

Fen Derslerinde Öğrencilerin Bilimsel İletişim Becerilerini Değerlendirme: Bir Dereceli Puanlama Anahtarı Geliştirme Çalışması

Evaluation of Students' Scientific Communication Skills in Science Lessons: A Rubric Development Study

Selvinaz GÜNEY¹ ve Burak FEYZİOĞLU²

¹ MEB, Aydın, ORCID No: 0000-0002-7612-3133

² Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, ORCID No: 0000-0002-0128-3343

Kaynak Gösterimi İçin (For cited in):

Güney, S., C. H. & Feyzioğlu, B. (2024). Fen Derslerinde Öğrencilerin Bilimsel İletişim Becerilerini Değerlendirme: Bir Dereceli Puanlama Anahtarı Geliştirme Çalışması. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 12, (1), 57-77. DOI: <https://doi.org/10.56423/fbod.1405021>

Fen Derslerinde Öğrencilerin Bilimsel İletişim Becerilerini Değerlendirme: Bir Dereceli Puanlama Anahtarı Geliştirme Çalışması

Selvinaz GÜNEY ^{1,*} ve Burak FEYZİOĞLU ²

¹ MEB, Aydın, ORCID No: 0000-0002-7612-3133

² Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, ORCID No: 0000-0002-0128-3343

Makale Bilgisi	Öz
Gönderilme Tarihi: 14 Aralık 2023 Revizyon Tarihi: 29 Mart 2024 Kabul Tarihi: 04 Nisan 2024	<i>Bu araştırmada sorgulama temelli fen derslerinde öğrencilerin bilimsel iletişim becerilerini (BİB) ölçen bir dereceli puanlama anahtarı geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışma 2019-2020 eğitim öğretim yılında Türkiye'nin batısında bulunan bir il merkezindeki bir devlet okulunun 6. sınıf düzeyindeki iki şubesinde sekiz hafta yürütülmüştür. Fen derslerine ait video kayıtları ve öğretmen günlükleriyle toplanan veriler içerik analiziyle çözümlenmiştir. Çözümleme sonucunda rubriğe ait performans ölçütleri ve düzeyleri belirlenmiş, performans düzeylerine ilişkin tanımlar ile geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. BİB'ler sorgulama temelli fen derslerinde açıklama yapma, soru sorma ve çürütücü kullanma boyutlarıyla ve bunların her birine ait kavram ve sürece yönelik bilimsel iletişim becerileri alt boyutlarıyla modellenmiş (3X2), geçerliliği ve güvenilirliği yüksek bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen rubrik uygulayıcılar için sorgulama temelli fen derslerinde gerçekleştirdikleri öğretim uygulamalarının BİB açısından daha bilinçli hale getirecek bir çerçeve sağlayacaktır. Araştırmacılar için öğrenme öğretme ortamlarının BİB açısından niteliğinin değerlendirilmesinde yol gösterici olacaktır.</i>

Anahtar Kelimeler:

Bilimsel iletişim becerileri, sorgulama temelli fen eğitimi, bilimsel iletişim becerileri rubriği.

Evaluation of Students' Scientific Communication Skills in Science Lessons: A Rubric Development Study

Article Information	Abstract
Received: 14 December 2023 Revised: 29 March 2024 Accepted: 04 April 2024	<i>This research aimed to develop a rubric that measures students' scientific communication skills (SCS) in inquiry-based science courses. The study was conducted for eight weeks in the 2019-2020 academic year in two 6th grade branches of a public school in a city center in the west of Turkey. The data collected through video recordings of lessons and teacher diaries were analyzed by content analysis. As a result of the analysis, performance criteria and levels of the rubric were determined, definitions of performance levels and validity and reliability studies were conducted. A measuring tool with high validity and reliability was developed, modeled (3X2) with the dimensions of making explanations, asking questions and using rebuttals and the sub-dimensions of scientific communication skills related to the concept and process of each of these. The developed rubric will provide a framework that will make practitioners more conscious of their teaching practices in inquiry-based science courses in terms of SCS. It will be a guide for researchers in evaluating the quality of learning and teaching environments in terms of SCS.</i>

Keywords:

Scientific communication skills, inquiry based science education, scientific communication skills rubric.

*Sorumlu Yazar: E-mail: sguney35@gmail.com

** Bu çalışma "Fen bilimleri derslerinde 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel iletişim becerilerinin geliştirilmesine yönelik eylem araştırması" isimli doktora tez çalışmasının bir kısmını içermektedir. Ayrıca 11. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Giriş

Bilim iletişimi, 1980'li yıllarda bilim insanlarının bilimsel bilgi ve teknolojiye geliştirmeleri halka sunması ve onaylatması olarak tanımlanmıştır. Sonrasında ise bilim iletişiminin tanımı değişmiş ve halkın da bilginin üretiminde bilim insanlarına ve karar vericilerle eşit söz hakkına sahip olduğu belirtilmiştir (Schafer, 2009). Bu değişiklik bilim eğitimindeki paradigma değişimiyle ilişkilidir. Yapılandırmacı öğrenme kuramının benimsenmesi ile bilginin öğrenenler tarafından sentezlenmesi gerekmektedir. Bu değişim fen derslerinde öğrencilerin bilim okuryazarı olmasını gerekli kılmaktadır. Fen okuryazarlığı öğrenenin bilimsel süreç ve kavrama yönelik bilgileri kullanarak bilimsel bilgi üretebilmesini gerektirir (Lederman ve Lederman, 2019). Küçük yaşlarda öğrencilerin bilim okuryazarı olarak gelişmesi bilimsel iletişim becerilerini (BİB) kullanmalarını gerektirir (Showalter, 1974; Akt: Lederman, 2019). Bilimsel iletişim, bilim insanları tarafından bilgiye ulaşma, değerlendirme, farklı şekillerde açıklama, başkalarına iletme ve iletilen bilgiyi anlamlandırma sürecinde kullanılan becerilerdir. (Menzi, Çetin, 2018).

Bilimsel bilginin üretim sürecinin deneyimlendiği ve bu bilgilerin üretildiği fen bilimleri derslerinde öğrenciler temel fen kavram, ilke, yasa ve kuramlarını öğrenirken bilimsel sorgulamanın farklı boyutları içerisinde yer alırlar (Lederman ve Lederman, 2019). Bilimsel sorgulamanın düzeyi derslerde farklılık gösterse de bilimsel iletişim her birinde olan önemli bir öğedir (Pedaste, Mäeots, Leijen, Sarapuu, 2015; Nielsen, 2013). Bir fen kavramının öğrenilmesi için düşünüldüğünde öğrencinin öncelikle merak etmesi ve araştırma yapması öğrenme sürecini kolaylaştırabilir. Öğrenciler veri toplama sürecinde uygun ölçme aracını seçerken, değişkenleri belirlerken, deney düzeneğine karar verirken BİB'leri kullanırlar (Scalise, Clarke ve Midura, 2018, Pedaste vd., 2015). Aynı zamanda bu becerileri kullanarak araştırma sonucunda yeni oluşturduğu bilgiyi akranlarıyla tartışır ve paylaşırlar (Borda Carulla, 2012).

BİB'ler yeni nesil fen standartları ve 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında örtük olarak yer almaktadır. Yeni nesil fen standartları öğrencilerin sorgulama sürecindeki uygulamalara katılırken fen kavramlarını kullanmalarının gerekliliğini vurgulamaktadır. (Scalise, Clarke ve Midura, 2018). Öğrenciler sınıf içi sözel etkileşimlerde kavram ya da süreç ile ilgili açıklama yapabilir, soru sorabilir ya da farklı fikirlere yönelik çürütücü kullanabilir. Bu şekilde bilimsel bilgiyi oluşturabilirler (Gillies, 2016). Fen derslerinde bilginin sorgulandığı sınıf söylemleri içerisinde öğrenciler BİB kullanırlar (Yore, Florence, Pearson ve Weaver, 2006; Borda Carulla, 2012).

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2018) öğrencilerin bilim insanlarına benzer şekilde bilimsel süreci deneyimlemeleri ve bilgiye ulaşmaları ile ilgili kazanımlara yer verilirken BİB'ler programda sadece yaşam becerisi olarak vurgulanmıştır. 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim programında ise bilimsel iletişim becerileri sosyal duygusal öğrenme becerileri çerçevesinde ele alınmıştır (TTKB,2024). Fakat uygulamada bu becerilere nasıl yer verileceği ve değerlendirileceği konusunda uygulayıcılara yeterince rehberlik yapılmamıştır. Bu durum fen sınıflarındaki söylemlerin niteliğine ilişkin belirsizlik oluşturmaktadır. Bu belirsizliğin bir diğer nedeni bu becerileri sınıf söylemi içerisinde ölçen araçların sınırlı olmasıdır (Widanski, Thompson ve Foran-Mulcahy, 2020; Chang vd. 2011; Marshall, Smart ve Horton, 2010). Ölçme araçlarının varlığı sınıf söylemleri

içerisinde öğrencilerin BİB'lerinin belirlenmesini, sistematik bir şekilde ölçülmesini ve takip edilmesini sağlayabilir (Spektor-Levy, Sheva Eylon ve Scherz, 2009).

