

# 의미 네트워크 분석법을 활용한 초등 예비교사들이 생각하는 과학에 대한 의미 분석

김동렬

(대구교육대학교)

## An Analysis of Scientific Concepts Pre-service Elementary School Teachers Have through Semantic Network Analysis

Kim, Dong-Ryeul

(Daegu National University of Education)

### ABSTRACT

This study aims to investigate how pre-service elementary school teachers understand ‘something scientific’, ‘being scientific’, ‘scientific events’ and ‘scientific questions’ through semantic network analysis. To achieve this purpose, this study carried out a central analysis of the frequency and density of words and the degree of connection between key words, a concentric analysis, a click analysis and a common network analysis through text semantic network analysis by using NetMiner 4.0 Program. Based on the results of these analyses, this study came to the following conclusions. Firstly, in perceiving ‘something scientific’, pre-service elementary school teachers recognized ‘verification’, ‘objective’ and ‘experiment’ as most important words. In other words, they perceived that main grounds for something scientific should be provided through clear facts, possible to be verified and accompanied by an exact and logical theoretical system. In regard to ‘being scientific’, they perceived ‘explanation’, ‘objective’ and ‘verification’ as most important words, while having a traditional point of view that science is a set that can be explained objectively. Secondly, in regard that the term, ‘observation’, is contained in ‘scientific events’, they showed a high rate of understanding it as a scientific event. In regard to scientific reasons, they showed the highest frequency of ‘observation’, and for unscientific reasons, they showed the highest frequency of ‘behavior’. In perceiving ‘scientific questions’, they showed the highest frequency of determining bacteria-related questions as scientific. As a reason why they thought as scientific, they mentioned ‘observation’ most frequently like ‘scientific events’, while mentioning ‘value judgement’ as a reason why they thought as unscientific most frequently. From the results of integrated network analysis, this study found out that words pre-service teachers commonly used in stating scientific events or scientific questions were overlapped with words they mentioned for scientific events or scientific questions. As a result, it was found there were many pre-service teachers having interpreted scientific words without clearly distinguishing scientific events or scientific questions.

**Key words** : semantic network analysis, something scientific, being scientific, scientific events, scientific questions

### I. 서 론

최근 과학교육의 목표는 모두를 위해 과학을 가르치는 것에 초점을 두고, 학생들이 일상생활에서

과학 주제들을 조사하고 서로를 연관 지으며, 과학 개념, 원리, 이론들을 통해 과학의 본질을 이해할 수 있도록 교육시키는데 있다(Bell, 2009; Coban, 2011). 우리나라의 2009 과학과 개정 교육과정에서도 과

학의 기본 개념을 학습자의 경험과 친근한 상황 속에서 지도하고, 학습한 지식과 탐구 방법으로 과학적 문제나 사회 문제를 적극적으로 해결하려는 태도를 기르는데 목표를 두고 있다(교육과학기술부, 2009). 이런 관점에서 볼 때, 오늘날 과학교사들에게서 과학 교수는 단순히 과학을 지식체로서 가르치는 것 그 이상으로 학생들이 더 넓은 관점을 가지고 과학을 하도록 이끌어 주는 것이 당면 과제이다(Bell, 2009).

누구나 일상생활을 하는 동안, 과학과 관련된 일들에 직면하게 된다. 이를 테면, 태양 빛이 태양에서 지구에 도달하는 데 걸리는 시간과 같은 과학관련 데이터들, 적자생존 법칙과 같은 법칙들, 다윈의 진화이론과 같은 이론들이 있다(Coban, 2010). 그러나 이러한 예를 이해하고, 자신의 생활에 받아들여 적용하기 위해서는 과학에 대한 기본적인 이해가 있어야 한다. 다시 말하면, 과학적 정보가 온전히 자신의 것이 되기 위해서는 과학이란 무엇에 대한 것인지에 대하여 어느 정도의 개념적 이해가 있어야 한다(Giere, 1991). 기본적으로 과학 지식은 다른 비과학적 논점들과 구별되는 특성과 과학에 대한 이해를 필요조건으로 한다. 결국 이 말은 특정한 과학 관련 문제가 제시되었을 때 그 문제의 특성이 무엇인가를 생각해야 된다는 것이다. 이런 점에서, 학생들이 과학자의 관점을 가진다는 것은, 호기심을 가지고 모든 것에 대해 질문하며, 과학에 대해 긍정적 태도를 가지고, 일상에서 만나는 사건들을 다차원적이고 비판적으로 조사하며, 직면하는 문제에 대한 해결안을 과학적으로 찾아갈 수 있어야 한다는 것을 뜻한다.

