



An Analysis of the Factors Determining the Effectiveness of Chemistry Education by Using Fishbone Analysis and AHP-PROMETHEE Techniques*

Mehmet YÜKSEL¹, Metin DAĞDEVİREN², Mehmet KABAK³

¹ Gazi University, yukselmehmet@gazi.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-0124-1992>

² Gazi University, metindag@gazi.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-2121-5978>

³ Gazi University, mkabak@gazi.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-8576-5349>

Received: 08.02.2018

Accepted: 25.05.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.437833

Abstract – In secondary education, the main aim of chemistry course is education the essential principle and concepts of scientific thought based chemistry. Thus, students acquire the understanding the knowledge and skills the concept and problems that related the chemistry field. In this study effectiveness of chemistry education was analysed according to the goals of the chemistry education in macro level for a high school. Goals of the chemistry education were identified as a result of the analysis within the context of this study of the curriculum. As part of this study, the goals of the chemistry education that are chemistry literacy, preparation to working life, and academic improvement were specified. In this study, Fishbone Analysis, the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) Techniques were used. Within the study, a unit of analysis is a high school. In study relative weights of the goals of the chemistry education were determined by using the AHP. Factors affecting the effectiveness of the education of the 9th grade chemistry course were decided by the Fishbone Analysis based on the literature. Factors that influence the effectiveness chemistry education that were classified in the six groups and 29 factors were found as indicative according to the opinion of the expert team. The data were entered to the Decision Lab program and was analysed by the PROMETHEE. According to the PROMETHEE I and PROMETHEE II analysis at the institutional level the partial ranking and complete ranking of the factors that affecting effectiveness chemistry education were determined. According to the results, actuality of curriculum, activities of curriculum, general system of education, qualification of manager, motivation of teaching staff, motivation of students were determined as the first factors for the effectiveness of the chemistry education.

Keywords: Chemistry education, fishbone, academic achievement, AHP, PROMETHEE

¹ Corresponding Author: Mehmet YÜKSEL, Gazi University, TUSAŞ-Kazan Vocational School, Kahramankazan, Ankara/TURKEY, E-mail: yukselmehmet@gazi.edu.tr

* This study was presented as oral presentation in 19th International Conference on Researches in Science & Technology (ICRST), 27-28 July 2017, Barcelona, Spain.

Summary

Introduction

Realization the purposes of education is possible with the effectiveness of the education activities. Thus teachers, managers and other related authorities have cared the effectiveness of the education. In the literature, the effectiveness concept was identified diversely. The main reason of this is that the effectiveness concept was found as important in the other field of the life or activities. In this way effectiveness was identified as various in the literature. In the literature, the effectiveness was identified as a result of a activity as the degree of the realization of the purposes (Balci, 1988; Karşlı, 1998; Koçak & Helvacı, 2011; Özcan & Çetin, 2016; Yeşilyurt & Gül, 2008). One of the fields of science is the chemistry science field that effectiveness was made as research object (Aydın, 2006; Morgil & Yılmaz, 1999; Sözbilir, 2013). In the related literature about other science field were studied numerous and detailed study (Childs, 2009) but studies of chemistry education effectiveness were limited and were made on the students (Şenocak, 2011), teacher (Yıldırım, Er-Nas & Ayas, 2009), curriculum (Aydın, 2006; Yıldırım & Canpolat, 2013). When examining as a concept the facts that are education, chemistry education and effectiveness their nature has various factors and multi-pattern. For instance, curriculum, teacher, student, school, teaching equipment and technique, environment, family, culture and other various factors have determined the effectiveness of the education. Thereby in the effectiveness studies, the problem should be examined as multi-criteria. Another subject, factors that were contained as factors by the effectiveness studies may not be in the quantitative structure. Thusly, in the effectiveness studies should be considered features of the qualitative factors that have the difficulty of the evaluation as quantitative. Another issue is weights of the criteria that are based on the evaluation of the effectiveness. So weights of the criteria should be calculated in the effectiveness studies. Scarcely based on the abovementioned issues the effectiveness studies were not happened in the literature review. Herewith in this study, the effectiveness of the high school chemistry course was determined by the Fishbone Analysis and the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) Techniques.

Method

In this study, the holistic and multi-criteria decision approaches were used. Factors that formed the structure of the chemistry education effectiveness were determined by the

Fishbone Analysis based on the literature. The prioritization of the chemistry education purposes was made by the Analytic Hierarchy Process. Evaluating and ranking the effectiveness factors based on the goals of the chemistry course were performed by the Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) Technique. In this study because chemistry education effectiveness was studied at the school level, a unit of analysis of the study was high school. Consequently, data of the study were derived from the expert team opinion. In this study Excell (Microsoft Office, Package 2007), Expert Choice (2000) and Decision Lab (2000) program were used in the analysis of the data.

Findings

The first step of the study chemistry education effectiveness factors were determined by the Fishbone Analysis. In consequence of fishbone analysis, 29 effectiveness factors were gathered in the groups that are curriculum, infrastructure, school management, teaching staff, students, parent-teacher cooperation. The second step, chemistry education purposes were determined based on the curriculum of the 9th grade chemistry course. Chemistry education purposes are chemistry literacy, preparation to working life and academic improvement. In the third step, weights of the chemistry education purposes were calculated by the AHP technique. In the fourth step of the study the chemistry education effectiveness factors were analysed by the PROMETHEE technique. In this step firstly each factors were evaluated according to the chemistry education purposes based on the expert team opinion. Then acquired data were transferred to the Decision Lab (2000) program and were made the PROMETHEE I and PROMETHEE II analyses. By the PROMETHEE I partial ranking results were determined. PROMETHEE II, complete ranking results were performed. PROMETHEE II results indicated that factors were ranked for all factors. When compared the complete ranking results and partial ranking results, ranking was not different between PROMETHEE I partial ranking and PROMETHEE II complete ranking.

Conclusion

Results of the study determining by the fishbone analysis chemistry education effectiveness factors that are 6 groups and 29 factors were analysed by the PROMETHEE based on the chemistry education purposes. According to the results ranking of the chemistry education effectiveness factors were determined. At the same time factors could be ranked by the PROMETHEE as comparative. In this study, actuality of curriculum, activities of curriculum, general system of education, qualification of manager, motivation of teaching

staff, motivation of students were determined as the first factors for the effectiveness of the chemistry education. Results of the study have provided the information to the school administration for taking precaution for the chemistry education effectiveness. In this study crisp number were used in the analysis. Future studies could be made by the fuzzy number. As stated in the literature (Capaldo & Zollo, 2001; Şen, 2001; 2003) crisp number can be more feasible for evaluating qualitative factors.

Kimya Eğitiminin Etkililiğini Belirleyen Faktörlerin Balık Kılıçığı Analizi ve AHP-PROMETHEE Teknikleri ile İncelenmesi*

Mehmet YÜKSEL¹, Metin DAĞDEVİREN², Mehmet KABAK³

¹ Gazi Üniversitesi, yukselmehmet@gazi.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-0124-1992>

² Gazi Üniversitesi, metindag@gazi.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-2121-5978>

³ Gazi Üniversitesi, mkabak@gazi.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-8576-5349>

Gönderme Tarihi: 08.02.2018

Kabul Tarihi: 25.05.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.437833

Özet – Ortaöğretim düzeyinde kimya dersinin temel amacı bilimsel düşüncenin temel ilke ve kavramlarını kimya bilim alanı bağlamında eğitim ve öğretimidir. Böylece öğrencinin kimyanın ilgi alanındaki olgu ve problemleri anlama bilgi ve becerisini kazanması sağlanır. Bu çalışmada kimya eğitiminin etkililiği makro boyutta kimya eğitiminin amaçları bağlamında analiz edilmiştir. Araştırma kapsamındaki öğretim programının analizi neticesinde kimya eğitiminin amaçları belirlenmiştir. Bu çalışmanın kapsamında kimya eğitimi amaçları olarak kimya okuryazarlığı, çalışma yaşamına hazırlık ve akademik ilerleme olarak belirlenmiştir. Çalışmada Balık Kılıçığı Analizi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) teknikleri kullanılmıştır. Araştırmanın kapsamındaki analiz birimi lise düzeyinde eğitim yapan bir okuldur. Kimya eğitimi amaçlarının göreceli ağırlıkları AHP ile hesaplanmıştır. Balık kılıçığı analizi ile lise 9. sınıf seviyesinde verilen kimya dersi eğitiminin etkililiğindeki olası faktörler literatürde yer alan çalışmalar esas alınarak belirlenmiştir. Uzman ekibin görüşüne göre kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörler altı grupta toplanmış olan 29 faktörden oluşmuştur. Balık kılıçığı analizi neticesinde belirlenmiş olan faktörlere ilişkin veriler Decision Lab programına aktarılmış ve PROMETHEE tekniği ile analiz edilmiştir. PROMETHEE I ve PROMETHEE II analizi sonuçlarına göre kurumsal düzeyde lise 9. sınıf kimya dersi eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin kısmi ve tam sıralaması belirlenebilmiştir. Çalışmada öğretim programının güncelliği, öğretim program etkinlikleri, genel eğitim sistemi, yönetici yeterliliği, öğretim kadrosunun motivasyonu, öğrencilerin motivasyonu kimya eğitimi etkililiğinde birinci derecede önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kimya eğitimi, balık kılıçığı, akademik başarı, AHP, PROMETHEE

¹ Sorumlu Yazar: Mehmet YÜKSEL, Gazi Üniversitesi, TUSAŞ-Kazan Meslek Yüksekokulu, Kahramankazan, Ankara/TURKEY, E-mail: yukselmehmet@gazi.edu.tr

* Bu çalışma, sözlü bildiri olarak 27-28 Temmuz tarihlerinde 19th International Conference on Researches in Science & Technology (ICRST) kongresinde sunulmuştur.

Giriş

İnsanoğlunun yaşam kalitesini geliştirmede, karşılaşmış olduğu güçlükleri çözmede ya da merakını aşmada yegâne unsur olarak bilimin vazgeçilmezliğini kavramasıyla birlikte, eğitimin insanoğlunun yaşamında ayrıcalıklı bir önemi olmuştur. Diğer bir ifadeyle insanoğlunun yaşamı ve evreni anlamaya yönelik bilimsel faaliyetlerinde (Saruhan & Özdemirci, 2005) eğitim faaliyeti önemli bir araç olarak kullanılmıştır. Eğitim olgusunun tarihsel süreç içerisinde farklı şekil ve bağlamlarda olmak üzere insanlık tarihinin her evresinde insanoğlunun yaşamını biçimlendirmiş olduğu söylenebilir. Bununla birlikte en azından bilinen tarihsel süreç içerisinde Sokrates ile başlayan Platon ve Aristo ile günümüze kadar devam eden insanoğlunun bilgisizliğini giderme (Saruhan & Özdemirci, 2005) ve sahip olduğu bilgi birikimini çoğaltmaya ve böylece yaşamı anlamlaştırmaya yönelik çabaların yeryüzünde yalnızca insanoğluna ait olduğu görülmektedir. İnsanın en önemli özelliklerinden biri insanın içinde bulunduğu dünyayı, yaşadığı toplumu, geçmişini, bütün yönleri ile kendisini tanımak ve bilmek istemindedir (Arslan, 2002). İnsanoğlu bunu yine kendisinin ürünü olan bilim ve eğitim ile mümkün kılmaya çalışmaktadır. Dolayısıyla eğitim insan hayatının önemli bir alanını oluşturmaktadır (Yaşar & Sözbilir, 2017).