Bilimsel iletişim becerilerinin alan yazındaki yeri

Alan yazında BİB ile ilgili çalışmalar incelendiğinde doğrudan sorgulamaya temelli fen bilimleri dersleri süresince öğrencilerin kullandığı BİB'leri ölçmeye yönelik bir ölçüm aracına rastlanmamıştır. Araştırma kapsamında BİB'leri sınıflayan çalışmalar EK 1'de sunulmuştur. Bu çalışmalar incelendiğinde BİB'lerin farklı şekillerde sınıflandırıldığı belirlenmiştir. Ancak bu sınıflamalardaki alt kategoriler becerileri farklı şekillerde ve genel olarak ifade etmiş ve düzeylere ayırmamıştır. Örnek olarak bilgi gösterimi alt becerisi incelenirse bu beceriyi kullanan bir öğrenci kitaptaki aynı modeli kopyalayabileceği gibi kendi elde ettiği bir bilgiyi kısa açıklamalarla, yoruma dayalı ya da kanıt destekli sunabilir. Bu nedenle BİB'lerin yalnızca alt kategorilerinin belirlenmesi ve öğrenciler tarafından kullanılma durumunu incelemek bu becerileri ortaya çıkarıp ölçmek için yeterli değildir.

BİB'e yönelik çalışmaların bir kısmında (Schultz, 2010; Menzi Çetin, 2017; Sugita, Mulyani, Hartono ve Supartono, 2017; Sapriadil, Stiawan, Suhandi Malik, Safitri, Lisdiani and Hermita, 2018) farklı öğretim düzeylerinde, farklı derslerde ya da tüm derslerde kullanılabilen BİB kategorilerine ulaşılmıştır. Ancak bu çalışmalarda BİB'lerin bağlamsal özelliği dikkate alınmamıştır. Fenin ve bilimsel sorgulamanın doğasından kaynaklı olarak fen derslerinde kullanılan BİB'lerin diğer derslerden farklılaşması gerekir. Bu becerilere genel olarak bakmak fen alanına yönelik özelliklerin gözden kaçmasına neden olabilir. BİB'e yönelik çalışmaların bir kısmı da (Cuccio- Schirripa ve Steriner, 2000; Marshall vd., 2010; Chung, Yoo, Kim, Lee ve Zeidler, 2016; Kang ve Noh, 2017) açıklama, soru sorma ya da çürütücü kullanma alt boyutlarından yalnızca birini ele almıştır. Bu çalışmalar BİB için bütüncül bir bakış açısı sunma konusunda yeterli değildir. Çünkü bilimsel sorgulamanın gerçekleştiği fen bilimleri derslerinde öğrenciler BİB'lerden açıklama, soru sorma ve çürütücü kullanma becerilerinin hepsini kullanırlar. Bu beceriler birbirinden farklı olsa da birbirlerini destekler niteliktedir. Örneğin bir öğrenci aslında "Çürütücü" becerisine karşı "Açıklama" becerisini kullanabilir. Ya da sürece yönelik sorduğu "sorular"ın yanıtı aslında kavrama yönelik "açıklamalar"la ilişkili olabilir. Bu nedenle bu becerilerin yalnızca birini ele almak öğrencilerin sunduğu BİB'lerin veriliş nedeninin ve bununla beraber anlamının doğru değerlendirilmesine engel olabilir.

BİB'leri Fen derslerinde gerçekleşen bir etkinlikte (Deney süreci, yazılı rapor, poster sunumu vb.) inceleyen çalışmalar (Widanski, Thompson ve Foran- Mulcahy, 2020) da bulunmaktadır. Bu çalışmalarda da fen derslerinde gerçekleşen model hazırlama, deney, sınıf tartışması, model sunumu gibi süreçlerde gerçekleşen tüm bilimsel söylemlere odaklanılmamıştır. Dolayısıyla bu beceriler sınıf ikliminde öğrencilerin kullandığı BİB'leri tam olarak yansıtmamaktadır.

BİB'leri kategorilere ayıran ancak düzeylerini incelemeyen çalışmalar (Spektor-Levy, Eylon and Scherz, 2009) da bulunmaktadır. Ancak bu düzeylerin dikkate alınmaması büyük bir sınırlılıktır. Çünkü öğrenciler açıklama, soru sorma ya da çürütücü kullanma becerilerini kullanırken araştırma sorgulamaya dayalı fen eğitiminin gereği olan veri ve kanıt kullanımını

farklı düzeylerde gösterebilmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin söyleme dayalı BİB'leri de farklı düzeylere sahiptir.

PISA 2022 Türkiye Raporunda fen okuryazarlığı, olguları bilimsel olarak açıklama, bilimsel sorgulama yöntemi tasarlama ve değerlendirme, verileri ve bulguları bilimsel olarak yorumlama yeterliliklerini gerektirmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2023). Öğrenciler fen derslerinde bilimsel sorgulama yaparak fen okuryazarlığının gereklerini yerine getirebilir. Çünkü sorgulama temelli fen eğitimi öğrencilerin kavram ve süreç becerileri kullanmasını gerektirmektedir (Lederman, 2019). Bu becerilerden bilimsel kavramlara yönelik beceri, bilginin oluşturulması için gerekli olan içeriğin ilke, yasa ya da teoriler yardımıyla oluşturulmasıdır. Bilimsel sürece yönelik beceriyse bilginin oluşturulması için bir problemin çözümünde ya da alınan kararlarda kullanılan yöntemsel bilgiyi içermektedir. Alan yazında BİB'ler sorgulama temelli fen öğrenmenin kavram ve süreç boyutları açısından yeterince incelenmemiştir (Marshall vd., 2010). Widanski vd. (2020) üniversite öğrencilerinin organik kimya dersinde BİB'lerini öğrencilerin araştırma projelerine ait poster sunumlarını Likert tipi ölçek yardımı ile ölçmüştür. Ancak BİB'lerin yalnızca poster sunumu sırasında ölçülmesi bu becerilerin fen derslerinin deney yapma, sınıf tartışması, model oluşturma gibi aşamalarında da kullanıldığı için BİB'ler sınırlı olarak incelenmiştir. Ayrıca Likert tipi bir ölçek hiyerarşik bir yapıya sahip olan BİB'lerin ayrıntılı olarak ölçülmesini engellemiştir.

Chang vd. (2011) ortaokul öğrencilerinin sorgulamaya dayalı öğrenme ortamında iletişim becerilerini ölçmek için ifade etme, değerlendirme, etkileşimde bulunma ve müzakere etme alt becerilerini ölçen Likert tipi bir ölçek geliştirmiştir. Bu çalışma BİB'lerin alt kategorilerini incelemekte ancak BİB düzeylerini incelememektedir. Ayrıca bu çalışmada hazırlanan ölçekte öğrenci becerileri öğrencilerin kendi becerisine yönelik algılarını ölçmeye yöneliktir. Bu durum BİB ölçümünde öğrencilerden kaynaklı yanlılık oluşturabilir. Bu nedenle BİB ölçümlerinin dış gözlemciler tarafından yapılması bu yanlılığı azaltabilir.

Yapılan alanyazın taramasında BİB'leri sorgulamanın tüm süreçleri çerçevesinde ele alan ve performans düzeylerini ayırt eden bir ölçme aracına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Aynı zamanda BİB'i ölçen geçerliği ve güvenilirliği yüksek bir rubrik, 2024-2025 eğitim öğretim yılında uygulanması planlanan Milli Eğitim Bakanlığı'nın K12 beceriler çerçevesi kapsamında hazırlanmakta olan ders programlarına katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı sorgulamaya dayalı fen bilimleri dersi kapsamında 6. sınıf öğrencilerinin BİB'lerinin ölçülmesine yönelik bir rubrik geliştirmektir.

Yöntem

Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin fen derslerinde kullandıkları söyleme dayalı BİB'leri derecelendirmek ve ölçmek için bir analitik rubrik geliştirilmiştir. Geliştirilen aracın birden fazla alt boyutu olduğu için analitik rubrik tercih edilmiştir (Mertler, 2000).

Katılımcılar

Katılımcılar Türkiye'nin batısında bulunan bir il merkezindeki ortaokulun 6. sınıf düzeyindeki iki şubesinde öğrenim gören 60 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın katılımcıları uygun örnekleme yöntemine göre belirlenmiştir. Bu örneklem yönteminin

seçilme nedeni zaman ve maddi kaynaklardan tasarruf sağlamaktır (Büyüköztürk ve ark., 2008). Katılımcı öğrencilerden oluşan birinci şubedeki 30 öğrenci (15 Kız, 15 Erkek) daha önce sorgulama temelli fen uygulamalarına katılmışlardır. İkinci şubede öğrenim gören 30 öğrenci (15 Kız, 15 Erkek) ise sorgulama temelli fen uygulamalarına ilk kez dahil olmuşlardır. Birinci şubedeki öğrenciler rubrik oluşturulma sürecinin performans ölçütlerinin belirlenmesi, düzeylerin belirlenmesi ve performans tanımlarının tapılması aşamalarına; ikinci şubedeki öğrenciler ise rubriğin geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının yapılması aşamasında araştırmaya katılmışlardır.