Thomas와 Durant(1987)는 과학을 일반 대중이 이해하고 받아들이게 하는 데 있어 촉진 요인이 될 수 있는 9가지 논점을 제시하였다. 즉, 대중에게 이로운 점이 있을 것, 국가 경제에 도움이 될 것, 국력과 국가적 영향력 신장에 도움이 될 것, 각 개인에게 이로운 점이 있을 것, 민주 국가에 도움이 될 것, 사회에 이로운 것일 것, 지적인 이점이 있을 것, 미학적 이점, 끝으로 도덕적인 면에서 이점이 있어야 한다고 하였다. Thomas와 Durant(1987)는 덧붙여 위에 언급한 각각의 논점에 대한 태도는 사람마다 다르지만, 그러한 논점들의 밑바탕에 깔려있는 핵심 논지는 자신들의 삶과 관련된 기본적인 과학 지식, 기능, 기술에 중점을 두는 과학적 소양이라고

하였다. 즉, ‘과학적 소양’이라는 용어는 과학과 관련된 문제들을 평가하고, 그 문제들에 대한 과학적 식견이 가미된 결론을 도출할 수 있는 일반인들의 능력을 말하기 위해 사용되고 있다(Driver *et al.*, 1996, Tuberty *et al.*, 2011). 그리고 그 능력에는 ‘과학의 본성’에 대한 충분한 이해가 주요 구성 요소 중 하나로 포함되어 있다(Lederman, 1999).

과학 교육자들은 과학의 본성에 대해 가르치는 것을 다양한 이유를 들어 정당화하고 있다. 예를 들어, Matthews(1997)는 과학의 본성은 과학 교육의 여러 중요한 사안들에 내재된 것이라고 주장했다. 또한 과학의 본성에 대해 가르쳐야 하는 이유를 학생들의 높아진 관심 뿐 아니라(Lederman, 1999; Meyling, 1997), 사회에서 과학이 미치는 영향들에 대한 인식이 발전한 것과 관련 있다고 보고 있다(Driver *et al.*, 1996). 무엇보다도 과학의 본성을 가르치기 위한 가장 기본적 명분은 단지 학생들이 과학이란 무엇인가(과학이 답할 수 있는 질문의 유형들, 과학이 다른 분야와 어떻게 다른지, 그리고 과학적 지식의 장점과 한계들)에 대해 정확한 관점을 발달시키도록 돕는데 있다(Bell, 2009).

이런 맥락에서 과학 교육자들의 주된 책임은 각 개인들이 과학과 과학적 논점에 대해 참된 이해를 얻기 위해 노력하여, 과학 본성에 대한 이해의 폭을 넓혀 나가도록 돕는 것이다(Hodson, 1999). 그러므로 과학교사들이 과학적 지식의 특성에 주의를 기울임으로서, 교과 과정의 내용과 일치하도록 하여 학생들의 과학과 과학 지식에 대한 이해를 개선시켜 나가는 것은 중요한 일이다(Akerson & Volrich, 2006).

한편, 많은 선행연구들에서 예비교사들 또는 현직교사들이 낮은 수준에서 과학을 이해하고 있다는 것을 보여주었다(Irez, 2006; Lederman, 1992; Ryder *et al.*, 1999; Sormunen, 2004; Unal & Akpınar, 2006). 더불어 과학교사들이 일상 생활상에서 직면하는 문제들을 과학 내용에 관련시키는 일을 잘 하지 못한다고 보는 연구 결과들도 많이 있다(Can, 2005; Ryder *et al.*, 1999). 이런 이해의 결여는 과학교사들이 과학과 관련된 문제들을 설명하기 위해 사용하는 방법에 따라 뚜렷하게 드러나는 정도는 아닐지라도, 그들의 가르침을 받는 학생들의 과학에 대한 이해에 직접적인 영향을 주게 된다(Edmondson & Novak, 1993; Tobin & McRobbie, 1997). 공식적이건 비공식