Ancak eğitim faaliyeti ile insanoğlunun amaçlamış olduklarını gerçekleştirmesinde öncelikli amaç, eğitim faaliyetinin etkililiği ile mümkündür. Literatürde etkililik kavramının farklı tanımlarının yapıldığı görülmektedir. Bunun başlıca nedeni etkililik kavramının insanoğlunun yaşamının diğer alanlarında ya da faaliyetlerinde de önemli bulunmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim literatürde etkililiği konu edinen (İra & Şahin, 2010; Torun, Kaplan & Ergülen, 2008) çalışmalarda yapılan tanımlamalardaki farklılık görülmektedir. Bu durum faaliyet türleri ya da özellikleri bağlamında etkililik kavramının tanımını farklılaştırabilmekte ve yüklenilen anlam çeşitlenebilmektedir. Bu çalışmada, etkililik kavramı ile ifade edilmek istenen bir faaliyetin neticesinde amaçların gerçekleşme derecesidir. Bu tür bir tanımlamayı esas alan çalışmalar literatürde yer almaktadır (Balcı, 1988; Karlı, 1998; Koçak & Helvacı, 2011; Özcan & Çetin, 2016; Yeşilyurt & Gül, 2008). Literatürde eğitimin etkililiğini konu edinen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Lee, Zuze & Ross, 2005; Özcan & Çetin, 2016; Senemoğlu, 1989; Torun, Kaplan & Ergülen, 2008). Bununla birlikte eğitimin etkililiğine ilişkin çalışmaların içeriği, yöntemi ilgili alan ve konulara göre farklılaşmakla birlikte araştırmaların her geçen gün artarak devam etmiş olduğu görülmektedir. Bu eğilimin başlıca nedeni eğitimin kazanımlarının insanoğlunun yaşamındaki rolünden kaynaklanmaktadır. Eğitime konu olan bilim alanlarından biri de yaşamı, doğayı,

evreni anlama ve açıklamadaki rolü ile fen eğitimi ve onun başlıca alanlarından biri olan kimya bilim alanıdır (Aydın, 2006; Morgil & Yılmaz, 1999; Sözbilir, 2013). Yaşamın her alanına yönelik eğitimin etkililiğinin araştırılması önemli olmakla birlikte fen eğitimi temel alanlarından biri olan kimya eğitiminin doğasından kaynaklanan eğitim ve öğretim güçlükleri (Childs, 2009; Tezcan & Erçoklu, 2010) kimya eğitiminin etkililiğinin irdelenmesini önemli kılmaktadır. Nitekim ilgili literatürde bu konuda yapılmış çok sayıda ve ayrıntılı çalışmalar bulunmakla birlikte (Childs, 2009) kimya eğitiminin etkililiğini araştırmaya ve sorunları çözmeye yönelik olarak öğrenci (Şenocak, 2011), öğretmen (Yıldırım, Er-Nas & Ayas, 2009), program temelli (Aydın, 2006; Yıldırım & Canpolat, 2013) ya da kurumsal (Doğan, Apaydın & Önen, 2005; Yıldırım, 2012) düzeyde çalışmalar yapılmıştır. Araştırma yapma eğilimi her geçen gün artan bilgi birikiminin eğitim sürecinde öğrenenlere kazandırılmasında karşılaşılan sorunları ya da güçlükleri aşmaya yönelik çabalar olarak düşünülebileceği gibi, ilgili alandaki bilgi birikimini eğitim alan öğrencilere daha fazla ve güçlük olmadan kazandırmak amacını taşımaktadır. Bununla birlikte eğitim ve öğretim hizmetinin etkililiği birçok kesimi ya da paydaşı da ilgilendirmektedir. Çünkü eğitimin amacına ulaşmasının neticesinde edinilmiş olan kazanımlar makro düzeyde bilgi birikimine ve dolayısıyla bilimin gelişmesine katkı sağlarken, mikro anlamda birey ve eğitim kurumunun amaçlarının gerçekleşmesine olanak vermektedir. İlgili paydaş ve kesimlerin beklentileri eğitim ve öğretim hizmetinin etkililiğini önemli kılmaktadır. Ancak eğitim ve kimya eğitimi kavramlarında olduğu gibi, etkililik kavramının da doğasının homojen bir yapıdan ziyade, çok unsurlu bir bileşimde olduğu ve dolayısıyla etkililik kavramı çok sayıda unsurun (Balcı, 1988) bir fonksiyonu niteliğindedir. Bir diğer ifadeyle eğitim, kimya eğitimi ve etkililik olgularının çoklu bir örüntüsü bulunmaktadır. Örneğin eğitim etkililiğinin değerlendirilmesinde program, öğretmen, öğrenci, okul, öğretim araç ve teknikleri, çevre, aile, kültür gibi çok sayıda ve çeşitlilikteki faktörle karşılaşmak olasıdır. Dolayısıyla etkililiğin yapısıyla uyumlu bir yaklaşımla değerlendirilmesi sorunun açıklanmasında işlevsel olabilecek sonuçlar mümkündür. Diğer bir konu ise etkililiğe konu olan faktörlerin nicel bir yapıda olmayabileceğidir. Nitel yapıda olan faktörlerin değerlendirilmesinin güçlüğüne dikkate alınması da etkililik olgusunun araştırılmasını gerektirmektedir. Belirtilmesi gereken bir diğer boyut ise etkililik değerlendirmesinde temel alınacak ölçütlerin değerlendirmedeki rollerinin, bir başka deyişle görece ağırlıklarının farklı olabilmesidir. Dolayısıyla eğitim olgusunun etkililiğinin değerlendirilmesinde temel alınan kriterlerin ağırlıklarının dikkate alınmasıyla gerçekleştirilecek ölçmenin amaçlanan değerlendirmeyi yapılabilmesine imkân verebilecektir. Bir başka husus ise yine değerlendirmede temel alınan kriterlerin fonksiyonel yapılarının etkililik olgusunun

değerlendirmesinde önemli olduğudur. Ancak belirtilen bu hususlar bağlamında literatür incelemesinde eğitimin etkililiğini konu edinen çalışmalara rastlanılmamıştır.

Literatür İncelemesi

Çalışmanın kapsamında yer alan teknikler bağlamında literatür incelendiğinde, balık kılçığı analizi eğitim alanındaki çeşitli sorunların tanımlanmasında ve çözümünde kullanılmıştır. Balık kılçığı tekniğinin ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim alanında farklı eğitim faaliyetleri ve süreçlerini kapsayan araştırmalarda işlevsel bir teknik olarak kullanıldığı literatür incelemesinde görülmektedir. Balık kılçığı tekniği eğitim sürecinde sosyal bir problemin analitik bir diyagram ile çözümüne olanak veren öğretimsel bir etkinlik olarak da kullanılmaktadır. Örneğin balık kılçığı tekniğinin kavram haritalarının oluşturulmasında ve coğrafya eğitimi içeriğinde yer alan kavramların öğretilmesinde işlevsel olduğu ifade edilmektedir (Sever, Budak & Yalçınkaya, 2009).Kutlu, Abalı ve Eren (2012) yaptıkları çalışmada balık kılçığı tekniğini öğrencinin seçmeli derslerini seçme kararındaki kriterlerin belirlenmesinde işlevsel olduğunu saptamışlardır. Ghosh (2014) ise balık kılçığı tekniği ile işletme okullarındaki yaratıcılığı geliştirmeye yönelik bileşen ve alt bileşenlerin analitik bir yaklaşımla sınıflandırmıştır. Demirkan ve Saraçoğlu (2016) yapmış oldukları araştırmada balık kılçığı tekniğinin az sayıda da olsa öğretmenlerin tercih etmiş oldukları öğretim yöntemleri ve tekniklerinden biri olduğunu saptamışlardır. Slameto (2016) okul kalitesinin geliştirilmesi amacıyla balık kılçığı tekniği analizini kullanmıştır. Bekereci ve Yazıcı (2017) balık kılçığı tekniğini bir öğretim yöntemi olarak deneysel bir çalışmada kullanmıştır. Çalışmalarında balık kılçığı tekniği ile insan vücudundaki sistemler ünitesinin öğretiminde öğrencilerin akademik başarılarına etkisi araştırma konusu yapılmıştır. Balık kılçığı tekniğinin akademik başarıyı artırdığı ifade edilmiştir.

Çalışmada kullanılan diğer tekniklerden biri olan PROMETHEE tekniği çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir (Brans ve Vincke, 1985; Brans, Vincke ve Mareschal,1986). PROMETHEE problemin çözüm alternatiflerini çok kriterli ve farklı fonksiyon yapıları bağlamında sıralama yapan bir teknik olması nedeniyle geliştirilmiş olan çeşitli çok ölçütlü karar verme yöntemleri arasında tercih edilen bir tekniktir. Uygulama alanının kimya, çevre yönetimi, hidroloji ve su yönetimi, işletme ve finans yönetimi, lojistik ve taşıma, üretim ve montaj, enerji yönetimi, sosyal ve diğer konular olduğu görülmektedir. Son dönemde tıp, tarım, tasarım ve eğitim alanındaki çalışmalarda da kullanılmaktadır (Behzadian, Kazemzadeh, Albadvi & Aghdasi, 2010). Az sayıda da olsa PROMETHEE eğitim alanında karşılaşılan bazı problemlerin çözümünde uygulanmıştır. Bu çalışmalardan

birinde (Colson, 2000) öğrencilerin en iyi çalışmasını ve adayları değerlendirmek, diğer bir çalışmada ise (Özerol & Karasakal, 2008) iş idaresi uzmanlık programlarının sıralaması için PROMETHEE tekniği kullanılmıştır. Kabak ve Dağdeviren (2014) ise melez bir yaklaşımla Analitik Ağ Prosesi (ANP) ile PROMETHEE tekniklerini öğrencilerin en uygun üniversite tercihini belirlemede kullanmışlardır.

