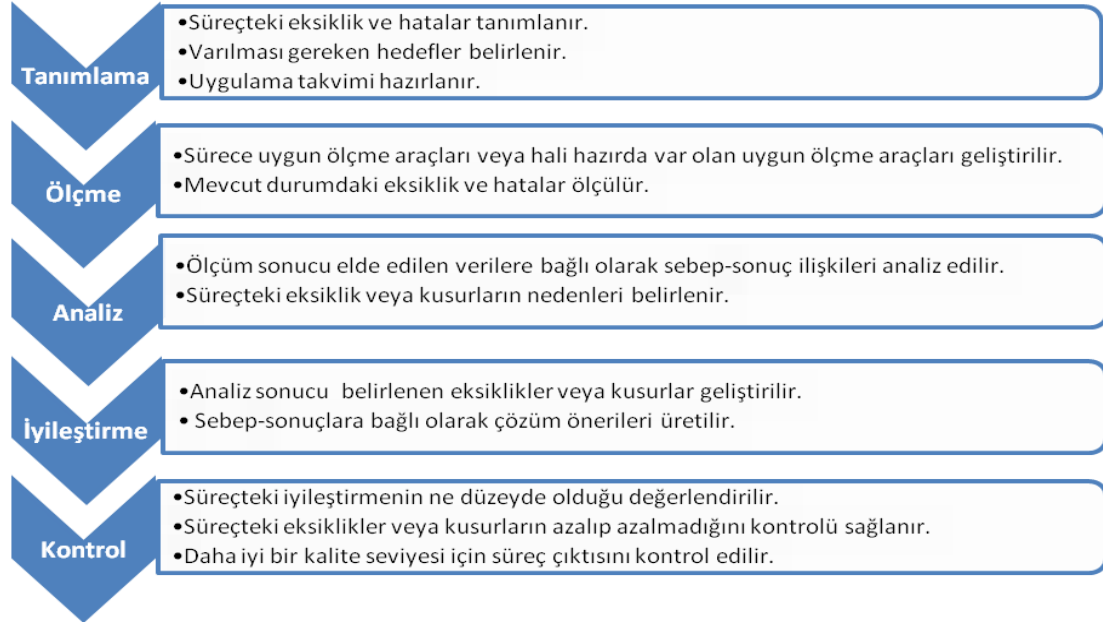
\* Bu çalışmanın bir kısmı, 18-22 Nisan 2018 tarihleri arasında düzenlenen 27<sup>th</sup> International Conference on Educational Sciences’de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

kavramlarını doğru bir şekilde yapılandırmak gelecekte bu kavramların öğretiminde meydana gelebilecek aksaklıkları ortadan kaldırmak için önemlidir. Fen öğretiminde öğrenciler bazı fizik konu ve kavramlarını anlamada güçlük çekmektedirler (Sontay ve Karamustafaoğlu, 2018). Bu konu ve kavramlardan birisi de ısı ve sıcaklıktır. Hayattaki olayları anlamamızı sağlayan ısı ve sıcaklık kavramları günlük yaşamda veya informal öğrenme ortamlarında çok sık karşılaşılan kavramlardır. Madu ve Orji (2015:2) çalışmasında, günlük yaşamda ısı ve sıcaklık kavramlarının tam anlamıyla öğrenilmeden sıklıkla kullanılmasının değiştirilmesi zor olan bir kavram kargaşası ya da yanılgısına sebep olduğunu ifade etmiştir.

Konuyla ilgili literatür incelendiğinde, farklı sınıf seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamada ve aralarındaki farkı ayırt etmekte zorlandıkları belirlenmiştir (Schönborn, Haglund ve Xie, 2014: 118). Araştırmacılar, ortaokul seviyesindeki öğrencilerin (Bayram, 2010:75; Saraç, 2015; Saraç, 2017:3; Sarı Ay ve Aydoğdu, 2015:100; Schönborn, Haglund ve Xie, 2014:118), lise seviyesindeki öğrencilerin (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003:120; Harrison, Grayson ve Treagust, 1999:57; Yeo ve Zadnik, 2001:498; Yeşilyurt, 2006:3) ve üniversite seviyesindeki öğrencilerin (Alwan, 2011:603; Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003:119; Damalı, 2011:46; Luera, Otto ve Zitzewitz, 2005:4; Madu ve Orji, 2015:2; Yavuz ve Büyükeksi, 2011:26) ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırdıkları ve bu kavramları tam öğrenemediklerini belirtmişlerdir. Bu araştırmalardan da anlaşılacağı üzere ısı ve sıcaklık konusu ortaokul düzeyinden üniversite düzeyine kadar birçok seviyede öğrenim gören öğrencilerin öğrenmekte zorluk çektiği konudur. Dolayısıyla, ısı ve sıcaklık kavramlarının erken yaşlarda öğrencilere doğru yöntemlerle öğretilmesi, öğrencilerin bu kavramlar ile ilgili konularda ilerleyen yıllarda zorluk yaşamaması yönüyle önemlidir.

Fen bilimleri alanında gerçekleştirilen geleneksel öğretimin fen kavramlarını doğru bir şekilde öğretmekte eksik kaldığı belirtilmektedir (Karamustafaoğlu, Özmen ve Ayvaci, 2004; Sarı Ay ve Aydoğdu, 2015:2). Dolayısıyla fen öğretiminde doğru yöntem ve teknikleri kullanmak öğrenmenin gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Literatür incelendiğinde, imalat (Antony, Gijo, Kumar ve Ghadge, 2016:1140), finans (Kukreja, Ricks ve Meyer, 2009:11) ve hizmet (Babajide ve Moore, 2015:3) sektörleri gibi farklı alanlarda ortaya konulduğu belirtilen, süreçteki eksikliklerin ortadan kaldırılması konusunda etkili olan, verimliliği ve kaliteyi amaçlayan bir yöntem olan 6-Sigma yönteminin eğitim alanındaki uygulamaları henüz yenidir. 6-Sigma yönteminin eğitimde kullanılması ile eğitim sürecinde meydana gelen eksikliklerin, hataların veya bazı problemlerin ortadan kaldırılması mümkün olabilir (Mohmand, 2016:489). 6-Sigma yönteminin uygulama aşamaları 5'e ayrılmaktadır. Yurt dışı çalışmalar incelendiğinde bu aşamalar, DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-

Control) olarak isimlendirilirken, yurt içi çalışmalarda ise bu aşamalar TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) olarak yer almaktadır. TÖAİK yol haritası Şekil 1'deki gibidir (Sontay ve Karamustafaoğlu, 2017:14).