적이건 간에 넓은 범위에 걸친 경험에 의해 구축된 교사들의 과학에 대한 이해와 과학적 사고는 학생들의 과학에 대한 이해에 많은 영향을 미친다(Ewer, 2001; Ryder *et al.*, 1999). 그러나 과학의 본성에 대한 연구를 살펴보면 학생들의 과학의 본성에 관한 이해를 파악하는 연구와 교수학습 과정을 통한 과학의 본성에 관한 인식 변화를 알아보는 연구가 진행되어 왔다(방미정과 김효남, 2012; 최준환 등, 2009). 또한 교사 교육이나 교육과정 개선 분야의 연구에서도 교사들의 과학의 본성에 대한 이해를 파악하고, 그에 대한 대책을 마련하는 것이 필요성이 제기되어 왔으나(Abd-El-Khalick *et al.*, 2008), 과학의 본성 측면이라고 할 수 있는 과학적 논점에 대한 교사들의 인식과 묘사적 설명들, 과학적 사건이나 과학적 질문들에 대한 이해를 조사한 연구는 찾아보기 힘들다. 그러나 교사들의 과학, 그리고 과학적 사건 문제들에 대한 생각을 파악하는 것은 무엇보다도 중요하다. 특히, Zembylas와 Barker(2002)는 장래 교사들의 과학에 대한 이해의 부족은 학생들의 학습 과정 상황과 실제 생활에서 발생하는 문제들을 보는 시각에 영향을 미치게 된다고 보았다. 그러므로 예비교사들의 과학 활동과 내용 지식에 대한 참된 이해는 과학과 과학 지식에 대한 긍정적 태도를 갖게 하는 데 매우 중요한 자리를 차지하고 있다.

한편, 종래의 개념 구조 파악에 있어 사용되어 온 분석 방법들의 경우, 단순히 빈도 분석을 통해 주요 개념들의 반복 언급 횟수를 정량적으로 제시하여 중요도를 강조하거나, 또는 문장의 의미를 연구자의 주관에 의존하여 분석하는 등 개념 사이의 관계를 나타내는데 취약하였다. 즉, 기존의 관련 연구들에서는 개별적이고 나열적인 분석 결과의 제시로 일관되고 있다(현영섭과 신은경, 2011). 그러나 최근에 각광을 받고 있는 사회 네트워크 분석은 사회 구조를 노드(node)와 이들 노드를 연결하는 링크(link)로 구성되는 연결망으로 도시하고, 이들 간의 상호작용 구조를 계량화해 주는 수학적 분석 기법으로 사용되고 있다(조일현, 2008). 또한 사회 네트워크 분석은 사람이나 기관 등의 행위자로 이루어진 네트워크의 구조, 연결망에서 가장 핵심적인 위치를 점유하는 행위자에 대한 파악, 네트워크에 형성되는 하위 집단의 특성 등을 파악하기 위한 목적으로 사용되고 있다(김용학, 2007). 무엇보다도

이 분석법은 질적 자료 분석에 활용하여 자료에 포함된 개념간 그리고 개념이 묶여져 있는 개념 집단간의 관계를 파악하는 의미 네트워크 분석 방법으로 질적 자료에서 나타나는 요소나 개념의 관계에 대한 분석에도 활용되고 있다(현영섭과 신은경, 2011).

의미 네트워크 분석은 단어 사이의 연결양식을 분석하여 가시화함으로써 추상적인 의미구조를 구체화하는 데 용이하다. 또한 개념들 사이의 관계를 시각적 네트워크로 묘사하여 중심적 개념과 주변 개념들 사이의 관계가 어떠한지, 어느 정도의 강도로 연결되어 있는지 한 눈에 알아 볼 수 있는 장점을 가지고 있다(이혜준 등, 2010).