Çalışmada kullanılan diğer çok ölçütlü karar verme tekniği Saaty (1980) tarafından geliştirilmiş olan AHP tekniğidir. AHP tekniğine ilişkin literatür incelemesinde mühendislik, işletme, sosyal meseleler, enerji gibi farklı alanlarda kullanılan ve çok sayıda (Al-Harbi, 2001; Dağdeviren, 2008; Partovi,1994; Vaidya &Kumar, 2006; Yavaş, Ersöz, Kabak & Ersöz, 2014) çalışmanın olduğu görülmüştür. Çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biri olan AHP yönteminin eğitim alanında bazı çalışmalarda kullanılmıştır. Kutlu, Abalı ve Eren (2012) lisans programında seçmeli derslerin seçiminde öğrencinin kararını belirlenmesinde temel alınan kriterlerin ağırlıkların hesaplanmasında AHP tekniğini kullanmıştır. Yüksel (2012) yapmış olduğu çalışmada kimya eğitimi etkililik konusunu AHP tekniğiyle kimya eğitim amaçları temelinde incelemiştir. Çalışmada AHP tekniği ile beş ana amaca göre 30 alt amacın ağırlıkları hesaplanmıştır. Çalışmada hesaplanan ağırlıklar dikkate alınarak araştırmanın kapsamındaki dokuzuncu sınıf kimya dersinin etkililik düzeyi hesaplanmıştır. Bir başka çalışmada (Yüksel, 2013) 9. sınıf kimya dersinin konularının ağırlıkları ve konuların ağırlıklarına göre öğretim yöntemleri AHP tekniği ile belirlenmiştir. Çalışmada kimya dersi konularına göre öğretim yöntemlerinin sıralaması, sırasıyla anlatım, gösteri, laboratuvar, soru-cevap ve proje çalışması şeklinde belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada (Yüksel&Geba,2015) kimya öğretmeni performansı kimya bilgisi, kimya eğitimi bilgisi, kimya okuryazarlık alan yeterliklerinin içerdiği 13 alt faktöre göre AHP tekniği ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kimya bilgisinin öğretmen performans değerlendirmesinde kimya eğitimi bilgisi ve kimya okuryazarlığı alanından daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Yukarıda verilen literatür bilgisi ve ifade edilen görüş bağlamında bu çalışmada lise 9. sınıf düzeyinde verilen kimya dersi eğitiminin etkililiği balık kılçığı analizi neticesinde belirlenmiş faktörler bağlamında çok ölçütlü karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) teknikleriyle değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada bu tekniklerin tercih edilmesinin başlıca nedeni tekniklerin etkililik olgusuyla uyumlu yaklaşımlar niteliğinde ve işlevselliğinde olmasıdır. Bu amaç temelinde çalışmada cevap aranan sorular şöyledir:

- 1- Kimya eğitiminin etkililiğinde belirleyici olan faktörler sistematik ve analitik bir yaklaşımla nasıl belirlenebilir?
- 2- Kimya eğitiminin etkililiğinde belirleyici olan faktörler nelerdir?
- 3- Kimya eğitiminin etkililiğinde temel alınan amaçların ağırlıkları nasıl belirlenebilir?
- 4- Kimya eğitiminin etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin genel önem düzeyleri nasıl hesaplanabilir?
- 5- Kimya eğitiminin etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin görelî önem düzey sıralaması nasıl belirlenebilir?

Yöntem

Bu çalışmanın yöntemi çok ölçütlü karar verme tekniklerinin yapısı ve işleyişi temelinde oluşturulmuştur. Çalışmada çok ölçütlü yaklaşımlar kullanılmasının temel nedeni çok ölçütlü yaklaşımların bütüncül özelliklerinin araştırmanın amacıyla uyumlu olmasıdır. Çalışmada kullanılan balık kılıcı tekniğı ile kimya eğitimi etkililiğinin yapısı ve örüntüsünü oluşturan faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Balık kılıcı ya da literatürde Ishikawa diyagram olarak da bilinen ve görünüm olarak balığın iskeletine benzeyen bu teknik esas itibariyle neden-sonuç geliştirme modeli düşüncesi bağlamındadır ve bu yaklaşım kalite yönetimi öncüsü Kaoru Ishikawa (Shinde, Ahirrao, & Prasad, 2018) tarafından geliştirilmiştir.

Balık kılıcı tekniğı problemin potansiyel nedenlerini temel bileşenlerine ve öğelerine ayırmaya imkân veren bir yaklaşıma sahiptir. Balık kılıcı tekniğı başlangıçta sorun çözme ve kalite geliştirme faaliyetlerinde kullanılmıştır. Balık kılıcı tekniğı yaklaşımının temel özelliğı, özellikle çok unsurlu bir yapısı olan probleme holistik bir genel değerlendirme ve bakış sağlayan bir düşünce fırsatı vermesidir (Desai, Desai & Ojode, 2015). Bu özelliklerinden dolayı bu çalışmada eğitimin etkililiğini belirleyen faktörlerin tespit edilmesinde balık kılıcı tekniğı kullanılmıştır. Literatürde yer alan çalışmaların incelenmesi neticesinde balık kılıcı tekniğinin problemlere analitik bir yaklaşım sağladığından dolayı işletme, yönetim, finans, kalite, eğitim gibi yaşamın çeşitli alanlarına yönelik problemlerin çözümünde (Bekereci & Yazıcı, 2017; Ghosh, 2014; Li & Lee, 2011; Slameto, 2016) kullanıldığı görülmektedir.

Çalışmada kullanılan diğeri bir teknik ise çok ölçütlü bir yapısı olan AHP tekniğidir. AHP tekniğı ile kimya eğitiminin amaçlarının ağırlıkları hesaplanmıştır. AHP’de ağırlıkların belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrislerinin Tablo 1’de gösterilen ölçek ile oluşturulması gerekmektedir (Saaty, 1980; Saaty, 1986). Matriste *i*. unsur ile *j*. unsurun ikili

karşılaştırılması a_{ij} ile gösterilmektedir. Öte yandan j . unsur ile i . unsurun karşılaştırılması da a_{ji} ile belirtilmektedir. Buna göre a_{ji} unsurunun karşılık değeri $a_{ji} = 1/a_{ij}$ eşitliğidir.

Tablo 1. AHP Ölçeği

a_{ij}	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki etkinlik eşit derecede amaca katkıda bulunmakta
3	Zayıf önem	Etkinlik diğerine kıyaslandığında nispeten tercih edilir
5	Güçlü önem	Etkinlik diğerine kıyaslandığında güçlü tercih edilir
7	Çok güçlü ya da kanıtlanmış önem	Etkinlik diğerine kıyaslandığında çok güçlü tercih edilir
9	Mutlak önem	Etkinliğin diğerine tercih edilmesindeki kanıtın çok yüksek güvenilirlik derecesi vardır
2,4,6,8	Ara değerler	İhtiyaç olduğunda kullanılır

AHP’de öncelik vektörü $(A - \lambda_{\max} I)W = 0$ eşitliği ile belirlenmektedir. Eşitlikte A ikili karşılaştırma matrisini, W özvektör ve λ_{\max} ise A matrisinin en büyük özdeğerini göstermektedir. AHP’de ikili karşılaştırmaların tutarlılık oranı da hesaplanabilmektedir (Saaty, 1980; Saaty, 1991). Tutarlılık oranı ($T.O$) tutarlılık indeksi ($T.I$) ve rassal indeks ($R.I$) değerleriyle belirlenmektedir. Tutarlılık indeksi $T.I = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ eşitliği ile hesaplanmaktadır. Eşitlikteki “ n ” matrisin boyutunu tanımlamaktadır. Rassal indeks ise matrisin boyutuna göre farklılaşmaktadır (Saaty, 1980). Buna göre ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı $T.O = T.I/R.I$ eşitliğiyle belirlenmektedir. İkili karşılaştırmaların tutarlılık oranı 0,10’dan küçük olması gerekmektedir. AHP tekniğinin problemlerin çözümünde uygulaması Expert Choice (2000) programı ya da Excel ile yapılabilmektedir.

Çalışmada kullanılan diğer çok ölçütlü karar verme tekniği ise PROMETHEE’dir. PROMETHEE Tekniği işletme, kimya, lojistik ve taşımacılık, üretim, enerji yönetimi, tıp, tarım, eğitim, tasarım ve sosyal bilimler alanındaki çok ölçütlü karar verme ve değerlendirme problemlerinde kullanılmaktadır (Behzadian, Kazemzadeh, Albadvi, & Aghdasi, 2010). PROMETHEE tekniği alternatiflerin çok ölçütlü kriterler temelinde değerlendirilmesine olanak sağlayan bir yaklaşımdır. Bir diğer temel özelliği ise PROMETHEE’nin temel aldığı kriterlerin farklı fonksiyon yapılarında analiz edilebilmesine olanak vermesidir (Behzadian, Kazemzadeh, Albadvi & Aghdasi, 2010; Dağdeviren, 2008; Dağdeviren & Eraslan, 2008). PROMETHEE özelliklerinin bu çalışmanın amacına uygunluğundan dolayı bu çalışmada kullanılmıştır. PROMETHEE’nin özellikleri ve işlemlerine ilişkin süreç aşağıda verilmiştir (Dağdeviren & Eraslan, 2008).

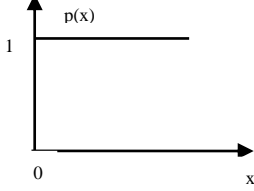
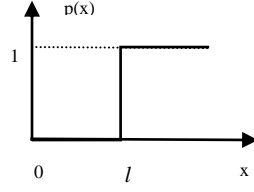
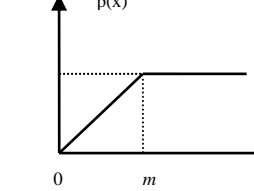
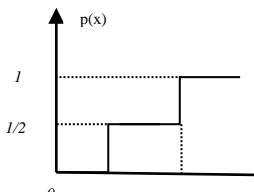
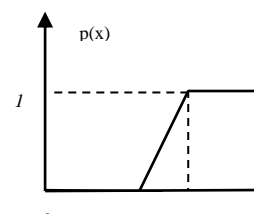
Adım1: $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıkları ile k kriter $c = (f_1, f_2, f_k)$ tarafından değerlendirilen alternatiflere $A = (a, b, c)$ ilişkin veri matrisinin oluşturulması (Tablo 2).