Veri Toplama Araçları

Veriler video kaydı yardımıyla toplanan ders gözlemleri ve öğretmen günlüğü kullanılarak toplanmıştır.

Ders gözlemleri

Bilimsel sorgulamanın gerçekleştiği fen bilimleri derslerinde öğrencilerin kullandıkları BİB'leri belirleyebilmek için dersler bir aksiyon kamerayla kayıt altına alınmıştır. Kayıt altına alınan 33 ders saatinde ait veriler bilgisayar ortamında yazılı hale getirilmiştir.

Öğretmen günlüğü

Öğretmenin ders süreciyle ilgili gözlem ve düşüncelerinin not edildiği günlüktür. Günlükte sınıf ortamı, kullanılan öğretim stratejisi ve bir sonraki ders için planlama bölümleri bulunmaktadır. Bu veri toplama aracıyla elde edilen veriler ders gözlemlerini desteklemek için kullanılmıştır.

Veri Toplama Süreçleri

Araştırma öncesinde Ege Bölgesinde bulunan bir üniversitenin etik kurulundan araştırma onay belgesi ve araştırmanın yapıldığı okulun bağlı bulunduğu İl Milli Eğitim Müdürlüğünden araştırma izni alınmıştır. Okul müdürlüğü araştırma ile ilgili bilgilendirilmiş ve öğrenci velilerinden gönüllü onam formu alınmıştır. Araştırma 6. sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinden Güneş Sistemi ve Tutulmalar, Vücudumuzdaki Sistemler, Madde ve Isı ünitelerinin belirlenen bölümleri süresince 33 ders saati (8 hafta) boyunca yürütülmüştür. Bu ünitelerin belirlenen bölümlerinden “Güneş ve Ay Tutulması” toplam 10 ders saati, “Destek ve Hareket Sistemi” toplam 7 ders saati, “Sindirim Sistemi” toplam 8, “Isı İletimi ve Isı Yalıtımı” 8 ders saati işlenmiştir. Bu ünitelerin bir kısmında gözlem yapılmıştır çünkü araştırma boyunca toplanan verilerin analizi uzun zaman almıştır. Bu zaman süresince çalışma grubundaki derslerin gecikmemesi için ünitelerin tamamı süresince gözlem yapılamamıştır. Dersler fen eğitimi alanında yüksek lisans derecesine sahip olan ve 11 yıl boyunca Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı devlet okullarında fen bilgisi öğretmeni olarak görev yapan birinci araştırmacı tarafından işlenmiştir. Bu derslerde rehberli sorgulama dikkate alınarak hazırlanan ders planları ve sorgulama becerisi etkinlik formları kullanılmıştır. Bu formlarda öğrenilen konu alanı ile ilgili içerik ve bilimsel araştırma süreci ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Öğrenciler grup çalışması, araştırma sunumu, tartışma, deney, model oluşturma, model sunumu gibi etkinliklere katılmışlardır. Dersler video kamera yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Sonrasında 33 ders saatinde ilişkin video kayıtları 3 ay süren bir çalışmayla bilgisayar ortamında yazılı hale getirilmiştir. Yapılan transkript video kayıtları tekrar

izlenerek düzenlemeler yapılmıştır. Transkriptlerde yer alan öğrenci söylemleri iki ayrı araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve BİB'ler kategorileri oluşturulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan kategoriler düzeylere ayrılmış ve uzman görüşüne sunulmuştur. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra taslak rubrik oluşturulmuş ve deneme uygulaması yapılmıştır. Deneme uygulamasından sonra rubrik asıl uygulama öncesi son haline getirilmiştir. 6. sınıf düzeyindeki farklı bir şubede Güneş ve Ay tutulması konuları sorgulamaya dayalı öğrenme ortamı oluşturularak aynı araştırmacı tarafından işlenmiştir. 10 ders saati video kaydına alınmış ve transkript edilmiştir.

Verilerin Analizi

BİB'e ilişkin rubrik oluşturma sürecinde Andrade (1997) tarafından belirlenmiş işlem basamakları kullanılmıştır. Öncelikle Fen Bilimleri derslerinde BİB, öğrenci söylemi, sınıf diyalogu, sınıf söylemi ve üretken söylem ve BİB'e yönelik yapılan sınıflamalar ile ilgili araştırma yapılmıştır. Araştırma sonrasında rubrikte yer alan BİB ölçütleri, bu ölçütlerin tanımları ve puanlama aralığının belirlenmesi için ders gözlemlerine ait transkriptler tümdengelim yöntemi ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin kullandığı BİB'ler, alan yazında var olan bilimsel iletişim modelleri (Gilles, 2016; Kanadlı, 2012; Veen vd. 2017; Sugito, Mulyani, Hartono ve Supartono 2017; Sapriadi, Setiawan, Suhandi, Malik, Safitri, Lisdiani ve Hermita 2018; Menzi Çetin, 2018, Nichols vd., 2017) dikkate alınarak incelenmiştir. Ancak analiz sürecinde alan yazında var olandan farklı iletişim becerileriyle karşılaşmış ve öğrencilerin kullandığı BİB'lerin var olan kategorilere yerleştirememiştir. Bu nedenle analiz yöntemi değiştirilerek verilere içerik analizi uygulanmıştır. Tümevarım yöntemi ile analiz sürecinde veriler araştırmacı ve bir uzman tarafından ayrı ayrı analiz edilmiştir. Veri setinde birbiri ile ilişkili olan veri kümeleri belirlenmiş ve kodlama yapılmıştır. Kodlama sonrasında geçici temalar oluşturmuştur. Yapılan ilk analizde öğrencilerin kullandığı BİB'e ait temalar açıklama, açık uçlu soru, kapalı uçlu soru, nedenler, çürütücüler, ifade etme, onaylama, kısa yanıt, üstbilgi, öz değerlendirme, akran değerlendirme olarak 11 ölçüt belirlenmiştir. Oluşturulan temalar ve kodlar örnek diyaloglarla birlikte bir uzmana gönderilmiştir. Uzman görüşü dikkate alınarak kodlar ve temalar düzenlenmiş, araştırma ile ilgisiz olan kodlar analize dahil edilmemiştir. Bu ölçütlere ilişkin tanımlamalar ve puanlama aralığı belirlenmiştir. Bunun ardından taslak rubrik hazırlanmıştır. Taslak rubrikte yer alan boyutlar ve derecelendirme yazılı hale getirilmiştir. Hazırlanan taslak rubrik sorgulamaya dayalı fen derslerinin işlendiği 6. sınıf düzeyindeki bir şubede deneme amaçlı (15 kız, 15 erkek) kullanılmıştır. Ancak açıklama ve ifade etme ölçütlerinin ortak becerileri ölçtüğü belirlendiği için bu kategoriler birleştirilmiştir. Çünkü ifade etme becerisi öğrencinin var olan bir durum ile ilgili ifadelerini içeren alt düzey bir açıklama becerisiyken açıklama yapma nedensellik ilişkisi bulunan üst düzey ifadelerdir. Ayrıca uzman incelemesi sonrasında rubriğin üstbilgi, öz değerlendirme ve akran değerlendirme kategorileri sınıflandırmadan çıkarılmıştır. Çünkü uzmanlar bu becerilerin diğer BİB'ler içerisinde bulunabileceğini aynı zamanda bu becerilerin öğrenme süreçlerini değerlendirme ile ilgili olduğu, kavramsal ve bilimsel sürece yönelik olmadığı belirtmişlerdir. Örneğin, bir öğrenci soru sorarken ya da çürütücü kullanırken öz değerlendirme ya da akran değerlendirme yapabilmektedir. Bu nedenle BİB'e yönelik sınıflama düzenlenmesine gerek duyulmuştur. Taslak rubriğin deneme aşamasında elde edilen

sonuçlar ve uzman görüşlerinin dikkate alınarak yapılan gözden geçirme ve düzenleme yapılmıştır. Yapılan düzenlemede aşağıdaki aşamalar izlenmiştir.