과학 본성 연구와 관련하여 국내외 과학교육 연구자들은 과학의 본성과 관련된 다양한 검사도구를 목적에 맞게 개발하고 활용해 왔다(이준기와 하민수, 2012a; 나지연과 송진웅, 2000). 그러나 이 방법들은 대개 선택형 검사지를 통한 양적 분석 결과이기 때문에, 인식구조의 확률적 분포상황을 알려 줄 뿐 특정 개념이나 인식에 대한 매개구조나 의미 연관에 대한 정보를 알 방법이 없다(이준기와 하민수, 2012b). 또한 대상자들의 과학 본성의 이해와 의미를 진술한 것에서 단순히 빈도분석만으로는 진술 내용 속 단어들 간의 관계를 찾아낼 수 없고, 단어들이 대상자들의 기억 속에서 어떻게 구조적인 특징을 반영되었는지 알 수 없다.

이에 의미 네트워크 분석법을 활용하면 조사 결과에 나온 주요 과학 단어들의 관련성을 네트워크를 통해 추적 조사하는 것이 가능하고, 아울러 이러한 구조에 대한 도식화가 가능하여 연구 대상들이 생각하는 과학에 대한 이해를 체계적으로 접근하여 분석할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 초등 예비교사들의 과학에 대한 이해를 조사하는 것을 목적으로 예비교사들의 과학적 이해에 대한 측정 도구에 해당하는 과학적 논점에 대한 그들의 인식과 묘사적 설명들을 연구의 대상으로 하였다. 즉, 예비교사들이 과학적인 것, 과학적 상황, 과학적 사건, 과학적 문제에 대한 생각을 의미 네트워크 분석법을 활용하여 과학에 대한 의미의 해석을 구조적으로 파악하고자 하였다.

초등 예비교사들의 과학에 대한 의미의 이해 정도를 알아보기 위해서 설정된 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 초등 예비교사들은 ‘과학적인 것’과 ‘과학적 상황’을 어떻게 이해하고 있는가?
- 2) 초등 예비교사들은 ‘과학적 사건’과 ‘과학적 질문’을 어떻게 이해하고 있는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 광역시에 소재한 교육대학교 3학년에 재학 중(6학기)인 예비교사들 108명을 대상으로 하였다. 이들은 1, 2학기 때에 자연과학개론(물리, 화학, 지구과학, 생물 영역)을 이수하였고, 5학기 때에는 초등과학교육론을 이수하였다. 6학기는 예비교사들이 과학교과서를 연구하고 지도안을 작성하여, 수업 시연을 하거나 과학교과서에 나오는 과학실험들을 직접 설계하고 수행하는 과학교재연구 및 지도법을 수강해야 한다. 따라서 6학기에는 지금까지 배운 과학교육 관련 이론 수업을 실제 적용해 본다는 측면에서 과학 교사교육과 관련하여 대단히 중요한 시점으로 볼 수 있으며, 과학의 본성에 대한 자신만의 의미가 완성되어가는 시점으로 볼 수 있다.

### 2. 검사 도구

많은 연구들에서 과학은 다면적 학문이므로 과학에 대한 이해를 측정하는 일은 쉬운 일이 아님을 보여주고 있다(Harlen, 2000). 과학에 대해 명시적 질문을 하면, 생각을 사실적으로 표현하게 되거나, 과학과 관련된 논점들에 대해 참여자들 모두가 동일한 의미를 포착하게 되는 등 많은 단점들이 있게 된다(Çoban, 2011). 이에 본 연구에서의 검사지는 명확한 질문이나 항목들을 사용하는 대신, 특별한 상황을 구체적으로 언급하지 않은 크게 4개(과학적인 것, 과학적 상황, 과학적 사건, 과학적 질문)의 개방적 형식의 질문으로 구성하였다. 첫 번째 파트는 예비교사들이 ‘과학적인 것(‘과학적인 것’이란 무엇을 의미하는가?)’, ‘과학적 상황(‘과학적 상황’이란 무엇을 의미하는가?)’이라는 말이 어떤 의미를 가진다고 생각하는지 알아보는 것이고, 두 번째 파트에서는 6개의 사건과 10개의 질문들을 제시하고(표 6, 8 참조), 과학적인지 아닌지에 대해 물어보고, 그렇게 생각하는 근거와 이유들을 자유롭게 서술하도록 하였다(제시된 사건들이 ‘과학적 사건’인지 ‘비과학적 사건’인지 체크하고, 그렇게 판단한

이유를 적어보시오., 제시된 질문들이 ‘과학적 질문’인지 ‘비과학적 질문’인지 체크하고, 그렇게 판단한 이유를 적어보시오.).