Tablo 2. Veri matrisi

Kriterler	a	b	c	...	w
f_1	$f_1(a)$	$f_1(b)$	$f_1(c)$...	w_1
f_2	$f_2(a)$	$f_2(b)$	$f_2(c)$...	w_2
...
f_k	$f_k(a)$	$f_k(b)$	$f_k(c)$...	w_k

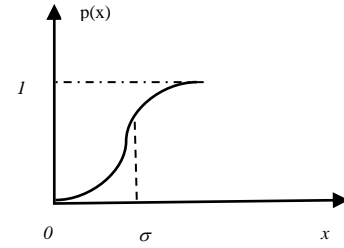
Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonlarının tanımlanması. PROMETHEE tekniğinde kriterlerin altı farklı tercih fonksiyonu ile tanımlanabilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Tercih fonksiyonları

Tip	Parametre	Fonksiyon	Grafik, p(x)
Birinci Tip (olağan)	-	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	l	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	m	$P(x) = \begin{cases} \frac{x}{m}, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	

Altıncı
Tip
(Gaussian)

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$$



Adım 3: Tercih fonksiyonları temel alınarak alternatifler için ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi. a ve b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu Eş. (1) ile belirlenir.

$$P(a, b) = \begin{cases} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & , f(a) > f(b) \end{cases} \quad (1)$$

Adım 4: Ortak tercih fonksiyonları esas alınarak her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. w_i ($i=1, 2, k$) ağırlıkları olan k kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksi Eş. (2) ile hesaplanmaktadır.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \times p_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (2)$$

Adım 5: Alternatifler için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlükler hesaplanır. a alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük şematik olarak Şekil 1'de verilmiştir. Pozitif üstünlük Eş. (3), negatif üstünlük için ise Eş. (4) ile hesaplanmaktadır.

$$\Phi^+(a) = \sum \pi(a, x) \times = (b, c, d, \dots) \quad (3)$$

$$\Phi^-(a) = \sum \pi(x, a) \times = (b, c, d, \dots) \quad (4)$$



Şekil 1. a alternatifi için hesaplanan pozitif ve negatif üstünlük

Adım 6: PROMETHEE I analizi ile kısmi öncelikler hesaplanmaktadır. PROMETHEE I'de kısmi öncelikler alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarını göstermektedir.

Bununla birlikte alternatiflerin farksızlığını ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak alternatifler PROMETHEE I analizi ile belirlenmektedir. a ve b gibi iki alternatif için kısmi öncelikler için aşağıdaki durumlar muhtemeldir.

- Aşağıdaki durumlardan biri gerçekleşiyorsa, a alternatifi b alternatifine tercih edilir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (5)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (6)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (7)$$

- Aşağıdaki durum gerçekleşiyorsa a alternatifi ile b alternatifi farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (8)$$

- Aşağıdaki durumlardan biri gerçekleştiğinde, a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılması olası değildir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (9)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (10)$$

Adım 7: PROMETHEE II analizi ile tam öncelikler (Eş. 11) ile hesaplanmaktadır. Tam öncelik değerleri bütün alternatiflerin aynı düzlemde değerlendirilmesine olanak vermektedir.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (11)$$

a ve b gibi iki alternatif için.

$\Phi(a) > \Phi(b)$ ise, a alternatifi daha üstündür.

$\Phi(a) = \Phi(b)$ ise, a ve b alternatifleri farksızdır.

Bu çalışmada kimya eğitimi etkililiği ortaöğretim seviyesinde analiz edildiği için çalışmanın analiz birimi araştırmanın yapıldığı lise düzeyinde eğitim yapan okuldur. Bu nedenle araştırmanın verileri ortaöğretim seviyesindeki eğitim etkililiğini ölçmeye ve değerlendirmeye yönelik olarak sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın akademik kapsamı ise lise 9. sınıf kimya dersi öğretim programı ile sınırlı bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan balık kılçığı analizi, AHP ve PROMETHEE analizine girdi olan veriler uzman bir ekip tarafından sağlanmıştır. Çalışmanın uzman ekibi dört kişiden oluşmaktadır. Uzman ekip, kimya başöğretmeni olarak görev yapmış ve kimya eğitimi alanında çalışan bir öğretim elemanı, kimya 9. sınıf dersi veren tecrübeli bir kimya öğretmeni ve endüstri mühendisliği bilim alanındaki iki öğretim üyesinden oluşmuştur.

Çalışmada analizlerde Excell (Microsoft Office, Package 2007), Expert Choice (2000) ve Decision Lab (2000) programları kullanılmıştır.

Yukarıda ifade edilen açıklamalar ve teknikler kullanılarak bu çalışmanın yöntemi aşağıda verilen adımlardan oluşmaktadır:

Adım 1: Kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin balık kılıçığı analizi ile belirlenmesi.

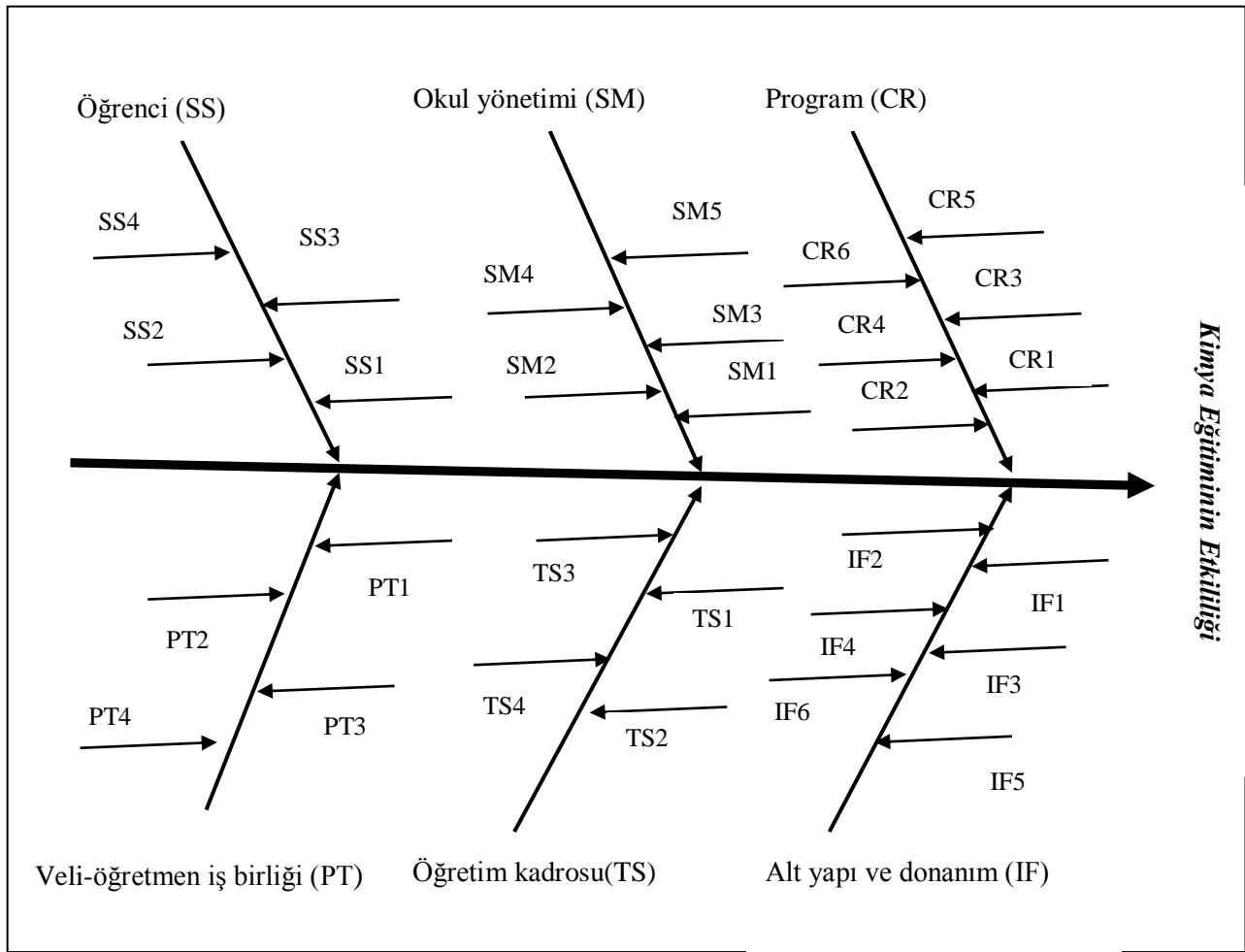
Adım 2: Kimya eğitiminin amaçlarının belirlenmesi.

Adım 3: Kimya eğitimi amaçlarının ağırlıklarının belirlenmesi.

Adım 4: Kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin sıralamasının PROMETHEE tekniği ile yapılması.

Bulgular

Adım 1: Kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin balık kılıçığı analizi ile belirlenmesi. Çalışmanın bu ilk adımında uzman ekip tarafından balık kılıçığı analizi yaklaşımı kullanılarak araştırma kapsamında ortaöğretim seviyesindeki bir okulda kimya eğitiminin etkililiğini belirleyici olan faktörlerin neler olduğu sorusuna ilgili literatür ve araştırma kapsamında lise düzeyindeki bir okulun özellikleri dikkate alınarak cevap verilmiştir. Buna göre uzman ekibin yapmış olduğu değerlendirmeler neticesinde Şekil 2’de verilen örüntüde görüldüğü gibi kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörler saptanmıştır.



Şekil 2. Balık kılıçığı analiz ile kimya eğitimi etkililiğine ilişkin faktörlerin belirlenmesi

Balık kılıçığı analizine alınan faktörlerin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında ilgili literatürde yer alan çalışmalar esas alınmıştır. Buna göre bu çalışmanın kapsamında ortaöğretim düzeyindeki okul bağlamında kimya eğitimi etkililiğinde yer alan faktörlerin ilgili literatüre göre dağılımı Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Kimya eğitimi etkililiği araştırmasında yer alan faktörler

Grup	Faktörler
	Öğretim programının güncelliği (CR1) (Altunoğlu & Atav, 2005; Yeşilyurt & Gül, 2008; Yüksel, 2012)
Öğretim programı (CR)	Öğretim programı etkinlikleri (CR2) (Akınoğlu, 2006; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017; Yeşilyurt & Gül, 2008; Yüksel, 2012)
	Yoğunluk ve ağırlık (CR3) (Achimugu, 2016; Altunoğlu & Atav, 2005; Yeşilyurt & Gül, 2008)
	Ölçme ve değerlendirme (CR4)

	(Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008; Yeşilyurt & Gül, 2008)
	<i>Öğretim programı amacı (CR5)</i> (Akınoğlu, 2006; Altunoğlu & Atav, 2005; Karip & Köksal, 1996; Yeşilyurt & Gül, 2008; Yüksel, 2012)
	<i>Haftalık ders saati (CR6)</i> (Achimugu, 2016; Altunoğlu & Atav, 2005; Yeşilyurt & Gül, 2008)
<i>Altyapı ve donanım (IF)</i> (Balcı, 1988)	<i>Genel eğitim sistemi (IF1)</i> (Baştepe, 2009)
	<i>Ders saatleri programı (IF2)</i> (Henebry, 1997)
	<i>Ders materyali (IF3)</i> (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Altunoğlu & Atav, 2005; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Yeşilyurt & Gül, 2008; Yüksel, 2012)
	<i>Sınıfların büyüklüğü (IF4)</i> (Achimugu, 2016; Balcı, 1988; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Yeşilyurt & Gül, 2008)
	<i>Laboratuvar ve malzeme (IF5)</i> (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Altunoğlu & Atav, 2005; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Yeşilyurt & Gül, 2008)
	<i>Öğretim yöntemleri ve araçları (IF6)</i> (Achimugu, 2016; Altunoğlu & Atav, 2005; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Azizoğlu, Aslan, & Pekcan, 2015; Balcı, 1988; Ejidike & Oyelana, 2015; Yeşilyurt & Gül, 2008)
<i>Okul yönetimi (SM)</i> (Altunoğlu & Atav, 2005; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017)	<i>Kaynak problemi (SM1)</i> (Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996)
	<i>Okulun amacı (SM2)</i> (Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996)
	<i>Amaca yönelik etkinlikler (SM3)</i> (Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996)
	<i>Yönetici yeterliliği (SM4)</i> (Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996)
	<i>Okul kültürü (SM5)</i> (Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017)
<i>Öğretim kadrosu (TS)</i> (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Altunoğlu & Atav, 2005; Karip & Köksal, 1996; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017; Yeşilyurt & Gül, 2008)	<i>Sürekli eğitim (TS1)</i> (Altunoğlu & Atav, 2005; Balcı, 1988; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Yeşilyurt & Gül, 2008)
	<i>Öğretim kadrosunun motivasyonu (TS2)</i> (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Yeşilyurt & Gül, 2008)
	<i>Öğretim kadrosunun performans değerlendirme sistemi (TS3)</i> (Altunoğlu & Atav, 2005) (Karip & Köksal, 1996) (Rupšienė & Bartusevičienė, 2008)
	<i>Nitelikli öğretim kadrosu (TS4)</i> (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017; Yeşilyurt & Gül, 2008)
<i>Öğrenciler (SS)</i> (Altunoğlu & Atav, 2005; Arslan, Kuru & Satıcı,	<i>Öğrencilerin amaç belirsizliği (SS1)</i> (Akınoğlu, 2006; Arslan, Kuru & Satıcı, 2006; Balcı, 1988;