- 1) Performans ölçütlerinin belirlenmesi
- 2) Performans düzeylerinin belirlenmesi
- 3) Performans düzeylerine ilişkin tanımların belirlenmesi

1. Performans ölçütlerinin belirlenmesi

Performans ölçütleri belirlenirken sorgulamaya dayalı fen bilimleri dersleri sürecinde oluşan öğrenci söylemleri, bilimin doğası (BD) ve bilimsel sorgulamanın doğası (BSD) kavramsal çerçevesi dikkate alınmıştır. Yeni nesil fen standartları belgesinde (New Generation science standarts NGSS, 2013), bilimsel bilginin doğasına yönelik anlayışlarda bilimsel bilginin kanıta dayalı, yeniliğe açık olduğu, bilimsel araştırmalarda farklı yöntemler kullanılabileceği, model yasa, teorilerle doğal olayların açıklanarak bilim uygulamalarının gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca Showalter 1974'te fen okuryazarlığı tanımında bilimsel kavramların ve bilimsel sürecin bilgisinin gerekliliğine dikkat çekmiştir. Bilimsel sorgulamanın içerik ve prosedürel anlayış boyutları dikkate alınmıştır. İçerik boyutu bilimsel gerçekler, kavramlar, yasalar ve teorilerle ilgilidir. Prosedürel anlayış ise bilimsel yöntemin ne zaman, nasıl ve ne için kullanılacağıyla ilgilidir (NRC, 2012). Bu nedenle BİB ölçütleri olan açıklama, soru sorma ve çürütücü kullanma becerileri kavramsal ve sürece yönelik beceri alt ölçütleriyle (3x2) modellenmiştir. Kavrama yönelik açıklama, soru sorma ve çürütücü kullanma becerileri öğrencilerin bilimsel kavramlarla ilgili ifadelerini içermektedir. Bu ifadelerde öğrenciler deney ya da model verilerden, terimler arası ilişkilerden yararlanabilir. Sürece yönelik açıklama, soru sorma ve çürütücü kullanma becerileri öğrencilerin sorgulama sürecinde deney yapma, değişken belirleme, malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme gibi bilimsel süreçlerle ilgili ifadelerini içermektedir. Ölçütler oluşturulurken iki uzmandan görüş alınmıştır. İlk uzmanın sorgulamaya dayalı öğrenme, astronomi, STEM ve fen eğitimi konularında, ikinci uzmanın kimya eğitimi, sorgulamaya dayalı fen eğitimi, laboratuvar uygulamaları konularında araştırmaları bulunmaktadır.

2. Performans düzeylerinin belirlenmesi

Rubrik, bir performansı düzeylere ayırarak puanlama yapabilmeyi sağlayan bir değerlendirme aracıdır (Özmen- Hızarcıoğlu, 2013). Ölçülecek olan performans farklı boyutlardan oluşuyorsa bu boyutların değerlendirilmesi "analitik rubrik" ile yapılır (Mertler, 2000). BİB'e yönelik yapılan içerik analizi sonucunda bu becerilerin açıklama, soru sorma, çürütücü kullanma alt becerilerinden oluştuğu belirlenmiştir. Bu nedenle BİB rubriğinin analitik rubriğe göre puanlamasının uygun olduğuna karar verilmiştir. Analitik rubrikteki performans düzeylerinin belirlenmesi için öncelikle BİB örneklerinin en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiş sonrasında düzey aralıkları netleştirilmiştir (Kutu ve Sözbilir, 2011).

3. Performans düzeylerine ilişkin tanımların belirlenmesi

Performans düzeylerine ilişkin tanımlar yapılırken alan yazında var olan fen okuryazarlığı yeterli düzeyleri (OECD, 2019) ve uygulama sürecinde yapılan dört etkinlik süresince gerçekleşen öğrenci söylemlerinin analiz sonuçları dikkate alınmıştır. Bu derecelendirme

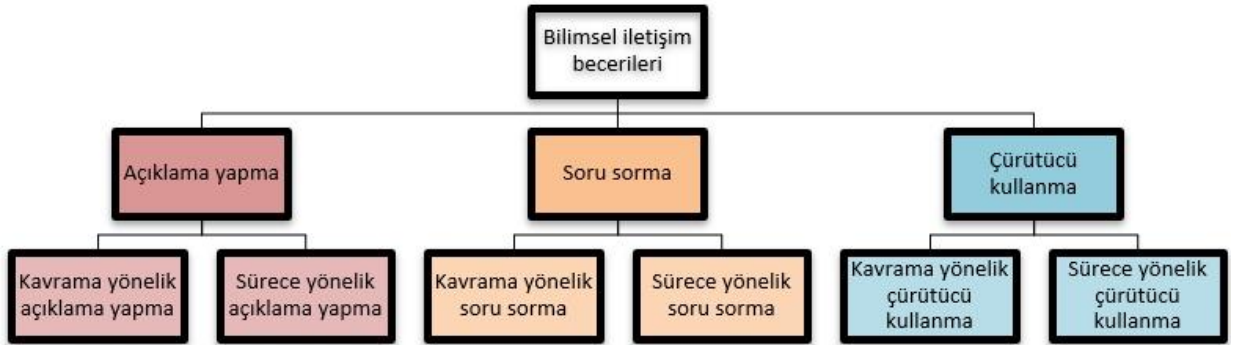
yapılırken iki alan uzmanından (1 fen eğitimi uzmanı ve 1 ölçme değerlendirme uzmanı) görüş alınmıştır.

Geçerlik ve güvenilirlik

Sorgulama temelli fen dersi uygulamalarından sonra üç öğretim elemanının görüşü alınmıştır. Geliştirilen değerlendirme rubriğini test edebilmek için 6. sınıf düzeyindeki farklı bir şubede öğrenim gören öğrencilerle pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama verileri kullanılarak Kappa istatistiğiyle puanlayıcılar arası güvenilirlik belirlenmiştir. Kappa istatistiği sınıflama düzeyinde puanlama yapan iki puanlayıcı arasındaki uyumun derecesini belirlemek için geliştirilmiştir (Cohen, 1960). Kappa istatistiği kategorilere ayrılan nesne ya da bireylerin bağımsız olduğunu, puanlayıcıların puanların birbirinden bağımsız olduğunu, puanlama yapılan kategorilerin birbirinden bağımsız olduğunu varsaymaktadır (Brennen ve Prediger, 1981). Puanlanan öğrenci söylemleri birbirinden bağımsız olduğu için Kappa istatistiği kullanılmıştır. Bu istatistiğinin yorumlanmasında Kappa değeri 0'dan küçükse zayıf uyum, 0 ile 0,20 arasındaysa önemsiz uyum, 0,21 ve 0,40 arasındaysa düşük uyum; 0,41 ile 0,60 arasındaysa orta düzeyde uyum; 0,61 ile 0,80 arasındaysa önemli düzeyde uyum; 0,81 ile 1 arasındaysa çok yüksek uyum olarak yorumlanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirliğin seviyesi en az 0,60 ya da 0,70 olması genel bir anlaşmanın olduğunu ve kodlayıcılar arası uyumun önemli düzeyde olduğunu göstermektedir (Landis ve Koch, 1977).

Bulgular

Rubrik geliştirme çalışmasında belirlenen BİB kategorileri, tanımları ve örnek puanlama aşağıda sunulmuştur.



Şekil 1. BİB kategori ve alt kategorileri

Açıklama Yapma

Öğrencilerin fen bilimleri dersi süresince sınıf söylemleri sırasında bilimsel bir kavramı ya da yaşadığı sorgulama sürecini açıklaması ile ilgilidir (Güney, 2023). Açıklama yapma, kavrama yönelik açıklama yapma ve sürece yönelik açıklama yapma alt becerilerinden oluşmaktadır.

Kavrama yönelik açıklama

Öğrencilerin bir fen kavramını açıklamak için söylemlere katılırken kullandığı açıklamaları ifade eder. Bu açıklamalar dört düzeye ayrılmaktadır. Öğrencilerin açıklamaları kısa ve geçersiz açıklamalar, yüzeysel açıklamalar, nedensel açıklamalar ve kanıta dayalı nedensel açıklamalar düzeyinde olabilir. Bu açıklamalar kısa ve geçersiz açıklamalardan kanıta dayalı nedensel açıklamalar düzeyine doğru gelişmektedir. Kısa ve geçersiz açıklamalar, öğrencilerin kavram ile ilgili bilimsel olmayan ya da nedensellik içermeyen açıklamalarıdır. Kanıta dayalı nedensel açıklamalar ise öğrencilerin gözlem, sınıflama, deney, model verilerini kullanarak yaptıkları bilimsel açıklamalarıdır.

Sürece yönelik açıklama

Öğrencilerin fen derslerinde gerçekleşen söylemlere katılırken bilimsel sorgulama süreci ile ilgili açıklamalarını içerir. Örneğin bir öğrenci yaptığı deney ile ilgili açıklamalar yaparken, değişkenleri nasıl belirlediğini açıklarken, ölçme aralığı belirlerken, malzeme seçerken ve deneyin nasıl yapılacağını açıklarken sürece yönelik açıklama yapmış olur. Sürece yönelik açıklamalar kendi içinde dört düzeye ayrılır. Bu düzeyler var olan açıklamayı tekrar etme, yüzeysel açıklama yapma, nedensel açıklama yapma ve kanıta dayalı nedensel açıklama yapmadır. Sürece yönelik açıklamalar içerisinde en gelişmiş açıklama bilimsel kanıtlara dayalı olarak yapılan kanıta dayalı nedensel açıklamadır.