**Şekil 1.** Altı Sigma'da TÖAİK Süreci

Fen bilimleri eğitiminde ısı ve sıcaklık konusundaki kavramların erken yaşlardan itibaren öğrencilere doğru yöntemlerle kazandırılması ilerleyen yıllarda öğrencilerin bu konu ve kavramlar hakkındaki öğrenme güçlüklerini ortadan kaldırabilir. Dolayısıyla, bu çalışma sayesinde 2017 fen bilimleri öğretim programında yer alan, 5. sınıfın 4. ünitesine ait “ısı ve sıcaklık” konusu ile ilgili 6-Sigma yönteminin aşamalarına uygun şekilde hazırlanan ders etkinliği sayesinde öğrencilerin konu hakkındaki eksikliklerinin giderilmesi sağlanacaktır.

### 1.1. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın temel problemini “ortaokul 5. sınıf 4. ünite *Isı ve Sıcaklık* konusunun öğretiminde 6-Sigma yönteminin kullanılması öğrencilerin başarısında etkili midir?” cümlesi oluşturmaktadır. Bu probleme çözüm oluşturmak için; aşağıda verilen alt problemlere cevap aranmıştır.

- Deney grubu öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık Başarı Testi” ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?
- Deney grubu öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi” ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, 5. sınıfın 4. ünitesinde yer alan, ‘Isı ve Sıcaklık’ konusunun öğretiminin 6-Sigma yöntemi ile iyileştirilmesini gerçekleştirmek amaçlanmıştır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Araştırmanın modeli

Bu çalışmada deneme öncesi tek grup öntest-sontest modelinden yararlanılmıştır (Christensen, Johnson ve Turner, 2014: 220; Karasar, 2012:97). Bu modelde tek bir deney grubu bulunmaktadır. Bu gruba ders etkinliği yapılmadan önce ön test ( $O_{1,1}$ ) ve 6-Sigma yöntemi uygulaması kapsamında gerçekleştirilen ders etkinliği yapıldıktan sonra ise son test ( $O_{1,2}$ ) uygulanır. Her iki uygulamada aynı ölçme aracından yararlanır (Özmen, 2016:56). Desenin şematik görünümü Tablo 1’deki gibidir.

**Tablo 1.** Araştırma Modeli Şematik Gösterim

Grup	Ön-test	Uygulama	Son-test
$G_1$	$O_{1,1}$	X	$O_{1,2}$

$G_1$ : Araştırma Grubu

$O_{1,1}$ : Ön-test (Uygulama Öncesi) X: Uygulama  $O_{1,2}$ : Son-test (Uygulama Sonrası)

### 2.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını 2017-2018 eğitim öğretim döneminde Amasya’nın Göynücek ilçesine bağlı bir ortaokulda öğrenim gören 9 erkek, 7 kız olmak üzere toplam 16 beşinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

### 2.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama araçları olarak öğrencilerin kavram yanlışlarının tespit edilmesi için Sarı Ay ve Aydoğdu’nun (2015) ortaokul öğrencileri için geliştirmiş oldukları üç aşamalı (three-tier) “Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi” ve Altınok’un (2011) ortaokul öğrencilerin için geliştirmiş oldukları “Isı ve Sıcaklık Başarı Testi” kullanılmıştır.

Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili olası kavram yanlışlarını içeren 4 seçenekli çoktan seçmeli sorular yer almaktadır. İkinci aşamada öğrencilerin ilk soruya hangi gerekçelerle cevap verdiklerini açıklayan açık uçlu bölüm ve son aşamada ise ilk aşama ve ikinci aşamada öğrencilerin verdikleri cevaplara ne derece emin olma durumunu belirten 3 seçenekli kendine güven aşaması bulunmaktadır. Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi 20 sorudan oluşmaktadır. Testte toplam 7 adet kavram yanlışlığı (KY) yer almaktadır. Kavram yanlışlıkları aşağıda listelenmiştir.

1. Isı her yöne sürekli akabilir. (KY-1)
2. Farklı sıcaklıklardaki iki sıvı karıştığında oluşan karışımın sıcaklığı karışan iki sıvının sıcaklıkları toplamına eşittir. (KY-2)
3. Bir cismin kütlesi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır. (KY-3)
4. Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler. (KY-4)
5. Bir maddeden başka bir maddeye sıcaklık akar. (KY-5)
6. Sıcaklık cismin büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik gösterir. (KY-6)
7. Isı ve sıcaklık kavramları aynı kavramlardır ve birbirleri yerine kullanılabilirler. (KY-7)

Testin geçerliliği ve güvenilirliği Sarı Ay ve Aydoğdu (2015:102) tarafından sağlanmıştır. Bu test ortaokul 8. sınıflar için hazırlanmıştır. Ancak 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nın güncellenmesi ile 8. sınıflardaki ısı ve sıcaklık konusu 5. sınıfların müfredatı kapsamına alınmıştır. Bu açıdan uygulanan testin 5. sınıflar için uygun olduğunun emin olunması için fen bilimleri alanında uzman 2 öğretim üyesi ve 3 ortaokul fen bilimleri öğretmenine uzman görüşü için başvurulmuştur. Uzman görüşü neticesinde kapsam geçerliliği sağlanan Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nin 5. sınıflar için uygun olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır. Ayrıca, bu veri toplama aracının güvenilirliğinin sağlanması için 112 beşinci sınıf öğrencisine pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nin KR-20 iç tutarlılık katsayısı değeri 0,729 olarak belirlenmiştir. Pilot uygulama sonrası testin ortalaması 10,03 olarak tespit edilirken, testin standart sapması 3,88 olarak bulunmuştur.

Çoktan seçmeli Isı ve Sıcaklık Başarı Testi 4 seçenekli olup 21 soru yer almaktadır. Testin geçerliliği ve güvenilirliği Altınok (2011:36) tarafından sağlanmıştır. Bu ölçme aracı 5. sınıflar için hazırlanmıştır.