2006; Karip & Köksal, 1996; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017, Yeşilyurt & Gül, 2008)	Rupšienė & Bartusevičienė, 2008) Öğrencilerin öğrenme kültürü (SS2) (Ejidike & Oyelana, 2015; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008) Öğrencilerin motivasyonu (SS3) (Akinoğlu, 2006; Altunoğlu & Atav, 2005; Azizoğlu, Aslan, & Pekcan, 2015; Ejidike & Oyelana, 2015; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008; Yüksel, 2012) Öğrencilerin önceki fen bilgisi birikimi (SS4) Altunoğlu & Atav, 2005; Balcı, 1988)
Veli-öğretmen iş birliği (PT) (Arslan, Kuru & Saticı, 2006; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017)	Aile desteği (PT1) (Arslan, Kuru & Saticı, 2006; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017) Okul yönetiminin bilgilendirmesi (PT2) (Karip & Köksal, 1996) Veli-öğretmen iletişimi (PT3) (Arslan, Kuru & Saticı, 2006; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017) Veli-okul yönetimi iş birliği (PT4) (Arslan, Kuru & Saticı, 2006; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017)

Bu çalışmada verilen faktörler (Şekil 2 ve Tablo 4) şu şekilde tanımlanmıştır: Öğretim programı kimya dersi öğretim programında öğrenciye kazandırılacak olan kazanımları, öğretim programının güncelliği kimya dersi içeriklerinin bilimin ulaştığı son seviyedeki gelişmeleri içermesini, öğretim programı etkinlikleri ders içeriğinde okulda ya da okul dışında öğrencilerin kimya dersi konularına yönelik etkinlikleri, yoğunluk ve ağırlık öğretim programındaki ünite ve konuların kapsamını ve bununla birlikte bu konuların sınıf düzeyi açısından güçlüğü, ölçme ve değerlendirme öğrencinin hedeflenen kazanımları ne düzeyde edinmiş olduğunun belirlenmesini, öğretim programının amacı ile kimya dersinde öğrenciye kazandırılanların kazanımların yaşamın hangi alanına yönelik olduğunu ve haftalık ders saati öğrenciye bir haftada verilen kimya ders saatini tanımlamaktadır. Alt yapı ve donanım okullardaki derslikler, laboratuvarlar, araç ve gereçler gibi fiziksel yapılarla birlikte sistem ve program gibi unsurları, genel eğitim sistemi eğitim kurumlarındaki eğitim sürecini ve mevcut durumu, ders saatleri programı haftalık ders programında kimya dersinin yapıldığı-sabah veya öğleden sonraki saatler-zamanı, ders materyali kimya dersi öğretiminde kullanılan kaynakları, sınıfların büyüklüğü kimya dersinin yapılmış olduğu dersliklerin fiziki özellikleri ve büyüklüğünü, laboratuvar ve malzeme kimya dersinin yapıldığı laboratuvar ve ilgili malzemeleri, öğretim yöntemleri ve araçları ile kimya dersinin öğretiminde gereksinim duyulan öğretim yöntemleri ve araçlarını ifade etmektedir. Okul yönetimi eğitim yönetim boyutunu, kaynak problemi eğitim ve öğretim için gereksinimi duyulan finansmanı, okulun amacı okulun vermiş olduğu eğitim ve öğretimin hangi vizyona ve misyona yönelik olduğunu, amaca yönelik etkinlikler okulun benimsemiş olduğu misyon ve amacı gerçekleştirmeye

yönelik etkinlikleri, yönetici yeterliliği okulun yönetiminde yer alan kişilerin eğitim ve öğretimin düzenliliğini sağlama ve geliştirilme kabiliyetini, okul kültürü eğitim ve öğretime yönelik olarak öğrenci, öğretmen, yönetici ve diğer paydaşların birlikte oluşturdukları ve paylaştıkları düşünce, gelenek, tutum ve davranışları ifade etmektedir. Öğretim kadrosu okulda ders veren öğretmenleri, sürekli eğitim öğretmenlerin kimya bilimi konusundaki gelişmeleri izlemeleri ve eksikliklerini gidermeye yönelik hizmet içi eğitimleri, öğretim kadrosunun motivasyonu öğretmenlerin eğitim ve öğretim faaliyetine yönelik istemlerini, öğretim kadrosunun performans değerlendirme sistemi öğretmenlerin eğitim ve öğretim faaliyetlerindeki başarısını değerlendirmeyi, nitelikli öğretim kadrosu öğretmenlerin kendi mesleklerini yerine getirmeleri için sahip olmaları gereken yetkinlikleri tanımlamaktadır. Öğrenciler öğrenen bireyleri, öğrencilerin amaç belirsizliği öğrencilerin eğitim ve öğretim sürecindeki hedeflerinin belirgin olmamasını, öğrencilerin öğrenme kültürü öğrencilerin eğitim ve öğretim faaliyetine katılımına yönelik düşünce, tutum ve davranışlarını, öğrencilerin motivasyonu öğrencilerin kimya dersine yönelik olumlu tepkisini, öğrencilerin önceki fen bilgisi birikimi öğrencilerin 9. sınıf kimya dersi öncesinde ilk ve orta öğretim düzeyinde edinmiş olduğu fen bilgisi birikimini anlatmaktadır. Veli-öğretmen iş birliği öğrencinin eğitim ve öğretim sürecine veli ve öğretmenin etkin katılımına yönelik çabaları, aile desteği öğrenci ailesinin öğrenciye okul sürecindeki desteğini, okul yönetiminin bilgilendirmesi öğrencinin eğitim ve öğretimi ile ilgili okuldaki davranışlarını ve durumunu öğrencinin ailesine bilgi olarak aktarmayı, veli-öğretmen iletişimi öğrencinin aile ya da velisi ile öğretmen arasındaki iletişim düzeyini, veli-okul yönetimi iş birliği ise öğrencinin aile ya da velisinin okul ile olan okula desteğini ve ilişkisini ifade etmektedir.

Adım 2: Kimya eğitiminin amaçlarının belirlenmesi. Çalışmanın giriş kısmında da ifade edilmiş olduğu gibi, literatürde farklı şekillerde etkililik kavramının ifade edildiği bilinmektedir. Bu çalışmada etkililik kavramı ile ifade edilmek istenen, faaliyet neticesinde amaçlara ulaşmanın gerçekleşmesidir. Diğer bir ifadeyle bu çalışmada etkililik ile ifade edilen 9. sınıf kimya dersinde verilen eğitimin amacına ulaşma düzeyidir. Bu tanımın araştırmada benimsenmiş olmasının nedeni çalışmanın probleminin açıklanmasıyla daha uyumlu olmasından dolayıdır. Bu nedenle etkililiğin ölçülmesi için bu çalışmada öncelikle 9. sınıf kimya dersi kapsamında verilen eğitimin amaçları belirlenmiştir. Kimya eğitiminin farklı amaçlara yönelik olduğu söylenebilir olmakla birlikte, ortaöğretim 9. sınıf kimya dersi öğretim programının içeriği bağlamında başlıca üç amacın kimya eğitimi ile gerçekleştirilmesinin hedeflendiği görülmektedir. Bu amaçlar şunlardır:

- Kimya okuryazarlığı (G1)

- Çalışma yaşamına hazırlık (G2)
- Akademik gelişme (G3)

Adım 3: Kimya eğitimi amaçlarının ağırlıklarının belirlenmesi. Bu çalışmada PROMETHEE analizinde faktörlerin değerlendirilmesinde kriter olarak alınan kimya eğitimi amaçlarının ağırlıkları AHP ile hesaplanmıştır. Bunun için öncelikle ikili karşılaştırma matrisi (Tablo 5) uzman ekibinin görüşüne göre yöntem kısmında verilen ölçek (Tablo1) kullanılarak belirlenmiştir .

Tablo 5.Kimya Dersi Amaçlarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar ve Ağırlıklar

	G1	G2	G3	Ağırlıklar
<i>Kimya okuryazarlığı (G1)</i>	1,000	3	5	0,637
<i>Çalışma yaşamına hazırlık (G2)</i>		1,000	3	0,258
<i>Akademik ilerleme (G3)</i>			1,000	0,105