과학적 사건이나 과학적 질문들과 관련된 항목들은 Leach(1996)가 제시한 예들을 사용하여 예비교사들의 나이와 경험 정도를 고려하여 수정하였다. 그런 다음, 질문의 명확성과 포괄성에 있어 만전을 기하기 위해 6명의 예비교사들을 대상으로 사전 테스트가 시행되었다. 즉, 6명의 예비교사들에게 질문을 읽고 대답해 보도록 하였고, 만일 대답이 명확하지 않을 경우 직접 질문들을 수정하도록 제안하여 검사지 수정에 반영하였다. 최종 수정된 검사지는 1인의 과학교육 전문가와 1인의 과학교사에 의해 안면 타당도를 확인하였다.

### 3. 자료 분석

본 연구의 목적은 의미 네트워크 분석(Semantic network analysis)기법을 활용하여 과학적인 것과 과학적 상황, 과학적 사건, 과학적 질문에 대한 이해 정도를 계량적이고 객관적 시각에서 접근하고자 하였다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 NetMiner 4.0 프로그램을 이용하여 텍스트 의미 네트워크 분석을 통해 단어의 빈도와 밀도 그리고 키워드간의 연결 정도 중심성 분석, 동심원 분석, 클릭 분석, 공통 네트워크 분석을 실시하였다.

이 연구에서 수행한 의미 네트워크 분석의 구체적인 절차는 다음과 같다.

첫째, 예비교사들에게 과학의 의미를 어떻게 인식하고 있는지 알아보기 위해 개방형 검사지를 통해 수집된 응답은 모두 텍스트(한글) 파일로 변환된 후 문장 내의 단어만 남기고, 조사와 서술어를 삭제하고 명사만 남기는 정제작업을 수행한다. 또한 설명과정에서 제시어 자신을 반복 사용한 경우는 제거하였다. 예를 들어 과학적 의미를 설명하는 과정에서 나타난 과학 혹은 과학적이라는 동어반복형 단어는 삭제하였다(이준기와 하민수, 2012b). 내용분석을 위하여 전사한 내용을 수차례 반복하여 읽으면서 정제화하여 엑셀 파일로 전환하고, 세부 항목에 대한 코딩화 작업을 하였다. 예비교사들의 응답 결과에 등장한 단어들은 과학교육 전문가 1인과 과학교사 1인이 함께 추출하여 중요 단어가 빠지는 경우가 없도록 하였다. 또한 한 진술내용에서 두 단어만이 추출된 경우도 있고, 여러 쌍의 단어

관계들이 추출된 경우도 있었다. 이러한 과정을 통해 코딩한 내용과 개념에 대한 의미를 파악하고 상호 논의를 통하여 최종 분석 내용을 확정하였다. 이어 각 질문에 대한 주요 단어들의 빈도를 구하였다.

둘째, 의미 네트워크 분석을 수행하기 위해서는 Source, Target으로 이루어진 Edge list를 만들어야 한다. Edge list는 행과 열에 기입하는 요소가 동일한 경우, 1-mode 네트워크로 한다. 본 연구에서는 과학에 대한 개념 분석에서 선정한 개념을 행과 열에 기입하여 네트워크를 구성하였다. 네트워크 자료는 개념과 개념의 관계를 행렬A(a b)로 구성하고, 두 개념이 관계적으로 진술되어 있는 경우에 1점을 부여하여 값을 누적하여 네트워크 분석을 위한 행렬을 구성하였다. 더불어 이를 시각화하기 위하여 Kamada와 Kawai의 Spring 2d를 분석하였다. 네트워크 지도상에서 각각의 원은 단어를 시각화한 것이며, 중심성 값이 높을수록 많이 링크되어 네트워크의 중심에 위치하도록 하였다. 또한 각 단어를 연결하고 있는 선과 화살표(주어 단어(Source)에서 서술어 단어(Target) 방향, 단어와 단어의 연결성)는 상호 동시 언급된 경우를 나타내는 것으로 선의 굵기는 가중치(Weight)로서 두 단어 사이의 관계의 정도에 비례하여 굵게 나타내었다.