#### **2.4. Verilerin Analizi**

Verilerin analizi için SPSS 21 paket programından yararlanılmıştır. Verilerin analizi için öncelikle bağımlı (ilişkili) gruplar t-testinin uygulanabilirliği test edilmiştir. Bağımlı gruplar t-testinin uygulanabilmesi için ilişkili iki ölçüm veri setinin fark puanlarının normal dağılım göstermesi gerekmektedir (Büyüköztürk, 2011:67). Normal dağılım analizi için Shapiro-Wilk testi ile çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiştir. Shapiro ve Wilk (1965)'e göre, araştırmaya katılan örneklem sayısının 35'ten az olması durumunda Shapiro-Wilk testinin kullanılması uygundur (Demir, Saatçioğlu ve İmrol, 2016:134).

Isı ve Sıcaklık Başarı Testi'nin normallik analizi için yapılan Shapiro-Wilk testi sonucunda hesaplanan p anlamlılık değeri ,532 olarak belirlenmiştir. Bu anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olması, verilerin normal dağılım gösterdiğini kanıtlamaktadır (Mertler ve

Vannatta, 2005:318). Ayrıca, çarpıklık (skewness) değerinin ,157 ve basıklık (kurtosis) değerinin ise 0,150 olduğu yapılan analizler sonucu tespit edilmiştir. Tabachnick ve Fidell'e (2013:79) göre çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin +1 ve -1 arasında 0'a yakın olması, verilerin normal dağılım gösterdiğine kanıt olarak gösterilebilir. Bu bağlamda gerçekleştirilen analizler neticesinde "Isı ve Sıcaklık Başarı Testi" verilerinin normal dağıldığı ve verilerin analizinde parametrik testlerin uygulanabilmesi için ön koşulun sağlandığı görülmüştür.

Üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nin normallik analizi için yapılan Shapiro-Wilk testi sonucunda hesaplanan p anlamlılık değeri ,639 olarak belirlenmiştir. Bu anlamlılık değerinin ,05'ten büyük olması, verilerin normal dağılım gösterdiğini kanıtlamaktadır (Mertler ve Vannatta, 2005:318). Ayrıca, çarpıklık (skewness) değerinin -,780 ve basıklık (kurtosis) değerinin ise -,440 olduğu yapılan analizler sonucu tespit edilmiştir. Tabachnick ve Fidell'e (2013:79) göre çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin +1 ve -1 arasında 0'a yakın olması, verilerin normal dağılım gösterdiğine kanıt olarak gösterilebilir. Bu bağlamda gerçekleştirilen analizler neticesinde "Isı ve Sıcaklık Kavram Testi" verilerinin normal dağıldığı ve verilerin analizinde parametrik testlerin uygulanabilmesi için ön koşulun sağlandığı görülmüştür.

Normallik dağılımı analizi sonrası ön test ve son test puanlarının farklılık gösterip göstermediğinin tespiti için bağımlı gruplar t-testi (paired t-test) uygulanmıştır. Çoktan seçmeli Isı ve Sıcaklık Başarı Testi'nin analizinde doğru cevaplara 1 puan, boş ya da yanlış cevaplara 0 puan verilmiştir. 3 aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nin analizinde ise Sarı Ay ve Aydoğdu'nun (2015:102) araştırmalarında belirttiği gibi, birinci aşamaya doğru cevap verme, ikinci aşamaya doğru gerekçe yazma ve son olarak da üçüncü aşamaya "bilerek yapma" seçeneğini işaretleyenlere 1 puan, bunlardan birisi eksik ya da boş ise 0 puan olarak analiz edilmiştir.

## 2.5. Etkinlik Uygulama Süreci

Etkinlik 6-Sigma yönteminin 5 aşamasına göre tasarlanmıştır. Bunlar; *tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontroldür*. Veri toplama süreci bu aşamalar uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

**Ders:** Fen Bilimleri

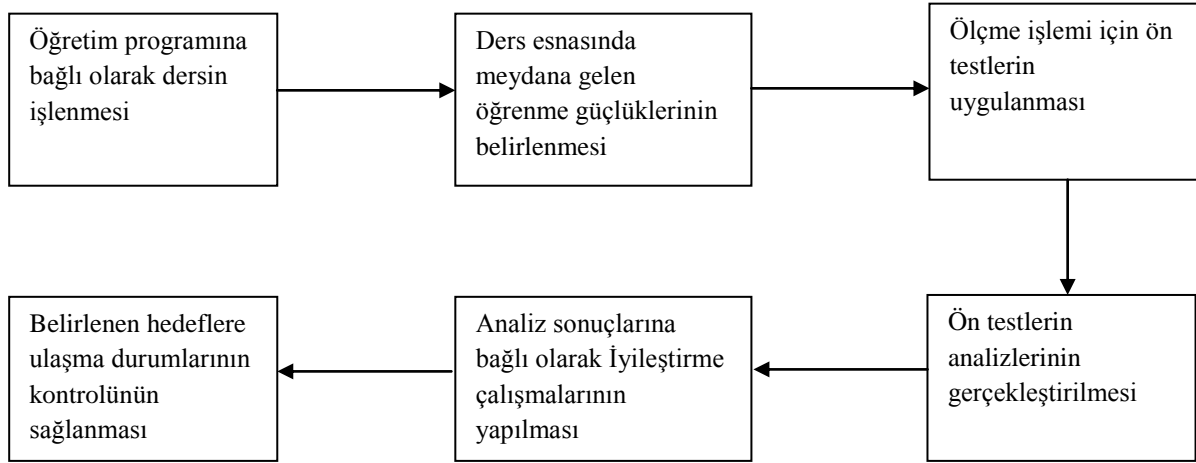
**Sınıf:** 5. Sınıf

**Konu:** Isı ve Sıcaklık

**Önerilen Süre:** 7 Ders Saati

**Tanımlama:** Bu aşama konu ile ilgili genel hedeflerin ve genel çerçevenin belirlendiği aşamadır. Genel hedefler, ısı ve sıcaklık konusu hakkındaki öğrencilerde meydana gelen kavram yanlışlarının giderilmesi ve ısı ve sıcaklık kavramlarının arasındaki farkların öğrenciler tarafından ayırt edilmesidir. Bu amaçla, ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili Fen Bilimleri Öğretim Programı'ndaki 5. sınıf 4. üniteye yer alan 2 kazanım ele alınmıştır. Bunlar, "ısı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar" ve "sıcaklığı farklı olan sıvıların karıştırılması sonucu ısı alışverişi olduğuna yönelik deneyler yaparak sonuçlarını yorumlardır" olarak belirlenmiştir. Öğretim programına göre önerilen süre 7 ders saatidir. Bu aşamada öncelikle konu hakkında anahtar kavramlar ile ilgili öğrencilerin ön bilgileri yoklanır. Daha sonra ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili mevcut öğretim programına göre ders işlenir. Yürürlükte olan ortaokul fen bilimleri 5. sınıf ders kitabındaki "Sıcak Çayla Soğuk Çayı Karıştıralım" ve "Hangisi Daha Çabuk Erir?" deneyleri öğrencilerle birlikte yapılır. Deney sırasında öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kısımlar öğretmen tarafından not edilir. Ders esnasında öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusu hakkında sahip oldukları bilgi, beceri ve davranışlar öğretmen tarafından gözlemlenir.