TO = 0,04

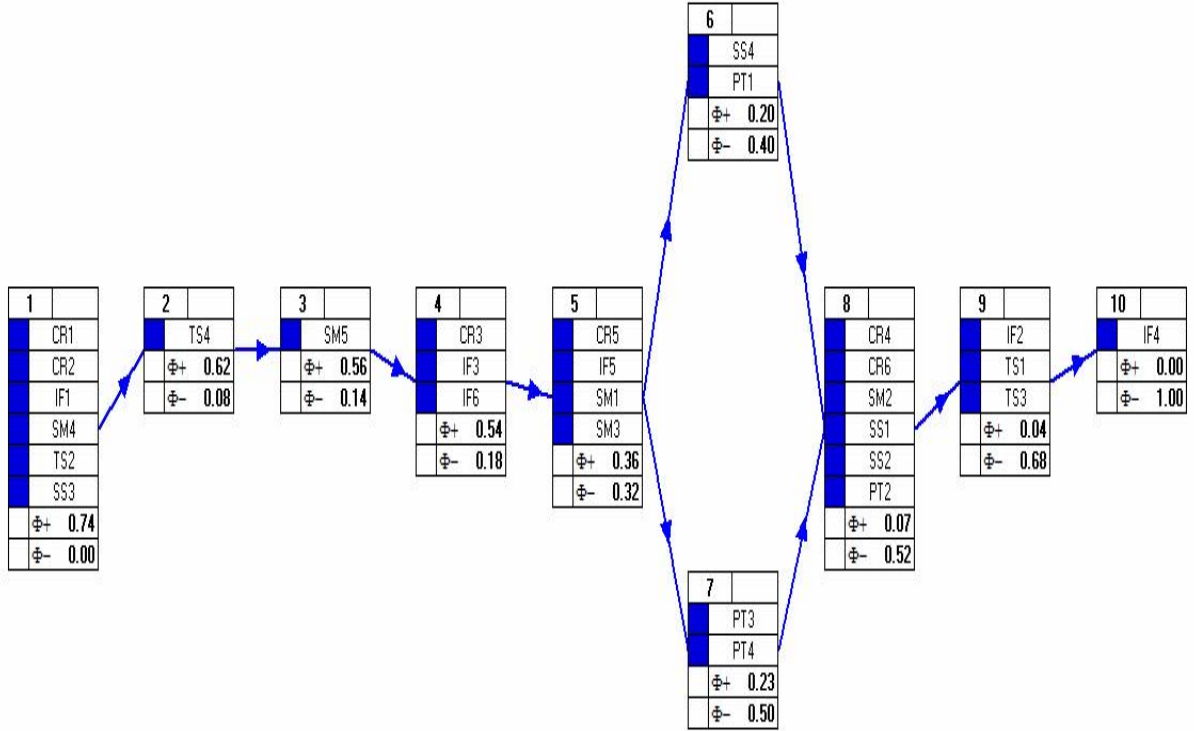
İkili karşılaştırma matrisindeki değerlere göre amaçlara ilişkin göreceli ağırlıklar ve ikili karşılaştırma matrisinin tutarlığı (Tablo5) Expert Choice (2000) programı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan tutarlılık oranı (TO) amaçlara ilişkin ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğunu göstermiştir.

Adım 4: Kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin sıralamasının PROMETHEE tekniği ile yapılması. Bu adımda balık kılçığı analizi ile belirlenmiş olan faktörlerin kimya eğitimi amaçlarına göre sıralanması için uzman ekibin değerlendirmelerine göre PROMETHEE analizi yapılmıştır. Bu adımda öncelikle her bir faktör kimya eğitimi amaçlarına göre uzman ekibin görüşü bağlamında değerlendirilmiş ve bu değerlendirme sayısal bir veriye dönüştürülmüştür (Tablo 6). Örneğin G1 amacı ve CR1 faktörü için değerlendirme şöyle yapılmıştır: G1 (kimya okuryazarlığı) amacı temelinde CR1 (öğretim programının güncelliği) faktörü ne kadar önemlidir? Uzman ekip bu soruya beşli Likert ölçeği ile cevap vermiştir. Beşli Likert ölçeğinde bir en düşük dereceyi ya da etkiyi ve beş ise en yüksek dereceyi ifade etmiştir. Bu şekilde yapılan değerlendirmeler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Kimya eğitimi amaçları temelinde faktörlerin değerlendirilmesi

		Kriterler (Kimya dersi amaçları)		
		Kimya okuryazarlığı (G1)	Çalışma yaşamına hazırlık (G2)	Akademik ilerleme (G3)
Tercihler	Birim	Skala 1-5	Skala 1-5	Skala 1-5
	Maks/Min	Maks.	Maks.	Maks.
	Ağırlıklar	0,637	0,258	0,105
	Faktörler	Tercih Fonksiyonları	Olağan	Olağan
Öğretim programının güncelliği (CR1)		5	5	5
Öğretim programının etkinlikleri (CR2)		5	5	5
Yoğunluk ve ağırlık (CR3)		5	3	3
Ölçme ve değerlendirme (CR4)		3	2	2
Öğretim program amacı (CR5)		3	3	3
Haftalık ders saati (CR6)		3	2	2
Genel eğitim sistemi (IF1)		5	5	5
Ders saatleri (IF2)		2	2	2
Ders materyali (IF3)		5	3	3
Sınıfların büyüklüğü (IF4)		1	1	1
Laboratuvar ve malzeme (IF5)		3	3	3
Öğretim yöntemleri ve araçları (IF6)		5	3	3
Kaynak problemi (SM1)		3	3	3
Okulun amacı (SM2)		3	2	2
Amaca yönelik etkinlikler (SM3)		3	3	3
Yönetici yeterliliği (SM4)		5	5	5
Okul kültürü (SM5)		3	5	5
Sürekli eğitim (TS1)		2	2	2
Öğretim kadrosunun motivasyonu (TS2)		5	5	5
Öğretim kadrosunun performans değerlendirme sistemi (TS3)		2	2	2
Nitelikli öğretim kadrosu (TS4)		5	5	3
Öğrencilerin amaç belirsizliği (SS1)		3	2	2
Öğrencilerin öğrenme kültürü (SS2)		3	2	2
Öğrencilerin motivasyonu (SS3)		5	5	5
Öğrencilerin önceki fen bilgisi birikimi (SS4)		3	2	3
Aile desteği (PT1)		3	2	3
Okul yönetiminin bilgilendirmesi (PT2)		3	2	2
Veli-öğretmen iletişimi (PT3)		4	2	2
Veli-okul yönetimi iş birliği (PT4)		4	2	2

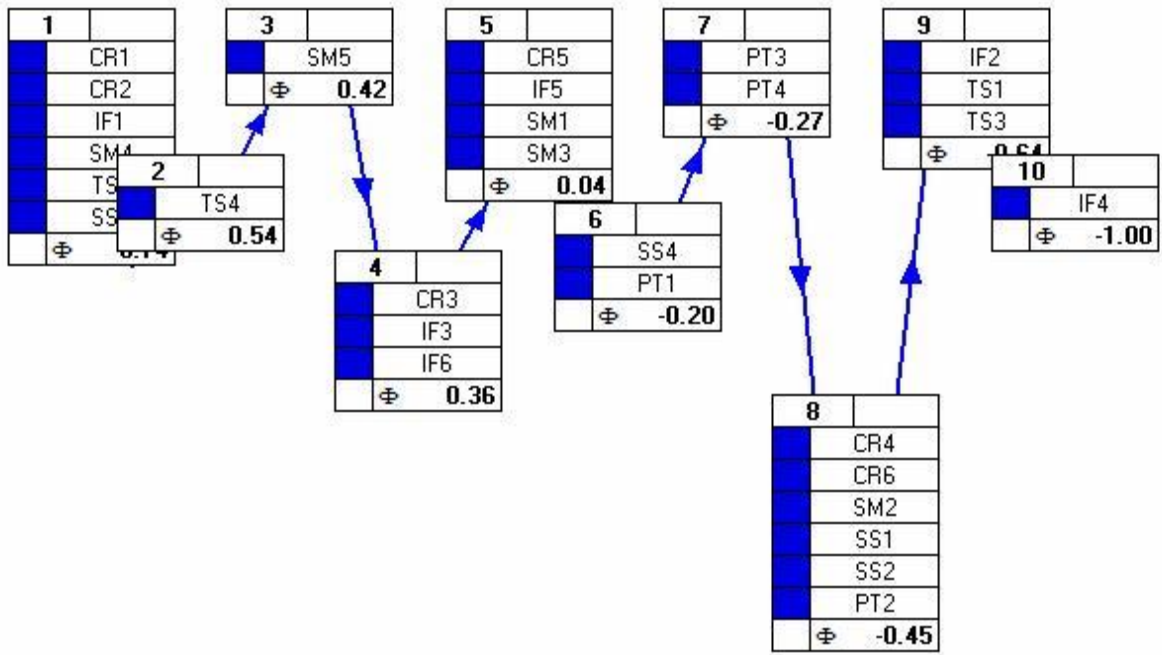
Tablo 6’da sunulan veriler Decision Lab (2000) programına aktarılarak PROMETHEE analizi yapılmıştır. PROMETHEE I kısmi sıralama (PROMETHEE I partial ranking) sonuçları Şekil 3’te verilmiştir. Kısmi sıralama ile faktörlerin biri birine göre öncelikleri, farksızlıkları belirlendiği gibi biri biriyle karşılaştırılması olası olmayan faktörler de belirlenebilmektedir.



Şekil 3. PROMETHEE I kısmi sıralama

Buna göre PROMETHEE I kısmi sıralama sonuçları incelendiğinde CR1, CR2, IF1, SM4, TS2, SS3 faktörlerinin kimya eğitimi etkililiği açısından birinci derecede önemli olduğu saptanmıştır. Diğer bir ifade ile öğretim programının güncelliği (CR1), öğretim program etkinlikleri (CR2), genel eğitim sistemi (IF1), yönetici yeterliliği (SM4), öğretim kadrosunun motivasyonu (TS2), öğrencilerin motivasyonu (SS3) diğer 23 faktöre göre daha önemli bulunmuştur. PROMETHEE I kısmi sıralama sonuçlarına göre eğitimin etkililiğinde ikinci derecede belirleyici olan faktör ise nitelikli öğretim kadrosu (TS4), üçüncü derece okul kültürünün (SM5) eğitimin etkililiğinde önemli olduğu saptanmıştır. Faktörler arasındaki kısmi karşılaştırmaya göre dördüncü derecede öğretim programının yoğunluğu ve ağırlığı (CR3), ders materyali (IF3), öğretim yöntemleri ve araçları (IF6) aynı düzeyde önemli bulunmuştur. Eğitimin etkililiği açısından beşinci derecede aynı önem düzeyinde olan faktörler ise öğretim programının amacı (CR5), laboratuvar ve malzeme (IF5), kaynak problemi (SM1), amaca yönelik etkinliklerdir (SM3). Şekil 3'te görüldüğü gibi kısmi sıralamada iki gruptaki faktörün karşılaştırılmaz olduğu saptanmıştır. Bu iki gruptan birini oluşturan faktörler öğrencilerin önceki fen bilgisi birikimi (SS4) ve aile desteği (PT1)'dir. Diğer grupta ise veli-öğretmen iletişimi (PT3) ve veli-okul yönetimi iş birliği (PT4) faktörleri yer almaktadır. Bu karşılaştırılmaz her iki grubu yedinci derecede izleyen faktörler ise ölçme

ve değerlendirme (CR4), haftalık ders saati (CR6), okulun amacı (SM2), öğrencilerin amaç belirsizliği (SS1), öğrencilerin öğrenme kültürü (SS2), okul yönetiminin bilgilendirmesi (PT2)'dir. Dokuzuncu grupta yer alan faktörler ise ders saatleri (IF2), öğretmenlerin sürekli eğitimi (TS1), öğretim kadrosunun performans değerlendirme sistemi (TS3)'tür. Araştırmanın kısmi sıralama bulgularına göre eğitimin etkililiğinde sınıfların büyüklüğünün (IF4) en sonuncu sırada olduğu saptanmıştır. Şekil 4'te PROMETHEE II analizi tam sıralama sonuçları verilmiştir.