셋째, 1-mode 네트워크의 밀도(Density)를 측정하였다. 밀도는 한 네트워크에서 노드를 사이의 연결된 정도를 의미하는 것으로, 네트워크 내의 전체 단어들이 서로 얼마나 많은 관계를 맺고 있는가를 측정하는데 활용되는 분석 방법으로서, 네트워크에서 단어들 간에 맺을 수 있는 가능한 총관계(라인) 수 중에서 실제로 맺어진 관계 수의 비율로 측정한다(김용학, 2007). 1-mode 네트워크에서의 밀도는 0~1 사이의 값을 가지게 된다. 밀도 0은 단어들 간의 연결이 형성되지 않은 상태의 네트워크이고, 밀도 1은 모든 단어들이 서로 연결된 상태의 네트워크를 나타낸다.

넷째, 1-mode 연결망의 연결 정도 중심성(Degree centrality) 분석을 수행하였다. 연결 정도 중심성 분석은 개념 구조에서 어떤 개념이 중심적 위치에 있는가를 파악하기 위한 방법이다. 따라서 연결 정도 중심성이 크다는 것은 그 만큼 해당 개념에 많은 개념이 연결되어 있다는 것을 의미한다(현영섭과 신은경, 2011). 본 연구에서는 내향중심성(In-degree Centrality)과 외향중심성(Out-degree Centrality)을 측

정하였다. 이를 통하여 과학에 대한 의미를 이해하는데 주로 사용하는 단어는 무엇인지를 분석할 수 있었다. 또한 동심원 분석(Concentric)을 통해 중심성이 강한 단어들을 한 눈에 확인할 수 있도록 하였다.

다섯째, 파당(Clique) 분석을 수행하였다. 파당 분석은 네트워크 내에 존재하는 파당(하위집단)의 개수와 각 파당에 속하는 행위자를 분석하는데 활용되는 방법이다. 파당은 연결망 집단에 속해 있는 행위자들이 양방향 간에 직접적으로 연결되어 있으며, 다른 파당 집단내에 존재하지 않는 집단을 의미한다(김용학, 2007). 즉, 파당은 형성한 단어들 각각 모두가 서로에 대해 밀접한 관계를 가지고 있어 서로 뜻을 같이 한다는 것을 의미한다(손동원, 2002). 파당 분석으로 각 하위 네트워크에는 어떤 단어가 속하는지를 분석하고, 이를 통해 통합성 정도를 살펴보았다.

여섯째, 과학적 사건과 과학적 질문에 대해서는 각 문항에 대한 과학적인지 비과학적인지에 대한 판단 결과를 빈도분석을 하고, 이어서 과학적으로 생각하는 이유와 비과학적으로 생각하는 이유에 대한 공통 의미 네트워크를 분석하였다. 이를 통해 예비교사들이 과학적 사건과 과학적 질문을 생각할 때 공통적으로 사용하는 단어를 확인하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 과학적인 것(Scientific)과 과학적 상황(Being Scientific)의 의미 네트워크 분석 결과

초등 예비교사들의 ‘과학적인 것’ 의미의 서술에 나타난 단어들의 빈도와 연결 정도 중심성은 표 1과 같다. 분석된 총 단어의 수는 62개였으며, 이들의 관계를 분석해 본 결과, 의미 네트워크로 구조화할 수 있었다(그림 1).

‘과학적인 것’ 의미를 설명하는 과정에서 활용된 단어들의 빈도를 살펴보면, 증명(22회)이 가장 많았고, 이어서 객관적(21회), 관찰(15회), 실험(14회), 탐구(13회), 논리적(10회) 순으로 언급되었다. 네트워크상에서는 ‘증명’과 ‘객관적’ 간에 4회 연결(Source-Target), ‘논리적’과 ‘증명’ 간에 3회 연결로 다른 단어보다 높은 가중치를 보였다.