Isı ve sıcaklık konusunun 6-Sigma yöntemi kapsamındaki öğretimi iyileştirme aşamaları süreci Şekil 2'deki diyagramda özetlenmiştir.



**Şekil 2.** Isı ve Sıcaklık Konusunun 6-Sigma Yöntemi İle Öğretimi İyileştirme Süreci

**Ölçme:** Mevcut öğretim programına göre ısı ve sıcaklık konusu işlendikten sonra, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili bilgileri ölçülür. Buna bağlı olarak bu aşamada, ısı ve sıcaklık kavramlarının öğretiminde yaşanan sorunlar ve güçlükler belirlenir. Bu amaçla "Isı ve Sıcaklık Başarı Ön Testi" ve 3 aşamalı (three-tier) "Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Ön Testi" uygulanır.

Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nde yer alan kavram yanılgıları Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2.** Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi Kavram Yanılgıları

Kod	Soru Numarası	Kavram Yanılgısı
KY-4	1	Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler.
KY-7	2	Isı ve sıcaklık kavramları aynı kavramlardır ve birbirleri yerine kullanılabilirler.
KY-5	3	Bir maddeden başka bir maddeye sıcaklık akar.
KY-1		Isı her yöne sürekli akabilir.
KY-6	4	Sıcaklık cismin büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik gösterir.
KY-6	5	Sıcaklık cismin büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik gösterir.
KY-3	6	Bir cismin kütlesi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır.
KY-1	7	Isı her yöne sürekli akabilir.
KY-7	8	Isı ve sıcaklık kavramları aynı kavramlardır ve birbirleri yerine kullanılabilirler.
KY-5	9	Bir maddeden başka bir maddeye sıcaklık akar.
KY-4	10	Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler.
KY-4	11	Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler.
KY-4	12	Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler.
KY-3	13	Bir cismin kütlesi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır.
KY-4	14	Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler.
KY-3	15	Bir cismin kütlesi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır.
KY-2	16	Farklı sıcaklıklardaki iki sıvı karıştığında oluşan karışımın sıcaklığı karışan iki sıvının sıcaklıkları toplamına eşittir.
KY-2	17	Farklı sıcaklıklardaki iki sıvı karıştığında oluşan karışımın sıcaklığı karışan iki sıvının sıcaklıkları toplamına eşittir.
KY-1	18	Isı her yöne sürekli akabilir.
KY-1	19	Isı her yöne sürekli akabilir.
KY-4	20	Cismin yapıldığı madde sıcaklığı etkiler.

**Analiz:** Ölçme işlemi gerçekleştirildikten sonra veriler uygun istatistik yöntemleri ile analiz edilir. Isı ve Sıcaklık Başarı Ön Testi ve 3 aşamalı (three-tier) Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Ön Testi'nin analizi SPSS 21 paket programı ile gerçekleştirilir. Üç aşamalı testin analizi ile öğrencilerin konu hakkında sahip oldukları kavram yanılgıları tespit edilir.

3 aşamalı (three-tier) Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Ön Testi'nin analizi sonucu öğrencilerin ısı her yöne sürekli akabilir (KY-1), bir cismin kütlesi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır (KY-3) ve ısı ve sıcaklık kavramları aynı kavramlardır ve birbirleri yerine kullanılabilirler (KY-7) kavram yanılgılarına sahip sorularda öğrencilerin düşük puan aldıkları belirlenmiştir. Sarı Ay ve Aydoğdu'nun (2015:103) Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'ndeki üç aşamaya da doğru cevaplayan her bir soruyu 1 puan olarak değerlendirmeye almıştır. Bu aşamalardan birine ya da birkaçına istenmeyen cevap verildiğinde bu soruyu 0 puan olarak değerlendirmeye almışlardır. Ayrıca, 0-6 puan arasını *düşük* düzey, 7-13 puan arasını *orta* düzey, 14-20 puan arasını ise *yüksek* düzey olarak belirtmiştir. 3 aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Ön Testi'nin analiz sonuçlarına göre KY-1, KY-3 ve KY-7 numaralı



kavram yanlışlarına sahip soruların düşük düzey olarak tespit edilmesi durumu, öğrencilerin bu kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Daha sonra belirtilen bu kavram yanlışlarına yönelik iyileştirme çalışmaları yapılır.

**İyileştirme:** Analiz sonucu öğrencilerin öğrenmede güçlük yaşadıkları ya da eksik öğrendikleri bölümler için iyileştirme çalışmaları yapılır. Öğrencilerin hangi kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemek için Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Ön Testi'nin analizi sonuçlarından yararlanılır. Bu sonuçlara göre, öğrencilerin "ısı her yöne sürekli akabilir", "bir cismin kütlesi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır" ve "ısı ve sıcaklık kavramları aynı kavramlardır ve birbirleri yerine kullanılabilir" kavram yanlışlarına yönelik iyileştirme çalışmaları hazırlanır.

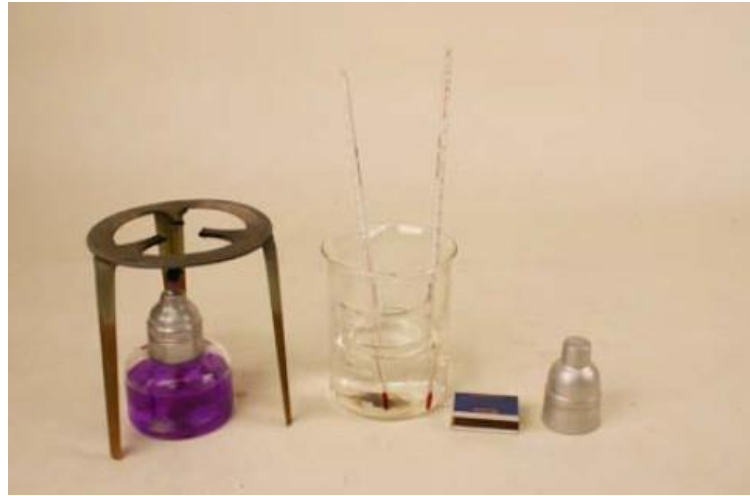
Öncelikle "ısı her yöne sürekli akabilir" kavram yanlışının ortadan kaldırılması için Deney 1 gerçekleştirilir.