Soru Sorma

Öğrencilerin fen bilimleri dersi süresince sınıf söylemleri sırasında bilimsel bir kavram ya da yaşadığı sorgulama süreci ile ilgili sorduğu sorulardır. Soru sorma becerisi kavrama yönelik ve sürece yönelik soru sorma alt becerilerinden oluşmaktadır.

Kavrama yönelik soru sorma

Öğrencilerin fen bilimleri derslerinde bir fen kavramı ile ilgili merak ettiği soruları sormasını ifade eder. Bu sorular dört düzeye ayrılmaktadır. Öğrencilerin sorduğu sorular soru tekrarı, yüzeysel soru, nedensel soru ve kanıta dayalı soru düzeyinde olabilir. Bu sorular soru tekrarlarından kanıta dayalı soru düzeyine doğru gelişmektedir. Kanıta dayalı sorular öğrencilerin kavram ile ilgili merak ettiklerini deney ya da model verilerini, terimler arası ya da durumlar arası ilişkileri kullanarak sordukları sorulardır.

Sürece yönelik soru sorma

Fen derslerinde sorgulama süreci boyunca öğrenciler bilim insanlarının kullandığı bilimsel yöntemi deneyimlemektedir. Bu süreçte öğrenciler problemi belirleyebilir, gözlem yapabilir, değişken belirleyebilir, deney yapabilir. Sınıf söylemleri sırasında öğrencilerin bu süreçler ile ilgili sorduğu sorular sürece yönelik soru sorma alt kategorisinde incelenmiştir. Sürece yönelik sorular kendi içinde dört düzeye ayrılmıştır. Bu düzeyler; süreçle ilgili soru tekrarı, süreçle ilgili kapalı uçlu sorular sorma, süreçle ilgili nedensel sorular ve süreçle ilgili kanıta dayalı soru sormadır. Sürece yönelik sorular içerisinde en gelişmiş soru türü kanıta dayalı soru sormadır.

Çürütücü Kullanma

Öğrencilerin sorgulamaya dayalı fen bilimleri derslerinde sınıf söylemine katılırken bilimsel bir kavram ya da sorgulama süreci ile ilgili farklı fikirlere yönelik sunduğu itirazları ve gerekçelerini içermektedir. Çürütücü kullanma becerisi kavrama yönelik çürütücü kullanma ve sürece yönelik çürütücü kullanma alt becerilerinden oluşmaktadır.

Kavrama yönelik çürütücü kullanma

Öğrencilerin bir fen kavramı ile ilgili açıklamalara itiraz ederken, çürütürken kullandığı ifadeler kavrama yönelik çürütücü kullanma olarak adlandırılmıştır. Kavrama yönelik çürütücü kullanma becerisi dört düzeye ayrılmaktadır. Bu düzeyler gerekçesiz itiraz, yüzeysel itiraz, geçiş düzeyi itiraz, kanıta dayalı itiraz düzeyine doğru gelişmektedir.

Sürece yönelik çürütücü kullanma

Öğrencilerin fen derslerinde gerçekleşen söylemlere katılırken bilimsel sorgulama süreci ile ilgili itirazlarını içerir. Örneğin bir öğrenci sınıfta deney ile ilgili yapılan açıklamaya, değişkenlerin belirlenmesi, ölçek aralığı ya da bilimsel süreç boyunca izlenen aşamalarla ilgili açıklamalara yönelik itiraz sunabilir. Bu itirazları gerekçe sunmadan, bilimsel dayanağı olmayan günlük yaşam deneyimlerini, bilimsel dayanağı olmayan günlük yaşam deneyimleri ile bilimsel verileri bir arada kullanarak ya da bilimsel verilere dayalı deney, gözlem sonuçlarını kullanarak yapabilir. Sürece yönelik çürütücü kullanma kendi içinde dört düzeye ayrılmaktadır. Bu düzeyler gerekçesiz itiraz, yüzeysel itiraz, geçiş düzeyi itiraz ve kanıta dayalı itiraz düzeyine doğru gelişmektedir.

Bu çalışmada BİB rubriği üç kategoriden oluşmaktadır. Bunlar açıklama, soru sorma ve çürütücü kullanmadır. Açıklama, soru sorma ve çürütücü kullanma becerilerinin her biri iki ölçütten oluşmaktadır. Bu rubrikten en düşük 1 puan, en yüksek 24 puan alınabilir. Her bir ölçüt dört seviyeye ayrılmaktadır. Bu doğrultuda toplam puan üzerinden 1-6 puan arasındaki değerler “düşük”, 7-12 puan arasındaki değerler “orta”, 13-18 puan arasındaki değerler “iyi”, 19-24 puan arasındaki değerler “çok iyi” olarak kabul edilmiştir. Geliştirilen rubrik Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. BİB rubriği

	Düşük (1)	Orta (2)	İyi (3)	Çok iyi (4)
Açıklama Becerisi	Kavrama yönelik açıklama becerisi Kavram ile ilgili kısa, gerekçesiz ya da bilimsel olmayan açıklama yapmıştır.	Günlük yaşam deneyimlerine dayalı olarak, model yardımıyla, durumları karşılaştırarak ya da olaylar arası ilişki kurarak açıklama yapmış ancak kuram ve yasadan yararlanmamıştır.	İyi (3) Kavramla ilgili açıklama yaparken değişken ekleyerek, modelleri karşılaştırarak, neden sonuç ilişkisi kurarak açıklama yapmıştır aynı zamanda kuram ve yasadan yararlanmıştır.	Çok iyi (4) Kavrama yönelik açıklama yaparken gözlem, deney, sınıflama, model, araştırma verilerini kullanarak ve kuramsal bilgilerden yararlanarak açıklama yapmıştır.

	Sürece yönelik açıklama becerisi	Malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme, değişken belirleme, deney ya da gözlem ile ilgili var olan açıklamayı tekrar etmiş ya da ilişkisiz açıklama yapmıştır.	Malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme, değişken belirleme, deney ya da gözlem ile ilgili açıklama yapmış ya da gerekçe sunmamıştır.	Malzeme seçerken, ölçek aralığı belirlerken, değişken belirlerken, deney ya da gözleme yönelik açıklama yaparken bilimsel olmayan gerekçeler kullanmıştır.	Malzeme seçerken, ölçek aralığı belirlerken, değişken belirlerken, deney ya da gözleme yönelik açıklama yaparken bilimsel kanıtlar kullanmıştır.
	Kavrama yönelik soru sorma	Kavram ile ilgili arkadaşının, öğretmenin ya da kitapta sorulan soruyu tekrarlamıştır.	Kavram ile ilgili temel bilgi soruları ya da bilgiyi hatırlamaya, onaylatmaya yönelik sorular sormuştur.	Kavramı günlük yaşam deneyimleri, modeller ya da deneylerle ilişkilendiren sorular sormuştur.	Deney verilerini, terimler arası ilişkileri, modele ait verileri, durumlar arası ilişkileri kullanarak soru sormuştur.
Soru sorma	Sürece yönelik soru sorma	Malzeme seçerken, ölçek aralığı belirlerken, değişken belirlerken, deney ya da gözleme yönelik öğretmenin, arkadaşlarının ya da ders kitabının sorusunu tekrarlamıştır.	Malzeme seçerken, ölçek aralığı belirlerken, değişken belirlerken, deney ya da gözlem sürecinin basamaklarını ya da nasıl gerçekleştiğini sormuştur.	Malzeme seçerken, ölçek aralığı belirlerken, değişken belirlerken, deney ya da gözleme yönelik nedensel soru sormuş ancak elde edilen verileri kullanmamıştır.	Malzeme seçerken, ölçek aralığı belirlerken, değişken belirlerken, deney ya da gözleme yönelik soru sorarken süreçte elde edilen verileri kullanarak nedensel soru sormuştur.
	Kavrama yönelik çürütücü kullanma	Kavram ile ilgisiz gerekçe sunmuş ya da gerekçe sunmadan yalnızca itiraz etmiştir.	Kavrama yönelik çürütücü sunarken önbilgilerinden, deneyden ya da modelden yararlanarak çürütücü sunmuştur.	Kavrama yönelik çürütücü sunarken önbilgileri ile deneyler ya da modeller arasında ilişki kurarak çürütücü sunmuştur. Önbilgilerindeki kavram yanılgıları ve bilimsel veriler birlikte kullanılmıştır.	Birden fazla deney, model ya da duruma ait bilimsel verileri kullanarak kanıta dayalı itiraz sunmuştur.
Çürütücü kullanma	Sürece yönelik çürütücü kullanma	Malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme, değişken belirleme, model oluşturma, deney ya da gözleme yönelik çürütücü kullanırken gerekçe sunmadan ya da süreç ile ilişkisiz gerekçe sunarak itiraz etmiştir.	Malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme, değişken belirleme, deney ya da gözleme yönelik çürütücü sunarken günlük yaşam deneyimlerinden yararlanmıştır.	Malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme, değişken belirleme, model oluşturma, deney ya da gözleme yönelik çürütücü sunarken bilimsel dayanağı olmayan günlük yaşam deneyimleri ile bilimsel verileri bir arada kullanmıştır.	Malzeme seçimi, ölçek aralığı belirleme, değişken belirleme, model oluşturma, deney ya da gözleme yönelik çürütücü sunarken bilimsel verileri kullanarak kanıta dayalı çürütücü sunmuştur.