Şekil 4. PROMETHEE II tam sıralama

PROMETHEE II analizi ile araştırmadaki 29 alt faktör önem düzeyine göre on grupta sıralanmıştır. Öğretim programının güncelliği (CR1), öğretim program etkinlikleri (CR2), genel eğitim sistemi (IF1), yönetici yeterliliği (SM4), öğretim kadrosunun motivasyonu (TS2), öğrencilerin motivasyonu (SS3) birinci derecede etkili olan faktörlerin oluşturdukları ilk gruptur. İkinci grupta nitelikli öğretim kadrosu (TS4) bulunmaktadır. Sıralamada üçüncü olarak belirlenen grupta okul kültürü (SM5) faktörü saptanmıştır. PROMETHEE II tam sıralama analizine göre dördüncü grupta programın yoğunluğu ve ağırlığı (CR3), ders materyali (IF3), öğretim yöntemleri ve araçları (IF6) yer almıştır. Beşinci sırada oluşan grupta ise öğretim program amacı (CR5), laboratuvar ve malzeme (IF5), kaynak problemi (SM1), amaca yönelik etkinlikler (SM3) bulunmaktadır. Tam sıralama sonuçlarına göre altıncı grupta fen bilgisi birikimi (SS4) ve aile desteği (PT1), sıralamada yedinci olarak veli-öğretmen iletişimi (PT3) ve veli-okul yönetimi işbirliği (PT4) faktörleri saptanmıştır. Sekizinci sırada

ölçme ve değerlendirme (CR4), haftalık ders saati (CR6), okulun amacı (SM2), öğrencilerin amaç belirsizliği (SS1), öğrencilerin öğrenme kültürü (SS2), okul yönetiminin bilgilendirmesi (PT2) faktörleri, dokuzuncu grupta yer alan faktörler ise ders saatleri (IF2), öğretmenlerin sürekli eğitimi (TS1), öğretim kadrosunun performans değerlendirme sistemi (TS3) yer almıştır. Son sırada yer alan grupta ise sınıfların büyüklüğü (IF4) saptanmıştır. Araştırmanın bulgularından görüldüğü üzere tam sıralama ve kısmi sıralama sonuçlarına göre her iki sıralama örüntüsü arasında farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgu araştırmadaki faktörlerin önem sırasının her iki durumda da değişmediğini ve dolayısıyla önem düzeyi açısından kararlı bir dağılım gösterdiğini ifade etmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada lise 9.sınıf kimya dersi eğitiminin etkililiği, balık kılçığı analizi ile belirlenmiş faktörler bağlamında, AHP ve PROMETHEE teknikleriyle değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaç temelinde kimya eğitimi etkililiğini belirleyen faktörlerin önem dereceleri ve faktörlerin birbiriyle olan ilişki örüntüsü PROMETHEE tekniği ile analiz edilmiştir. PROMETHEE analizinin araştırmada kullanılmış olması kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin birden fazla kriter temelinde bir düzlemde değerlendirilmesine olanak vermiştir. Nitekim bu çalışmada balık kılçığı analizi sonucunda altı grup altında toplanan 29 faktör kimya eğitimi amaçları olan kimya okuryazarlığı, çalışma yaşamına hazırlık ve akademik ilerleme amaçları temelinde PROMTEHEE ile değerlendirilmiştir. Böylece her bir faktörün önem düzeyi kriter olarak belirlenmiş olan kimya amaçları temelinde değerlendirilerek hesaplanmıştır. Çalışmanın diğer bir özelliği ise kriter olarak belirlenmiş olan kimya eğitimi amaçlarının faktörler üzerindeki olan etkisinin diğer bir deyişle ağırlığının AHP tekniğiyle belirlenmiş olmasıdır. Çalışmada bu analizin yapılmış olması kriter olarak belirlenen amaçların güvenilir ve nesnel bir yaklaşımla ağırlıklarının hesaplanmasına olanak vermiştir. Çünkü AHP tekniği ikili karşılaştırmalardaki olası tutarsızlıkları hesaplayan ve dolayısıyla böylesi bir durumun oluşmasını engelleyen matematiksel bir yaklaşımdır.

Çalışmada PROMETHEE analizi sonucunda 29 faktör 10 grup içerisinde önem derecelerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmada öğretim programının güncelliği, öğretim program etkinlikleri, genel eğitim sistemi, yönetici yeterliliği, öğretim kadrosunun motivasyonu, öğrencilerin motivasyonu kimya eğitimi etkililiğinde birinci derecede önemli bulunmuştur. Öğretim programının güncelliği ve etkinlikleri Türk eğitim sisteminde sıklıkla

denilebilecek düzeyde değişikliklere konu olan öğretim programlarında karşılaşılmaktadır. Diğer bir önemli bulgu ise öğretmen ve öğrencilerin motivasyonlarının ve dolayısıyla duyuşsal özelliklerinin öncelikli bir durum oluşturmasıdır. Çalışmada birinci düzeyde önemli bulunan faktörler arasında genel eğitim sisteminin yer almasının da anlamlı bir sonuç olduğu söylenebilir. Nitekim lise 9.sınıf kimya dersinin etkililiğinin diğer derslerden ya da önceki sınıflarda verilen eğitimden ve dolayısıyla içerisinde yer almış olduğu bütünü oluşturan genel eğitim sisteminden ilişkisiz düşünmek olası değildir. Araştırma sonuçları ilgili literatür bağlamında değerlendirildiğinde, bu çalışmada kimya eğitimi amaçları temelinde önemli bulunan sonuçlara benzer bulgulara literatürde yer alan eğitim ile ilgili çalışmalarda da rastlanılmıştır (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Altunoğlu & Atav, 2005; Arslan, Kuru & Satici, 2006; Azizoğlu, Aslan & Pekcan, 2015; Balcı, 1988; Baştepe, 2009; Ejidike & Oyelana, 2015; Karip & Köksal, 1996; Rupšienė & Bartusevičienė, 2008; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017; Yeşilyurt & Gül, 2008; Yüksel, 2012).

Çalışmada kimya eğitiminin etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin sıralaması incelendiğinde ikinci derecede nitelikli öğretim kadrosunun ve üçüncü sırada ise okul kültürünün önemli olduğu saptanmıştır. Türk eğitim sistemi bağlamında düşünüldüğünde bu sonuçların da öncelikli bulunmuş olmasının anlamlı olduğu görülmektedir. Nitekim eğitim sisteminde nitelikli öğretmen yetiştirilmesi konusundaki istem ve uygulamalara yönelik çalışmalar Türk eğitim sisteminin paydaşları tarafından sürekli ifade edilen konulardan biridir. Okul kültürünün de rolünün eğitimin etkililiğinde belirleyici olduğuna ilişkin örnekler bulunmaktadır. Örneğin bazı okulların başarısında okulun sahip olduğu kültürün belirleyici olduğu söylenebilir. Aynı zamanda çalışmanın bu bulguları literatürde yer alan diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur (Achimugu, 2016; Akınoğlu, 2006; Arslan, Kuru & Satici, 2006; Balcı, 1988; Karip & Köksal, 1996; Turhan, Şener & Gündüzalp, 2017; Yeşilyurt & Gül, 2008),

PROMETHEE I ve II analizi sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde faktörlerin genel sıralamadaki konumları ile kısmi sıralamadaki konumlarında farklılık tespit edilmemiştir. Bu sonuç araştırma kapsamındaki faktörlerin kimya eğitimi etkililiğindeki önem sırasının kararlı bir dağılım gösterdiğini ifade etmektedir. Belirtilmesi gereken diğer bir bulgu ise faktörlerin kısmi sıralamasında öğrencilerin önceki fen bilgisi birikimi ve aile desteği faktörleri ile veli-öğretmen iletişimi ve veli-okul yönetimi iş birliği faktörlerinin biri biriyle karşılaştırılmaz olmasıdır. Bu bulgu iki grubun yapı olarak karşılaştırılabilecek nitelikte

olmadığını ve dolayısıyla kimya eğitimi etkililiğindeki önem düzeylerinin bağımsız değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan analiz tekniklerinin ulaşılan sonuçlar açısından işlevsel oldukları görülmüştür. Balık kılçığı tekniğinin çalışmada kullanılmış olması kimya eğitimi etkililiğinde önemli olan faktörlerin çalışmada ihmal edilme olasılığını azaltmıştır. Balık kılçığı tekniğinin sorunun nedenlerini sistematik ve analitik bir yaklaşımla belirlemesi özelliğinden dolayı literatürde sıklıkla sorun belirleme ve kalite çalışmalarında (Bekereci & Yazıcı, 2017; Ghosh, 2014; Li & Lee, 2011; Slameto, 2016) kullanılmaktadır. Bununla birlikte literatürde yer alan AHP-PROMETHEE tekniği temelli çalışmalarda olduğu gibi (Al-Harbi, 2001; Behzadian, Kazemzadeh, Albadvi & Aghdasi, 2010; Dağdeviren, 2008; Dağdeviren & Eraslan, 2008; Yüksel, 2013) bu çalışmada da AHP-PROMETHEE teknikleri kimya eğitiminde belirleyici olan faktörlerin tespit edilmesinde işlevsel bulunmuştur. Diğer bir sonuç ise PROMETHEE'nin kimya eğitimi etkililiğinde belirleyici olan faktörlerin önem sırasının belirlenmesinde, faktörlerin birbiriyle ilişkisi ve faktörlerin oluşturdukları grup ve bunların birbiriyle olan ilişki örüntüsünün belirlenmesinde kullanışlı olduğu görülmüştür.

Sonuçların eğitim kurumları yöneticileri başta olmak üzere tüm paydaşlara önemli bilgileri verdiği söylenebilir. Eğitim kurumları yöneticileri açısından bakıldığında çalışmada belirlenmiş olan faktör sıralaması bağlamında kimya eğitimi etkililiğini sağlamaya yönelik önlemlere ve faaliyetlere yön verebilir. Aynı zamanda sonuçların öğretmenler için de önemli bilgiler verdiği söylenebilir. Araştırmanın sonuçları eğitim kurumları yöneticilerinin ya da karar vericilerin kimya eğitiminin amaçlarının gerçekleştirilmesine yönelik faaliyetlerin planlanması ve uygulamasına dayanak olabilir niteliktedir.

Araştırma sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde sonuçların içerik ve kullanılan teknikler açısından anlamlı olduğu söylenebilir. Ancak bu çalışmanın sonuçlarının geliştirilmesi olası değildir. Bu eksikliği gidermek amacıyla benzer çalışmaların yapılması ile mümkün olabilir. Araştırmada kullanılan teknikler açısından irdelendiğinde, sonuçların kendi içerisinde tutarlılığı ve geçerliliği araştırmada kullanılan tekniklerin varsayımlarında ifade edilen kapsamıyla sınırlı bulunmaktadır.