*Deney no:* 1

*Deneyin adı:* Isının akış yönü

*Deneyin amacı:* Isının akış yönünün sıcaktan soğuğa doğru olduğunu belirlemek.

*Malzemeler:* 2 adet beherglas (250 ml ve 800 ml), 2 adet termometre, 1 adet ispirto ocağı, 1 adet sacayağı ve 1 adet kibrit (Resim 1)



**Resim 1.** Isının Akış Yönü Deney Malzemeleri

*Deneyin yapılışı:*

- 1- Beherglasların ikisine de eşit miktarda su koyunuz.
- 2- 250 ml'lik beherglastaki suyu ispirto ocağında ısıtınız. (Yaklaşık 70-80 °C'ye kadar ısıtabilirsiniz.)
- 3- Daha sonra her iki beherglastaki sıcak ve soğuk suların sıcaklıklarını termometre ile aynı anda ölçünüz.

4- İçinde sıcak su bulunan beherglası, içinde soğuk su bulunan beherglasın içine yerleştiriniz.

5- Her iki beherglasın içine birer termometre koyarak sıcaklık değişimlerini gözlemleyiniz.

6- Beherglaslardaki suların sıcaklığı eşit oluncaya kadar gözleminize devam ediniz.

7- Gözlem sonuçlarınızı tartışınız.

Diğer bir iyileştirme etkinliği ise “bir cismin hacmi büyükse sıcaklık artışı da daha fazladır” kavram yanılığını ortadan kaldırmak için Deney 2 düzeneği kurulur.

*Deney no:* 2

*Deneyin adı:* Maddenin kütlesinin sıcaklığa etkisi

*Deneyin amacı:* Maddenin kütlesinin büyük olanının sıcaklık artışının daha az olduğunu göstermek.

*Malzemeler:* 2 adet 800 ml beherglas, 2 adet termometre, 2 adet ispirto ocağı, 2 adet sacayağı, 2 adet ispirto ocağı teli, kronometre ve kibrit (Resim 2)



**Resim 2.** Maddenin Kütlesinin Sıcaklığa Etkisi Deney Malzemeleri

*Deneyin yapılışı:*

1- Beherglasların birisine yaklaşık 600 ml su, diğerine ise 300 ml su koyunuz.

2- Kronometreyi hazırlayınız.

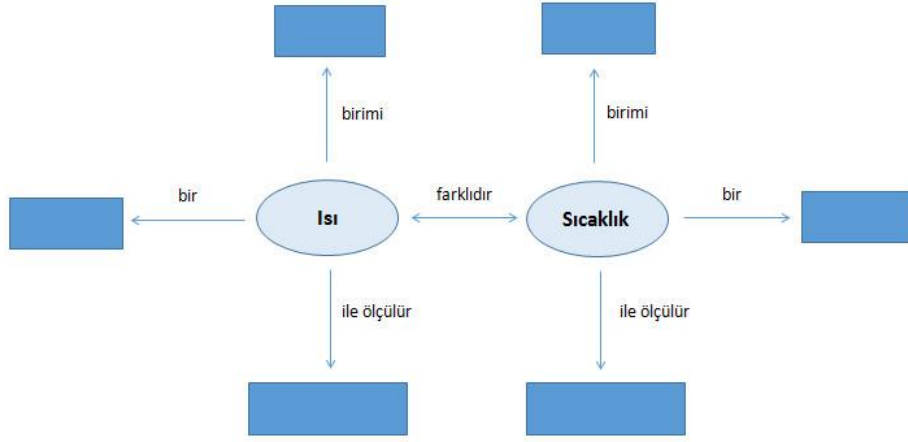
3- Daha sonra her iki beherglasın altındaki ispirto ocaklarını kibrit ile aynı anda yakınız ve kronometreyi başlatınız.

4- Beherglasların içerisindeki termometrelerdeki sıcaklık değerlerini gözlemleyiniz.

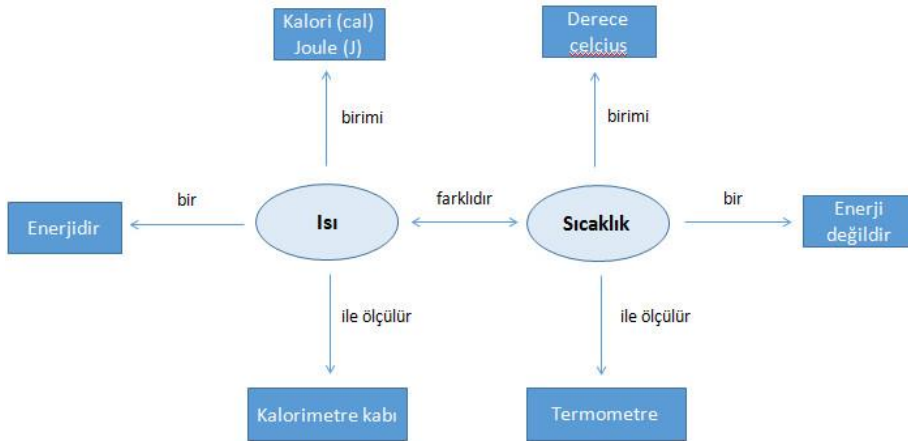
5- Gözlem sonuçlarınızı tartışınız.

Deney boyunca gözlem yapılarak öğrenciler üzerinde gözlenen değişimler öğretmen tarafından not edilir.