Öğrencilerin derslerde kullandığı BİB'leri sınıflama ve derecelendirme çalışmasına örnekler aşağıda sunulmuştur.

1... Ö. Biz iki tane deney yaptık. Birinci tüpe nişasta, su, lügol koyduk. İkinci tüpe nişasta, su, lügolün üstüne tükürük ekledik. Peki bu deneylerin sonucunda ne gördük?

2... Ö1: İçinde tükürük olan deneylerde nişastanın rengi biraz daha açıldı.

3... Ö. Tükürük olan tüpte renk açıldı dedi bu doğru mu?

4... Doğru.

5... Ö. Peki bu deneyle ilgili yorumunuz nedir? Neden tükürük koyduğumuzda rengi açıldı? Bunu hangi sindirim çeşidine benzetebilirim?

6... Ö2: Yorum olarak kimyasal sindirim diyebiliriz. Birinci tüpte renk koyuydu ama ikinci tüpte tükürük ekleyince rengi açıldı. Bunlar bizim yediğimiz yiyeceklerde de olabilir o yüzden bence tükürük olayı çok değiştiriyor.

Yukarıdaki diyalogda 6. satırda Ö2 kavrama yönelik açıklama yaparken ve kimyasal sindirim kavramını kullanarak kuramsal bilgilerden yararlanmış ve sınıfta katıldığı deney sürecinde yapmış olduğu gözlemleri kullanmıştır. Bu açıklama kimyasal sindirim kavramını açıklamaya yönelik olduğu için kavrama yönelik açıklamadır. Bu açıklamayı yaparken kuramsal bilgilerden ve sınıfta yapılan deney ve gözlemlerden yararlandığı için 4. düzeydir.

1... Ö: Isı yalıtımı sağlıyor, evet. Ama neden? Evet, Batuhan'ı dinleyelim.

2... Ö3: Tanecikli yapılı olduğu için.

3... Ö: Tanecikli?..

4... Ö4: Tanecikleri arası mesafe az olduğu için.

5... Ö5: Az değil, Fazla, fazla

6... Tanecikleri arası mesafe fazla olduğu için.

7... Ö: Tanecikleri arası mesafe fazla olduğu için diyor, o yüzden ısı yalıtımı sağlıyor.

8... Ö5: Ama gaz değil ki!

9... Ö: Ne düşünüyorsunuz? Rasim "Ama gaz değil." Diyor.

10... Ö6: Çok az olduğundan.

11... Ö: Evet, demir de katı, pamuk da katı. O zaman nasıl söyleyeceğiz bunu, Ömer?

12... Ö4: Öğretmenim ikinci gruptan, hani onlar ısı yalıtımı yapmak için hava boşluğu kullanmışlardı ya öğretmenim modelleri çok iyi yalıtım yapmıştı. Bunda da içi böyle tam yapışık değil. İç içe olmadığı, içinde ortam olduğu için ısı yalıtımı da yapabilir diye düşünüyorum.

Yukarıdaki diyalog öğrencilerin ısı yalıtımı sağlamak için model hazırlamaya çalıştıkları sırada gerçekleşmiştir. Öğrenciler modelde kullanacakları yalıtım malzemesini seçmeye çalışmaktadırlar. 12. satırda Ö4 seçtiği yalıtım malzemesinin yalıtım yapabileceğini söylemiş ve bunu kanıtlamak için daha önce sınıfta yapılan ısı yalıtım deneyinde kullanılan hava boşluklu plastiklerin yalıtımı iyi yaptığını belirtmiştir. Yalıtım malzemesi olarak seçtiği pamukta da hava boşlukları olduğu için yalıtım yapabileceğini söylemiştir. Açıklama malzeme seçimine yönelik olduğu için sürece yönelik bir beceridir. Malzeme seçerken deney verilerini kullandığı için 4. düzeydedir.

Geçerlik ve Güvenirliliğe İlişkin Bulgular

Üç öğretim üyesinden alınan uzman görüşleri doğrultusunda rubriğin sorgulamaya dayalı fen bilimleri derslerinde öğrencilerin kullandığı BİB'leri ölçmek için tüm becerileri kapsadığı ve kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir. Bu modele (3x2) ilişkin örnek diyaloglar ve yapılan derecelendirme uzmanlara gönderilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda BİB'lere ilişkin sınıflama ve düzeyler gözden geçirilmiştir. Rubriğin güvenirliliğini sağlamak için pilot uygulama yapılmış ve puanlayıcılar arası tutarlılık hesaplanmıştır. Pilot uygulamada kullanılan Güneş ve Ay Tutulması ile ilgili etkinlikte (1. Etkinlik) öğrenciler 306 açıklama, 95 soru sorma, 105 çürütücü kullanma becerisi göstermişlerdir. Bu beceriler araştırmacılar tarafından öncelikle kavrama ve sürece yönelik beceriler olarak sınıflandırılıp karşılaştırılmıştır. Araştırmacıların farklı sınıflandırdığı beceriler tartışılarak ortak karara varılmıştır. Sonuç olarak 306 açıklamanın 280'i kavrama, 26'sı sürece yönelik açıklamadır. 95 sorunun 75'i kavrama 20'si sürece yönelik sorudur. 105 çürütücüden 96'sı kavrama, 9'u sürece yönelik çürütücüdür. Bu beceriler sonrasında taslak rubrik kullanılarak puanlanmış ve puanlayıcılar arası uyum derecesi Kappa istatistiğiyle hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. BİB rubriğine ilişkin Kappa istatistiği sonuçları

	BİB puanlama kategorileri	Kappa istatistiği değerleri	P
Açıklama yapma	Kavrama yönelik açıklama	,91	,00
	Sürece yönelik açıklama	,75	,00
Soru sorma	Kavrama yönelik soru sorma	,80	,00
	Sürece yönelik soru sorma	,93	,00
Çürütücü kullanma	Kavrama yönelik çürütücü kullanma	,75	,00
	Sürece yönelik çürütücü kullanma	,82	,00

* $p < 0,05$

BİB'lerin kavram açıklama alt boyutunda (K=,91., $p < ,05$), sürece yönelik soru sorma (K=,93., $p < ,05$) ve sürece yönelik çürütücü kullanma alt boyutunda (K=,82., $p < ,05$) puanlayıcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı ve çok yüksek düzeyde uyum görülmektedir. Süreç açıklama alt boyutunda (K=,75., $p < ,05$), kavrama yönelik soru sorma (K=,80., $p < ,05$) ve kavrama yönelik çürütücü kullanma alt boyutunda (K=,75., $p < ,05$)

puanlayıcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı ve önemli düzeyde uyum görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda oluşturulan rubriğin güvenilir olduğu belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Sorgulama temelli fen bilimleri derslerinde öğretmenler öğrencilerin sorgulama sürecine katılımını sağlamakta zorlanmaktadır (Güney, 2023). Fen eğitiminde sorgulama temelli uygulamalar önemlidir çünkü öğrencilerin fen derslerine katılırken bilim insanlarının bilgi üretim sürecinde yaşadıkları süreci deneyimleyerek oluşturacağı bilgilerin kanıt temelli olması gerekmektedir. Sorgulama temelli fen eğitiminin tüm aşamalarında kullanılması gereken BİB'leri (Pedaste vd., 2015) bu derslerde öğrenci katılımını sağlayacak temel becerilerdir. BİB'ler fen derslerinin hedefleri arasında olan becerilerden olmasına rağmen ihmal edilmektedir. Dolayısıyla bu becerilerin kategorilerinin ve düzeylerinin ortaya çıkarılması ve beceri ölçmeye yönelik bir ölçüm aracının geliştirilmesine gerek duyulmuştur. Bu bağlamda araştırmanın amacı 6. sınıf öğrencilerinin BİB'lerinin ölçülmesine yönelik bir rubrik geliştirmektir.

Bu çalışmada BİB detaylandırılmış ve ölçme aracı geliştirilmiştir. Sorgulama temelli fen derslerinde BİB'e ilişkin açıklama yapma, soru sorma ve çürütücü kullanma kategorileri ve her kategorinin kavrama ve sürece yönelik alt kategorileri tespit edilmiş ve 3x2 boyuttan oluşan BİB rubriği geliştirilmiştir. Geliştirilen rubrikteki kategoriler alan yazındaki BİB kategorilerinden sorgulama temelli fen eğitiminin kavram ve süreç boyutlarını (Lederman, 2019) dikkate alması bakımında farklılık göstermektedir. BİB'lerin kavram ve süreç açısından kategorilere ayrılması sorgulama temelli fen eğitiminin bağlamsal özelliğinin vurgulanması sağlamıştır. Sorgulamanın özelliklerinin dikkate alınmadığı fen sınıflarında öğrencilere kavram ve sürece yönelik beceriler kazanmaları için fırsat sunulmayabilir. Fırsat sunulsa da bu fırsatlar yasa ve kurama dayalı olan, kanıt kullanmayı gerektirmeyebilir. Bu durumda sınıfta uygulanan etkinlikler sorgulamayı sağlama konusunda yetersiz olacaktır (Marshall vd., 2010).