Bu çalışmanın devamında ya da bu çalışmanın kapsamında olmayan hususlar bağlamında gelecekte yapılabilecek bazı çalışmalar şunlar olabilir. Bu çalışmada kimya eğitimi etkililiğinin değerlendirilmesinde kriter olarak alınan kimya okuryazarlığı, çalışma yaşamına hazırlık, akademik gelişme kimya eğitimi amaçlarının fonksiyonel yapıları olağan tip olarak değerlendirmeye alınmıştır. Başka bir çalışmada kimya eğitiminin amaçlarının

fonksiyon tipleri araştırma konusu yapılabilir. Araştırma konusu yapılabilecek diğer bir konu ise değerlendirmede kullanılan sayılardır. Bu çalışmada kimya eğitiminin etkililiğinin analizinde kesin sayılar kullanılmıştır. Literatürde yapılan araştırmalarda da (Capaldo & Zollo, 2001; Şen,2001; 2003) ifade edildiği gibi kesin sayılarla her zaman geçerli ve güvenilir bir analiz mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın devamında bulanık bir yaklaşımla kimya eğitiminin etkililiği araştırma konusu yapılabilir.

Kaynakça

- Achimugu, L. (2016). Factors Affecting the Effective Implementation of Senior Secondary Education Chemistry Curriculum in Kogi State, Nigeria. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(5), 562-566.
- Akinoğlu, O. (2006). Coğrafya eğitiminin etkililiği ve sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 12(7), 77-96.
- Al-Harbi, K. M. A. S. (2001). Application of the AHP in project management. *International journal of project management*, 19(1), 19-27.
- Altunoğlu, B. D., & Atav, E. (2005). Daha etkili bir biyoloji öğretimi için öğretmen beklentileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 19-28.
- Arslan, A. (2002). *Felsefeye Giriş*, Vadi yayınları, 7. Baskı, Ankara.
- Arslan, H., Kuru, M., & Satıcı, A. (2006). Devlet ve özel ilköğretim okullarının etkililiğinin araştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 32(142),15-25.
- Aydın, A. (2006). Çeşitli ülkelerin orta öğretim kimya derslerinin müfredatlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi ve Türkiye için yeni bir kimya müfredat çerçevesi önerisi. *Ahi Evran üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 199-205.
- Azizoğlu, N., Aslan, S., & Pekcan, S. (2015), Periyodik Sistem Konusu ve Analogilerle Öğretim Modeli: Yöntem, Cinsiyet ve Motivasyon Faktörlerinin Öğrenci Başarısına Etkisi. *İlköğretim Online*, 14(2), 472-488.
- Balcı, A. (1988). Etkili okul. *Eğitim ve Bilim*, 12(70), 21-30.
- Baştepe, İ. (2009). Etkili Okulun Eğitim-Öğretim Süreci Ve Ortamı Boyutlarının Nitelikleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(29),76-83.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European journal of Operational research*, 200(1), 198-215.

- Bekereci, Ü., & Yazıcı, M. (2017). Balık Kılıcı Tekniğinin Vücudumuzda Sistemler Ünitesinde Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 5(10), 281-297.
- Brans, J. P., & Vincke, P. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management science*, 31(6), 647-656.
- Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2), 228-238.
- Capaldo, G., & Zollo, G. (2001). Applying fuzzy logic to personnel assessment: a case study. *Omega*, 29(6), 585-597.
- Childs, P. E. (2009). Improving chemical education: turning research into effective practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 189-203.
- Colson, G. (2000). The OR's prize winner and the software ARGOS: how a multijudge and multicriteria ranking GDSS helps a jury to attribute a scientific award. *Computers & Operations Research*, 27(7), 741-755.
- Dağdeviren, M. (2008). Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19(4), 397-406.
- Dağdeviren, M., & Erarslan, E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.
- Decision Lab. (2000). 1.01.0388, copyright 1998-2000, Visual Decision Inc., Canada.
- Demirkan Ö. & Saraçoğlu, (2016). Anadolu lisesi öğretmenlerinin derslerde kullandıkları öğretim yöntem ve tekniklerine ilişkin görüşleri. *The Journal of International Lingual, Social and Educational Sciences Year*, 2(1), 1-11.
- Desai, K. J., Desai, M. S., & Ojode, L. (2015). Supply chain risk management framework: a fishbone analysis approach. *SAM Advanced Management Journal*, 80(3), 34-56.
- Doğan, E., Apaydın, Ç., & Önen, Ö., (2005). Eğitim Hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Politikaları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11: 59-79.
- Ejidike, I. P., & Oyelana, A. A. (2015). Factors influencing effective teaching of chemistry: a case study of some selected high schools in Buffalo City Metropolitan Municipality, Eastern Cape Province, South Africa. *International Journal of Educational Sciences*, 8(3), 605-617.

- Excell.(2007). Microsoft Office, Package.
- Expert Choice. (2000). Analytic Hierarchy Process (AHP) Software. Version 9.5, Expert Choice, Pittsburg, USA.
- Ghosh, K. (2014). Creativity in Business Schools: Towards a Need Based Developmental Approach. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 15(2), 169-178.
- Henebry, K. (1997). The impact of class schedule on student performance in a financial management course. *Journal of Education for Business*, 73(2), 114-120.
- İra, N., & Şahin, S. (2010). Yönetmelik Etkililik Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 16-29.
- Kabak, M., & Dağdeviren, M. (2014). A hybrid MCDM approach to assess the sustainability of students' preferences for university selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 391-418.
- Karlı, M. D. (1998). *Yönetmelik etkililik*. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 6.
- Karip, E., & Köksal, K. (1996). Etkili eğitim sistemlerinin geliştirilmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 2(2), 245-257.
- Koçak, F. & Helvacı, M. A. (2011). Okul yöneticilerinin etkililiği (Uşak ili örneği). *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 33-55.
- Kutlu, B.S., Abalı, Y.A., & Eren, T., (2012). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçmeli Ders Seçimi, *Sosyal Bilimler*, 2(2): 6-25.
- Morgil, F. İ., & Yılmaz, A. (1999). Lise X sınıf, Kimya II Ders Kitaplarının Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri Açısından Değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 26-41.
- Lee, V. E., Zuze, T. L., & Ross, K. N. (2005). School effectiveness in 14 sub-Saharan African countries: Links with 6th Graders' reading achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2), 207-246.
- Li, S. S., & Lee, L. C. (2011). Using fishbone analysis to improve the quality of proposals for science and technology programs. *Research Evaluation*, 20(4), 275-282.
- Özcan, M., & Çetin, M. (2016). Eğitim Yönetimi Denetimi Planlaması ve Ekonomisi Yüksek Lisans Programının Verimliliğinin ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi. *International Journal of Languages' Education and Teaching*, 4(3), 187-206.

- Özerol, G., & Karasakal, E. (2008). A parallel between regret theory and outranking methods for multicriteria decision making under imprecise information. *Theory and Decision*, 65(1), 45-70.
- Partovi, F. Y. (1994). Determining what to benchmark: an analytic hierarchy process approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(6), 25-39.
- Rupšienė, L., & Bartusevičienė, I. (2008). Periodic diagnostics of Students' academic Achievements as a Factor Influencing Study Effectiveness. *Tiltai*, 43(2), 27-44.
- Saruhan, Ş. C., & Özdemirci, A. (2005). Bilim, felsefe ve metodoloji: araştırmada yöntem problemi-SPSS uygulamalı. *Alkım Yayınevi*, İstanbul.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill International Book Company.
- Saaty, TL. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Saaty, T.L. (1991). Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process. *Behaviormetrika*, 29, 1-9.
- Sever, R., Budak, F. M., & Yalçınkaya, E. (2009). Coğrafya Eğitiminde Kavram Haritalarının Önemi/The Importance of Concept Maps in Geography Education. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 19-32.
- Senemoğlu, N. (1989). Ortaöğretim kurumlarına öğretmen yetiştirmede fen-edebiyat ve eğitim fakültelerinin etkililiği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(4), 109-126.
- Shinde, D.D., Ahirrao, S., & Prasad, R. (2018). Fishbone Diagram: Application to Identify the Root Causes of Student-Staff Problems in Technical Education, *Wireless Personal Communications*, 100, 653-664.
- Slameto, S. (2016). The Application of Fishbone Diagram Analysis to Improve School Quality. *Dinamika Ilmu: Jurnal Pendidikan*, 16(1), 59-74.
- Sözbilir, M. (2013). Chemistry education research in Turkey. *Chemistry International*, 35(2), 12-14.
- Şen, Z. (2001). Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri. *Bilge Kültür Sanat*, İstanbul.
- Şen, Z. (2003). Modern mantık. *Bilge Kültür Sanat*. İstanbul.

- Şenocak, E. (2011). Kimya dersi tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanması çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 8(2), 114-129.
- Tezcan, H., & Erçoklu, H.F. (2010). Geleneksel Anlatım ve Yapılandırmacı Yaklaşımın Radyoaktivite Öğretiminde Başarıya Etkilerinin Karşılaştırılması ve İlgili Yanlış Kavramların Giderilmesindeki Etkileri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1): 201-225.
- Torun, İ., Kaplan, M., & Ergülen, A. (2008). Türk eğitim sisteminin başlıca sorunu: verimlilik ve etkinlik. *Milli Eğitim*, 179, 293-309.
- Turhan, M., Şener, G., & Gündüzalp, S. (2017). Türkiye’de Okul Etkililiği Araştırmalarına Genel Bir Bakış. *Turkish Journal of Educational Studies*, 4(2), 103-151.
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 169(1), 1-29.
- Yaşar, M. D., & Sözbilir, M. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Türk Eğitim Sistemi’ne Yönelik Görüşleri: Güncel Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46(1), 165-201.
- Yavaş, M., Ersöz, T., Kabak, M., ve Ersöz, F. (2014). Otomobil Seçimine Çok Kriterli Yaklaşım Önerisi, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(4), 110-118.
- Yeşilyurt, S., & Gül, Ş. (2008). Ortaöğretimde daha etkili bir biyoloji öğretimi için öğretmen ve öğrenci beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 145-162.
- Yıldırım, K. (2012). PISA 2006 verilerine göre Türkiye’de eğitimin kalitesini belirleyen temel faktörler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 229-255.
- Yıldırım, T., & Canpolat, N. (2013). Kimya Öğretmenlerinin Ortaöğretim Kimya Öğretim Programının Uygulanabilirliği Hakkındaki Görüşleri. *Milli Eğitim*, (200), 236-251.
- Yıldırım, N., Nas-Er, S., & Ayas, A. (2009). Kimya öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerini kullanabilme durumlarına işbirlikçi öğrenmenin etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(1), 99-116.
- Yüksel, M. (2012). Evaluating the Effectiveness of the Chemistry Education by Using the Analytic Hierarchy Process. *International Education Studies*, 5(5), 79-91.
- Yüksel, M. (2013). Kimya Eğitiminde Öğretim Yöntemlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile Belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1): 302-332.
- Yüksel, M., & Geban, Ö. (2015). Kimya Öğretmeni Özel Alan Yeterliklerine Göre Öğretmen Performansının Değerlendirilmesi. *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 299-312.