“Isı ve sıcaklık kavramları aynı kavramlardır ve birbirleri yerine kullanılabilir” kavram yanlışlığını ortadan kaldırmak için *Isı ve Sıcaklık* kavramları ile ilgili bir kavram haritası uygulanır (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Boş Bir Kavram Haritası Çalışması



Şekil 4. Doldurulmuş Bir Kavram Haritası Çalışması

Kavram haritasının öğrenciler tarafından doldurulması ve kavramlar arasındaki ilişkilerin öğrenilme durumları öğretmen tarafından kontrol edilir. Ayrıca, ısı ve sıcaklık ile ilgili çalışma kâğıdı, animasyon ve videolarla da daha fazla iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilebilir.

**Kontrol:** Bu aşamada konu hakkındaki eksikliklerin giderilip giderilmediğinin kontrolü sağlanır. Bu amaçla, “Isı ve Sıcaklık Başarı Son Testi” ve “Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Son Testi” uygulanır. Ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki anlamlı farkların olup olmadığı tespit edilir. Genel bir değerlendirme yapılır.

### 3. Bulgular

Bu bölümde 6-Sigma yöntemi aşamalarında uygulanmış olan “Isı ve Sıcaklık Başarı Testi” ve üç aşamalı (three-tier) “Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi”nin analizlerine ait bulgular yer almaktadır.

#### 3.1. Isı ve Sıcaklık Başarı Testi’ne Ait Bulgular

Bu kısımda Isı ve Sıcaklık Başarı Testi’nin uygulama öncesi ve sonrası test puanları, ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait betimsel istatistik ve ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları ile ilgili bulgular yer almaktadır.

Öğrencilerin cevaplarından oluşan ön-test, son-test ve fark puanları Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Isı ve Sıcaklık Başarı Testi Ön-Test, Son-Test ve Fark Puanları

Öğrenci Sıra No	Ön-test Puan	Son-test Puan	Fark
1	12,00	14,00	2,00
2	3,00	5,00	2,00
3	9,00	7,00	-2,00
4	9,00	17,00	8,00
5	11,00	11,00	,00
6	12,00	14,00	2,00
7	6,00	12,00	6,00
8	7,00	9,00	2,00
9	7,00	11,00	4,00
10	5,00	9,00	4,00
11	4,00	10,00	6,00
12	11,00	14,00	3,00
13	9,00	13,00	4,00
14	5,00	7,00	2,00
15	4,00	6,00	2,00
16	7,00	6,00	-1,00

Tablo 3 incelendiğinde, Isı ve Sıcaklık Başarı Testi’ne verilen cevaplara göre son-test lehine farkın en fazla 8 puan olduğu, ön-test lehine farkın ise en fazla 2 puan olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara göre yapılan ön-test ve son-test istatistik değerleri Tablo 4’te yer almaktadır.

**Tablo 4.** Isı ve Sıcaklık Başarı Testi Ön-Test ve Son-Test Ortalama Puanlarına Ait Betimsel İstatistik

Ölçüm	Ortalama	N	Standart Sapma	Standart Hata
Ön-test	7,56	16	2,965	0,741
Son-test	10,31	16	3,534	0,883

Tablo 4 incelendiğinde, öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Başarı Testi’ne vermiş oldukları cevapların betimsel istatistik değerleri görülmektedir. Buna göre öğrencilerin son-test puanlarının ön-test puanlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının tespiti için Tablo 5’te bağımlı gruplar t-testi analizi yapılmıştır.

**Tablo 5.** Isı ve Sıcaklık Başarı Testi Ön-Test ve Son-Test Ortalama Puanlarına Ait Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları

İlişki	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	t değeri	Serbestlik Derecesi	p (Anlamlılık)
Ön-test- Son-test	-2,75	2,594	0,648	-4,239	15	0,001*

\* $p < ,05$

Tablo 5 incelendiğinde, öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Başarı Testi ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık belirlenmiştir ( $p < ,05$ ). Bu farklılık son-test puan ortalamaları lehinedir.

### 3.2. Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'ne Ait Bulgular

Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili çoktan seçmeli sorular yer almaktadır. İkinci aşamada öğrencilerin ilk soruya hangi gerekçelerle cevap verdiklerini açıklayan açık uçlu bölüm ve son aşamada ise ilk aşama ve ikinci aşamada verdikleri cevaplara ne derece emin olma durumunu belirten 3 seçenekli kendine güven aşaması bulunmaktadır.

Bu kısımda, üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nin uygulama öncesi ve sonrası test puanları, ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait betimsel istatistik ve ön-test ve son-test ortalama puanlarına ait bağımlı gruplar t-testi sonuçları ile ilgili bulgular yer almaktadır.

Öğrencilerin cevaplarından oluşan ön-test, son-test ve fark puanları Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6.** Öğrencilere Göre Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi Ön-Test, Son-Test ve Fark Puanları

Öğrenci Sıra No	Ön-test Puan	Son-test Puan	Fark
1	15,00	16,00	1,00
2	7,00	11,00	4,00
3	10,00	14,00	2,00
4	12,00	14,00	2,00
5	5,00	7,00	2,00
6	10,00	11,00	1,00
7	11,00	14,00	3,00
8	8,00	11,00	2,00
9	12,00	12,00	0,00
10	9,00	11,00	2,00
11	11,00	13,00	1,00
12	13,00	15,00	2,00
13	14,00	15,00	1,00
14	11,00	14,00	3,00
15	9,00	11,00	2,00
16	8,00	13,00	5,00

Tablo 6'da öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'ne vermiş oldukları cevaplara göre son-test lehine farkın en fazla 5 puan olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara göre yapılan ön-test ve son-test istatistik değerleri Tablo 7’de yer almaktadır.

**Tablo 7.** Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi Ön-Test ve Son-Test Ortalama Puanlarına Ait Betimsel İstatistik

Ölçüm	Ortalama	N	Standart Sapma	Standart Hata
Ön-test	10,31	16	2,625	0,656
Son-test	12,62	16	2,247	0,561

Tablo 7 incelendiğinde, öğrencilerin 3 aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi’ne vermiş oldukları cevapların betimsel istatistik değerleri görülmektedir. Buna göre öğrencilerin son-test puanlarının ön-test puanlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının tespiti için Tablo 8’de bağımlı gruplar t-testi analizi yapılmıştır.

**Tablo 8.** Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi Ön-Test ve Son-Test Ortalama Puanlarına Ait Bağımlı Gruplar t-Testi Sonuçları

İlişki	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	t değeri	Serbestlik Derecesi	p (Anlamlılık)
Ön-test-Son-test	-2,31	1,302	0,325	-7,103	15	0,000*

\* $p < ,05$

Tablo 8 incelendiğinde, öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi ön-test ve son-test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık belirlenmiştir ( $p < ,05$ ). Bu farklılık son-test puan ortalamaları lehinedir.

Üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi sorularına ait her bir aşamaya ilişkin öğrencilerin soruları doğru cevaplama oranları ve kavram yanılgılarındaki (KY) değişimleri Tablo 9’da sunulmuştur.

**Tablo 9.** Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi Sorularına Ait Üç Aşamaya İlişkin Doğru Cevaplama Oranları ve Kavram Yanılgılarındaki (KY) Değişimleri

Soru No	Ön-test						Son-test						3. Aşama Ön-test ve Son-test (KY) Değişimleri
	1. aşama (N:16)		2. aşama (N:16)		3. aşama (N:16)		1. aşama (N:16)		2. aşama (N:16)		3. aşama (N:16)		
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
1	15	93,8	14	87,5	13	81,3	15	93,8	15	93,8	15	93,8	Azalma
2	9	56,3	7	43,8	5	31,3	13	81,3	13	81,3	9	56,3	Azalma
3	13	81,3	12	75	11	68,8	13	81,3	11	68,8	11	68,8	Sabit
4	11	68,8	11	68,8	10	62,5	12	75	12	75	11	68,8	Azalma
5	8	50	7	43,8	6	37,5	11	68,8	10	62,5	9	56,3	Azalma
6	9	56,3	6	37,5	5	31,5	13	81,3	10	62,5	8	50	Azalma
7	7	43,8	5	31,3	4	25	9	56,3	8	50	7	43,8	Azalma
8	8	50	6	37,5	6	37,5	11	68,8	9	56,3	8	50	Azalma
9	11	68,8	11	68,8	10	62,5	13	81,3	12	75	12	75	Azalma

<b>10</b>	12	75	11	68,8	11	68,8	14	87,5	13	81,3	11	68,8	<b>Sabit</b>
<b>11</b>	12	75	10	62,5	9	56,3	12	75	9	56,3	8	50	<b>Artma</b>
<b>12</b>	14	87,5	13	81,3	13	81,3	14	87,5	14	87,5	13	81,3	<b>Sabit</b>
<b>13</b>	8	50	6	37,5	5	31,5	11	68,8	10	62,5	9	56,3	<b>Azalma</b>
<b>14</b>	14	87,5	13	81,3	13	81,3	15	93,8	15	93,8	14	87,5	<b>Azalma</b>
<b>15</b>	8	50	6	37,5	4	25	11	68,8	9	56,3	8	50	<b>Azalma</b>
<b>16</b>	12	75	11	68,8	10	62,5	12	75	10	62,5	8	50	<b>Artma</b>
<b>17</b>	12	75	10	62,5	10	62,5	14	87,5	13	81,3	12	75	<b>Azalma</b>
<b>18</b>	9	56,3	7	43,8	5	31,5	12	75	11	68,8	9	56,3	<b>Azalma</b>
<b>19</b>	10	62,5	8	50	6	37,5	11	68,8	8	50	9	56,3	<b>Azalma</b>
<b>20</b>	11	68,8	9	56,3	9	56,3	13	81,3	12	75	11	68,8	<b>Azalma</b>

Tablo 9 incelendiğinde, üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi'nin uygulama öncesi ve sonrası her bir soruya ilişkin doğru cevap sayıları ve yüzleri görülmektedir. Tablo 5'te genel olarak öğrencilerin sorulara doğru cevap verme oranları 1. aşamadan 3. aşamaya doğru azalmaktadır. 6-Sigma uygulaması sonrası öğrencilerin her bir soruya ilişkin kavram yanılgılarındaki değişime göre, 15 soruda kavram yanılgılarında azalma olduğu, 3 soruda kavram yanılgısında değişiklik olmadığı, 2 soruda ise kavram yanılgılarında artma olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde 6-Sigma yönteminin etkililiği ile ilgili elde edilen bulgulara yönelik literatür destekli tartışmalar ve buna bağlı olarak varılan sonuçlar yer almaktadır.

6-Sigma yönteminin *ölçme* basamağında uygulanan Isı ve Sıcaklık Başarı Ön Testi ile 6-Sigma yönteminin *kontrol* basamağında uygulanan Isı ve Sıcaklık Başarı Son Testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Bunun için bağımlı gruplar t-testi uygulanmıştır. Buna göre, 6-Sigma yönteminin Isı ve Sıcaklık Başarı Testi puanlarında son test lehine anlamlı derecede farklılık meydana gelmiştir. Sontay ve Karamustafaoğlu'nun (2017:17) fen bilimleri öğretmenleri ile yaptıkları araştırmada, 6-Sigma yönteminin ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde uygulanabilir bir yöntem olabileceği ve bu konu ile ilgili soyut kavramların öğrenilmesinde etkili olabileceğini belirtmeleri bu araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir. İlgili literatürde beşinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramların öğretiminde farklı yöntemlere rastlamak mümkündür. Saraç (2015), 92 beşinci sınıf öğrencileri ile hazırladığı madde ve değişim konusu ile ilgili doktora tezinde 7E modeline uygun şekilde dersin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde, Altınok (2011:47), 35 beşinci sınıf öğrencisi ile yaptığı araştırmada, laboratuvar yönteminin ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde anlatım yöntemine göre daha etkili olduğunu belirlemiştir.

6-Sigma yönteminin *ölçme* basamağında uygulanan üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram

Başarı Ön Testi ile 6-Sigma yönteminin *kontrol* basamağında uygulanan üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Son Testi puanları incelendiğinde 20 sorudan 15 soruda kavram yanlışlarında azalma olduğu, 3 soruda kavram yanlışında değişiklik olmadığı, 2 soruda ise kavram yanlışlarında artma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Ön Testi ile üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Son Testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Farklılığın hangi grup lehine olduğunun belirlenmesi için bağımlı gruplar t-testi uygulanmıştır. Buna göre, 6-Sigma yönteminin üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Başarı Testi puanlarında son test lehine anlamlı derecede farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Bu bulguyu destekleyen bir araştırmada 6-Sigma yönteminin, ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirinin yerine kullanılması, ısı ve sıcaklık kavramları hakkında informal ortamlardaki yanlış öğrenmeleri ve ısı ve sıcaklık konusunda öğrenilmesi güç olan kısımların ortadan kaldırılmasında etkili olabileceği ifade edilmiştir (Sontay ve Karamustafaoğlu, 2017:17). Buluş Kırıkkaya ve Güllü (2008:25), 300 beşinci sınıf öğrencileri ile yaptıkları araştırmada, öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemiş ancak bunların giderilmesi yönünde bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Olgun Çakır (2008:59) 75 beşinci sınıf öğrencisinin ısı ve sıcaklık kavramlarının anlamasında kavram haritalarının etkili olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca literatür incelendiğinde, araştırma- sorgulamaya dayalı yaklaşımın ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamada etkili olduğu belirlenmiştir (Prince, Vigeant ve Nottis 2016:60; Quan, 2011:7-8).