Bu çalışmada performans düzeylerinin belirlenmesi, BİB'lerin hiyerarşik yapısının fark edilmesini sağlamıştır. Bu şekilde BİB kategorileri ve düzeyleri ile ilgili bilgi sahibi olan öğretmenler kendi öğretim süreçlerindeki uygulamalarını gözden geçirebilir. Öğrencileri sorgulama temelli fen derslerinde BİB kullanmaya teşvik edebilir ve öğrencilerin BİB düzeylerinin gelişmesi için öğrencilere öğretim desteği sunabilir.

Açıklama yapma, soru sorma ve çürütücü kullanma becerileri alanyazında farklı çalışmalarda (Wu ve Hsieh, 2006; Gillies, 2016) incelenmiştir. Ancak bu çalışmalarda BİB'ler bütüncül olarak incelenmemiş, derslerde gerçekleşen ve tüm sınıfın katıldığı sözel etkileşimler tüm ders süresi dikkate alınarak incelenmemiştir. Bu çalışma tüm ders süresinde gerçekleşen sınıf diyaloglarını analiz etmesi ve açıklama, soru sorma, çürütücü kullanma kategorilerini birlikte incelemesi bakımından bu çalışmalardan farklıdır.

Geliştirilen rubrik alan yazında BİB'leri ölçen çalışmalardan (Chang vd., 2011; Widanski vd., 2020) farklılık göstermektedir. Çünkü bu rubrikle BİB'ler bilimsel kavramlara ve bilimsel sürece yönelik beceriler olarak sınıflandırılmıştır. Sorgulamaya temelli fen eğitiminin öğrencilere kavram bilgisi ve sürece yönelik anlayış kazandırma gerekliliği (Lederman, 2019) düşünülürse bu ayrımın önemi ortaya çıkmaktadır. Bu rubrik sorgulamaya

temelli fen eğitimi sürecinde oluşan diyalogların içeriğinin sorgulamaya uygunluğu konusunda bilgi sağlayabilir. Çünkü öğrencilerin kullandığı BİB'ler farklı düzeylere sahiptir ve bu beceriler alt düzeylerde kullanılırsa, bir başka deyişle, neden ve kanıta dayalı beceriler kullanılmazsa öğrencilerin sorgulama sürecine katılımları yüzeysel olacaktır. Oysaki oluşan diyaloglarda öğrencilerin kanıta dayalı üst düzey beceriler göstermesi sorgulama sürecini yeterince deneyimlemelerine destek olabilir. K12 beceriler çerçevesi belgesinde öğrencilerin sözel iletişim becerilerinin önemli olduğu ve aynı zamanda fen derslerine katılırken kanıta dayalı söylemlerin yanında bu becerilerin de kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programında iletişim sosyal duygusal beceriler ve kavramsal becerilerle ilişkilendirilerek ele alınmıştır (MEB, 2024). Bu bağlamda bu araştırma yeni fen bilimleri öğretim programının öğrencilerden beklediği kazanımlar ile uyumludur.

BİB Rubriği'nin geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanması için uzun süreli araştırma yapılmış, rubrik geliştirme sürecinin her aşamasında uzman görüşlerine başvurulmuş, rubrik geliştirme süreci ayrıntılı olarak betimlenmiş ve puanlayıcılar arası uyum hesaplanmıştır. Bu çalışmalar geliştirilen rubriğin geçerli ve güvenilir bir rubrik olduğu yönünde kanıt sunmaktadır.

Öneriler

Bu rubriğin öğretmenlere sorgulama temelli fen eğitiminin planlanması ve uygulanması sürecinde öğrencilerin BİB gelişimini destekleyen öğretimler düzenlemekte faydalı olması beklenmektedir. Araştırmacılar sorgulama temelli fen eğitimi sürecinde öğrencilerin BİB'leri kullanabilecekleri öğretim tasarımı ve etkinlikler hazırlayarak alanyazına katkı sağlayabilir. Bu rubrik 3x2 boyuttan oluşmaktadır. Araştırmacı ve öğretmenler tek bir boyutu kullanarak araştırma yapabilirler. Ancak araştırmacı ve öğretmenlerin bu rubriği kullanırken dikkat etmeleri gereken noktalar vardır. Bu rubrikle aynı zamanda sorgulamanın ne düzeyde olduğu da görülebilir.

Kullanımına yönelik öneriler

Bir dersin sadece bir kesiti alınarak yapılan analizlerde bu rubrik sınırlı düzeyde çalışacağı için dersin ya da konunun bütününün dikkate alınması gerekmektedir. Sorgulamanın olmadığı sınıflarda rubriğin tüm kategorilerine ulaşılamayabilir. Örneğin iletişimin öğretmenden öğrenciye doğru tek yönlü olduğu bir sınıf ikliminde soru sorma kategorisi görülmeyebilir. Deneyin, gözlemin yapılmadığı bir sınıfta sürece yönelik kategoriler olmayabilir. Bu durum rubriğin fen ve sorgulama açısından bağlamsal özelliğinin önemini ortaya çıkarmaktadır. Sorgulamanın çok düşük düzeyde olduğu bir fen sınıfında ise bu rubriğin tüm alt boyutları ortaya çıkabilir ancak beceri düzeyleri düşük olabilir. Bu rubrikle sınıf söylemlerine odaklanılmış olsa da grup söylemlerinde kullanılan beceriler ya da öğrenci bazında sunulan beceriler de ölçülebilir. Ancak öğrenci bazlı değerlendirmelerde bir öğrencinin tüm alt boyutlarda BİB sunabilmesi birçok öğrencinin bulunduğu sınıflarda uzun bir süre gerektirebilir. BİB kategorilerinin ve düzeylerinin öğretmen ve araştırmacılar tarafından fark edilmeli ve öğrencilere bu becerilerin ortaokul yıllarında kazandırılmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu şekilde gelecek nesillerin bilimsel kavramları ve süreci anlamlandırabilecek, yeni bilgi üretimine destek verebilecek üretken bireylerden oluşması

sağlanabilir. Ayrıca temel eğitim almış olan toplumun her kesiminden bireyin bilim insanlarının çalışmalarını anlamlandırma ve söylemlerini anlama konusunda destekleyebilir.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Bu araştırma hiçbir kurum ya da kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Etik ile İlgili Hususlar

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Tablo 3. Etik kurul bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	: Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu
Etik değerlendirme kararının tarihi	: 28.12.2020
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	: 84982664-050.01.04

Ayrıca Aydın Milli Eğitim Müdürlüğü’nden araştırmanın MEB’e bağlı bir ortaokulda uygulanabilmesi için araştırma izni alınmıştır (74083975-605.0-E.384902) Bu araştırma 6. sınıf öğrencileri ile uygulandığı için öğrenci velilerinden veli onayı alınmıştır. Katılımcılar gönüllülük esasına göre seçilmiştir. Elde edilen verilerin gizliliğinin korunması için okul adı, şube adı ve öğrenci isimleri sunulmamıştır.

Kaynakça

Alpusari, M., Mulyani, E. A., Putra, Z. H., Widyanthi, A., and Hermita, N. (2019, November). Identifying students’ scientific communication skills on vertebrata organs. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012070). IOP Publishing.

Brennan, R. L., and Prediger, D. J. (1981). Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives. *Educational and psychological measurement*, 41(3), 687-699.

Borda Carulla, S. (2012). Tools for Enhancing Inquiry in Science Education Tools for Enhancing Inquiry in Science Education.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, K., E., Akgün, E., Ö., Karadeniz, Ş., Demirci, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi

Chang, H.P., Chen, C.C., Guo, G.J., Cheng, Y.J., Lin, C.Y., and Jen, T.H. (2011). The development of a competence scale for learning science: Inquiry and communication. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(5), 1213–1233.

Chung, Y., Yoo, J., Kim, S. W., Lee, H., and Zeidler, D. L. (2016). Enhancing students’ communication Skills in the science classroom through socioscientific issues.

International Journal of Science and Mathematics Education, 14(1), 1–27.
<https://doi.org/10.1007/s10763-014-9557-6>

Cirino, L. A., Emberts, Z., Joseph, P. N., Allen, P. E., Lopatto, D., and Miller, C. W. (2017). Broadening the voice of science: Promoting scientific communication in the undergraduate classroom. *Ecology and Evolution*, 7(23), 10124-10130.

Cuccio-Schirripa, S., and Steiner, H. E. (2000). Enhancement and analysis of science question level for middle school students. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(2), 210-224.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46.