Sonuç olarak, araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak, 6-Sigma yönteminin ısı ve sıcaklık kavramlarının öğretiminde, bu kavramlar arasındaki kavram yanlışlarının ve kargaşanın ortadan kaldırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

## 5. Öneriler

Çalışmadan varılan sonuçlara dayalı olarak konuyla ilgilenenlere ve benzer araştırmalar gerçekleştirecekler aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- Isı ve sıcaklık konusuna uygun olarak hazırlanmış 6-Sigma yönteminin bu aşamaları, fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde bir kılavuz olarak kullanılabilir.

- Öğrencilerin zorlandıkları, kavram yanlışlarına sahip oldukları ya da güçlük çektikleri diğer fen konularının öğretiminde 6-Sigma yönteminin aşamalarına uygun olarak hazırlanan etkinlikler kullanılabilir.

- 6-Sigma yönteminin kontrol basamağında halen eksik ya da öğrenilmemiş kısımlar olduğunda tekrar iyileştirme basamağına dönülebilir.



## Kaynakça

- Altınok, M. S. (2011). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerine ısı ve sıcaklık konusunun laboratuvar yöntemiyle öğretilmesinin başarıya etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alwan, A. A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 600–614.
- Antony, J., Gijo, E. V., Kumar, V., & Ghadge, A. (2016). A multiple case study analysis of Six Sigma practices in Indian manufacturing companies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 33(8), 1138-1149.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Babajide, B., & Moore, T. (2015). Engineering University-industry projects: a design for six sigma framework. *Proceedings of the 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, IEEE Computer Society, Washington, DC.
- Bayram, A. (2010). *Probleme dayalı öğrenme yönteminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi "ısı ve sıcaklık" konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Buluş Kırıkkaya, E., & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (14. baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2014). *Research methods, design, and analysis (12<sup>th</sup> ed.)*. Boston, MA: Pearson.
- Damlı, V. (2011). *Kavramsal değişim yaklaşımına dayalı web tabanlı öğretimin üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını gidermeye etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demir, E., Saatçioğlu, Ö., & İmrol, F. (2016). Uluslararası dergilerde yayımlanan eğitim araştırmalarının normallik varsayımları açısından incelenmesi. *Current Research in Education*, 2(3), 130-148.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigation a Grade 11 Student's Evolving Conceptions of Heat and Temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 55-87.
- Karamustafaoğlu, O., Özmen, H., & Ayvaci, H. Ş. (2004). Isı ve Sıcaklık Kavramların Öğrencilerin Zihninde Yapılanmasına Yönelik Bir Örnek Olay İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 97-109.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemi-Kavramlar-İlkeler-Teknikler (23.baskı)*. Ankara: Nobel Akademi Yayıncılık.
- Kukreja, A., Ricks, J. M. Jr., & Meyer, J. A. (2009). Using six sigma for performance improvement in business curriculum: A case study. *Performance Improvement*, 48(2), 9-25.
- Luera, G. R., Otto, C. A., & Zitzewitz, P. W. (2005). A conceptual change approach to teaching energy & thermodynamics to pre-service elementary teachers. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 2(4), 3-8.
- Madu, B. C., & Orji, E. (2015). Effects of cognitive conflict instructional strategy on students' conceptual change in temperature and heat. *SAGE Open*, 5(3), 1-9.
- Mertler, C. A., & Vannatta, R. A. (2005). *Advanced and multivariate statistical methods: Practical application and interpretation (third edition)*. United States: Pyczak Publishing.
- Mohmand, S. (2016). Minimizing errors in education systems using six sigma and tqm tools. *International Journal of Scientific Research*, 5(4), 487-491.
- Olgun Çakır, S. Ö. (2008). Kavram haritaları yardımı ile beşinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramları öğreniminin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 54-62.
- Özmen, H. (2016). Deneysel araştırma yöntemi. M. Metin (Ed.), *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (s. 47-76). Ankara: Pegem Akademi.
- Prince, M., Vigeant, M., & Nottis, K. (2016). Repairing student misconceptions in heat transfer using inquiry-based activities. *Chemical Engineering Education*, 50(1), 52-61.
- Quan, G. (2011). *Improvements of Student Understanding of Heat and Temperature* (Washington DC: University of Washington).
- Saraç, H. (2015). *Çoklu ortam destekli 7E modeline göre tasarlanan uygulamaların 5. sınıf fen bilimleri dersi "maddenin değişimi" ünitesinde öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Saraç, H. (2017). 7E öğretim modeline göre hazırlanan materyallerin öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamalarına etkisi. *Fen Bilimleri öğretimi dergisi*, 5(1), 1-19.
- Sarı Ay, Ö., & Aydoğdu, C. (2015). Maddenin halleri ve ısı konusunda kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 99-111.

- Schönborn, K., Haglund, J., & Xie, C. (2014). Pupils' early explorations of thermoimaging to interpret heat and temperature. *Journal of Baltic Science Education*, 13(1), 118-132.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (Complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2017). A new method for the science teaching: 6-Sigma method. *Journal of Education and Practice*, 8(32), 13-19.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, S. (2018). 'Sıvı basıncı' konusunda basit araç gereçlerle yapılan bir deney etkinliğine ilişkin öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 220-246.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics*, 6<sup>th</sup> ed. Boston: Pearson.
- Yavuz, S., & Büyükekşi, C. (2011). Usage of concept cartoons in teaching of heat- temperature topic. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 1(2), 25-30.
- Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding. *The Physics Teacher*, 39(8), 496-504.
- Yeşilyurt, M. (2006). High school students' views about heat and temperature concepts. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 1-24.