Gillies, RM (2016). İşbirlikçi sınıfta diyalojik etkileşimler. *International Journal of Educational Research*, 76, 178-189.

Güney, S. (2023). Fen bilimleri derslerinde 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel iletişim becerilerinin geliştirilmesine yönelik eylem araştırması Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Kanadlı, S. (2012). Öğretmenlere yönelik hazırlanan bir mesleki gelişim programının etkililiğinin incelenmesi Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

Kang, H. T., and Noh, S. G. (2017). The Effect on Elementary Science Education Based on Student's Pre-Inquiry. *Universal Journal of Educational Research*, 5(9), 1510-1518.

Kutu, H., ve Sözbilir, M. (2011). Öğretim Materyalleri Motivasyon Anketinin Türkçe'ye Uyarlanması: Güvenirlilik ve Geçerlik Çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1).

Landis, J. R., and Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., and Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83.

Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the relationship between nature of scientific knowledge and scientific inquiry: Implications for curriculum and classroom practice. *Science and Education*, 28, 249-267.

Marshall, J. C., Smart, J., and Horton, R. M. (2010). The design and validation of EQUIP: An instrument to assess inquiry-based instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 299-321.

MEB. (2018). İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB. (2024). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. Ankara. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

2022 PISA Türkiye raporu. https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2023_12/05125555_pisa2022_rapor_051223.pdf

Menzi Çetin, N. ve Akkoyunlu, B. (2017). Dijital okuryazarlık ve bilimsel iletişim. Eğitim Teknolojileri Okumaları 2017, 109.

Menzi Çetin, N. (2018). *Bilimsel iletişim öğretim programının geliştirilmesi ve altıncı sınıf öğretim programı ile kaynaştırılması* Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Mertler, C. A. (2000). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical assessment, research, and evaluation*, 7(1), 25.

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: The National Academies Press.

Nichols, K., Burgh, G., and Kennedy, C. (2017). Comparing two inquiry professional development interventions in science on primary students' questioning and other inquiry behaviours. *Research in Science Education*, 47(1), 1-24.

Nielsen, K. H. (2013). Scientific communication and the nature of science. *Science and Education*, 22, 2067-2086.

National Research Council, Singer, S. R., Nielsen, N. R., and Schweingruber, H. A. (2012). Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering (pp. 6-11). Washington, DC: National Academies Press.

OECD, (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm>

Özmen Hizarcıoğlu, B. (2013). *Problem çözme sürecinde dereceli puanlama anahtarı (rubrik) kullanımında puanlayıcı uyumunun incelenmesi* (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... and Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.

Sapriadi, S., Setiawan, A., Suhandi, A., Malik, A., Safitri, D., Lisdiani, S. A. S., and Hermita, N. (2018, May). Optimizing students' scientific communication skills through higher order thinking virtual laboratory (HOTVL). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1013, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.

Scalise, K., and Clarke-Midura, J. (2018). The many faces of scientific inquiry: Effectively measuring what students do and not only what they say. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(10), 1469-1496.

Schafer, M. S. (2009). From public understanding to public engagement: An empirical assessment of changes in science coverage. *Science communication*, 30(4), 475-505.

Schultz, D. M. (2010). A university laboratory course to improve scientific communication skills. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(9), 1259-1266.

Spektor-Levy, O., Eylon, B. S., ve Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference? *International journal of science and mathematics education*, 7(5), 875-903

Sugito Sugito, S. M. E., ve Hartono, S. (2017). The Learning Syntax Through Edmodo in the Beginners Class.

Van der Veen, C., de Mey, L., van Kruistum, C., and van Oers, B. (2017). The effect of productive classroom talk and metacommunication on young children's oral communicative competence and subject matter knowledge: An intervention study in early childhood education. *Learning and instruction*, 48, 14-22.

Widanski, B., Thompson, J. A., and Foran-Mulcahy, K. (2020). Improving students' oral scientific communication skills through targeted instruction in organic chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3603-3608.

Wu, H. K., ve Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313.

Yore, L. D., Florence, M. K., Pearson, T. W., and Weaver, A. J. (2006). Written discourse in scientific communities: A conversation with two scientists about their views of science, use of language, role of writing in doing science, and compatibility between their epistemic views and language. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 109-141.

EXTENDED SUMMARY

The term "scientific communication skills" (SCS) refers to the abilities utilized by scientists in the process of accessing, evaluating, explaining information in various formats, communicating it to others, and interpreting the transmitted information (Menzi & Çetin, 2018). Students can contribute to the creation of scientific knowledge by offering explanations about the concept or process, posing questions, or engaging in rebuttals of alternative ideas in verbal interactions within science classes (Gillies, 2016). Scientific communication skills are addressed at a limited level within life skills in the 2018 programme and social-emotional learning skills in the 2024 programme. A review of the literature revealed the absence of any measurement tools used by students during science courses based on scientific inquiry to assess their SCS. In some studies, SCS were examined in categories that can be used at different educational levels, in different courses, or in all courses. Some studies (Widanski, Thompson and Foran-Mulcahy, 2020) have been conducted that have addressed only one of the dimensions. These include Marshall et al. (2010), Kang and Noh (2017), which include only explanations, questions or rebuttals. Some studies have examined the use of SCS in an activity that takes place within the context of science courses, such as the experimental process or the preparation of written reports. The studies in question do not provide a sufficiently comprehensive overview of SCS. In this context, the objective of this study is to develop a rubric for measuring the SCS of sixth grade students within the scope of an inquiry-based science course.

An analytical rubric was developed to assess and quantify the SCS utilized by students in science classes. The study was conducted over eight weeks during the 2019-2020 academic year with students enrolled in the sixth grade of a public school situated in a city center in the west of Turkey. Participants were selected through an appropriate sampling method. The research was conducted over the course of 33 lessons, which were delivered by the first researcher, who holds a master's degree in science education and has been employed as a science teacher in a public school for 11 years. In these lessons, lesson plans and inquiry skill activity forms were utilised, which were prepared with guided inquiry in mind. The students participated in a variety of activities, including group work, research presentations, discussions, experiments, model creation, and model presentations. The data collected through video recordings of science lessons and teacher diaries were analysed using content analysis. The transcripts were subjected to separate coding by two researchers, resulting in the identification of categories of SCS. The categories were divided into levels and presented to an expert panel for review. In the analysis, the performance criteria and levels of the rubric were determined, and definitions of the performance levels were conducted.

The SCS rubric is comprised of three categories: explaining, asking questions, and using rebuttals. The lowest possible score is one point, while the highest is 24 points. Each criterion is divided into four levels. In this context, scores of 1-6 are considered to be of a "low" quality, scores of 7-12 are considered to be of a "medium" quality, scores of 13-18 are considered to be of a "good" quality, and scores of 19-24 are considered to be of a "very good" quality. The subcriteria of the rubric consist of concept-oriented and process-oriented skills. Concept-oriented skills encompass the ability to explain, pose questions, and engage in

rebuttals pertaining to a scientific concept. Process-oriented skills are related to students' scientific inquiry process, which encompasses experimentation, discussion, observation, and modelling. The act of explaining a scientific concept or questioning process is a key aspect of students' engagement in classroom discourse in science courses. Questioning is defined as students' questions about scientific concepts or the inquiry process they experience in science classes. The utilisation of rebuttals entails the expression of students' objections and justifications pertaining to disparate ideas pertaining to a scientific concept or inquiry process.

SCS (Pedaste et al., 2015) should be employed throughout the inquiry-based science education process, as they represent the fundamental abilities that facilitate student engagement in these courses. Despite the fact that SCS is one of the key objectives of science courses, it is frequently overlooked. Inquiry-based science courses were found to encompass three main categories of skills: making explanations, asking questions and using rebuttals. These categories were further subdivided into subcategories related to concepts and processes. A three-by-two-dimensional rubric was developed to assess these skills. The categories in the developed rubric diverge from those in the literature in that they take into account the concept and process dimensions of inquiry-based science education (Lederman, 2019). The categorisation of SCS in terms of concept and process revealed the contextual nature of inquiry-based science education. The determination of performance levels in this research revealed the hierarchical structure of SCS. This rubric differs from the studies measuring SCS in the literature, namely Chang et al. (2011) and Widanski et al. (2020). In light of this rubric, SCS is classified as a skill related to scientific concepts and the scientific process. In light of the necessity of inquiry-based science education to provide students with conceptual knowledge and an understanding of the process (Lederman, 2019), the importance of this distinction becomes evident.

Researchers and teachers are able to conduct research using a single dimension of this rubric. In instances where only a cross-section of a lesson is collected, the SCS rubric is only applicable at the limited level. Therefore, it is essential to consider the entirety of the lesson or topic in question. In classes where there is no questioning, it is not possible to assess all categories of the rubric. It is not possible to observe process-oriented skills in a classroom where experiments and observations are not conducted. This situation demonstrates the expansion of the contextual feature of the rubric in terms of science and inquiry. In a science class where questioning is at a low level, all sub-dimensions of this rubric may be observed, but the skill level may be low.