예비교사들의 높은 비율이 ‘과학적’이라는 단어를 일종의 입증 과정이 포함된 특정 절차와 관련시키는 것으로 나타났다. 또한 과학적이라는 말을 과

표 1. ‘과학적인 것’에 대한 서술에서 등장한 단어 분석 결과

단어	빈도	연결 정도 중심성		단어	빈도	연결 정도 중심성	
		In-degree centrality	Out-degree centrality			In-degree centrality	Out-degree centrality
증명	22	0.206349	0.031746	이해	2	0.015873	0.015873
객관적	21	0.126984	0.190476	인과관계	2	0.015873	0.015873
관찰	15	0.079365	0.142857	입증	2	0.031746	0.000000
실험	14	0.079365	0.142857	주변현상	2	0.000000	0.031746
탐구	13	0.111111	0.063492	증거	2	0.015873	0.015873
논리적	10	0.000000	0.095238	추리	2	0.000000	0.031746
결과	6	0.047629	0.031746	합리적	2	0.000000	0.015873
근거	6	0.063492	0.031746	해석	2	0.031746	0.000000
사실	6	0.031746	0.063492	개선	1	0.000000	0.015873
설명	6	0.095238	0.000000	결론도출	1	0.015873	0.000000
원리	6	0.031746	0.000000	구체적	1	0.015873	0.000000
검증	5	0.047619	0.015873	규명	1	0.015873	0.000000
예상	5	0.063492	0.000000	똑같은	1	0.000000	0.015873
규칙	4	0.031746	0.031746	문제	1	0.015873	0.000000
측정	4	0.015873	0.047619	발전	1	0.015873	0.000000
가설	3	0.000000	0.031746	보편성	1	0.015873	0.000000
과학자	3	0.000000	0.047619	삶	1	0.000000	0.015873
발견	3	0.063492	0.000000	수궁	1	0.015873	0.000000
법칙	3	0.031746	0.031746	신뢰성	1	0.000000	0.015873
일반화	3	0.047619	0.000000	연구	1	0.015873	0.000000
진리	3	0.000000	0.031746	예시	1	0.015873	0.000000
체계적	3	0.031746	0.015873	우주의 원리	1	0.000000	0.015873
현상	3	0.000000	0.047619	자연법칙	1	0.000000	0.015873
공식화	2	0.031746	0.000000	자연현상	1	0.000000	0.015873
명확한	2	0.000000	0.031746	정확성	1	0.000000	0.015873
분석	2	0.031746	0.000000	측정도구	1	0.000000	0.015873
수치화	2	0.015873	0.015873	타당한	1	0.015873	0.000000
실증적	2	0.000000	0.031746	통계자료	1	0.015873	0.000000
옹고그름	2	0.015873	0.015873	통제	1	0.000000	0.015873
이론	2	0.000000	0.031746	호기심	1	0.000000	0.015873
이성적	2	0.015873	0.000000	활용	1	0.015873	0.000000
이치	2	0.000000	0.015873				

학이 다루는 문제들의 실제성을 언급하면서, 논리에 기반을 둔 말로 이해하는 예비교사들도 일부 있었다. 그러나 소수의 예비교사들만이 과학의 의미를 말할 때 과학의 논리적, 사회학적 부면을 언급하였다. 그런 사실은 예비교사들이 과학은 논리학의 한 형태이며, 복잡한 사회학적 구조를 하고 있다는 사실을 추론할 만한 능력이 부족하다는 것을 보여주는 것이다.

또한 일부 예비교사들은 ‘과학적인 것’을 실험적 데이터만을 사용하여 의심의 여지없이 증명되는 것

이어야 한다고 생각하는 경우도 있었다. 그뿐 아니라, 예비교사들 중에는 ‘과학적인 것’의 의미를 축적된 지식, 특정 결과 등과 관련시킴으로 전통적인 방식으로 과학을 이해하고 있음을 보여주었다. 과학의 전통적 관점에서는 과학은 항상 참되고, 불변하며, 절대적 지식을 만들어낸다고 본다(Aikenhead, 1997).

Coban(2011)는 일반적으로 초등학교 학생들이 과학에 관심 있는 이유는 그들이 탐구하기를 좋아하며, 혁신과 관련해 과학을 생산적이라고 생각하기 때문이라고 주장했다. Flavell(1999)는 학생들이 과

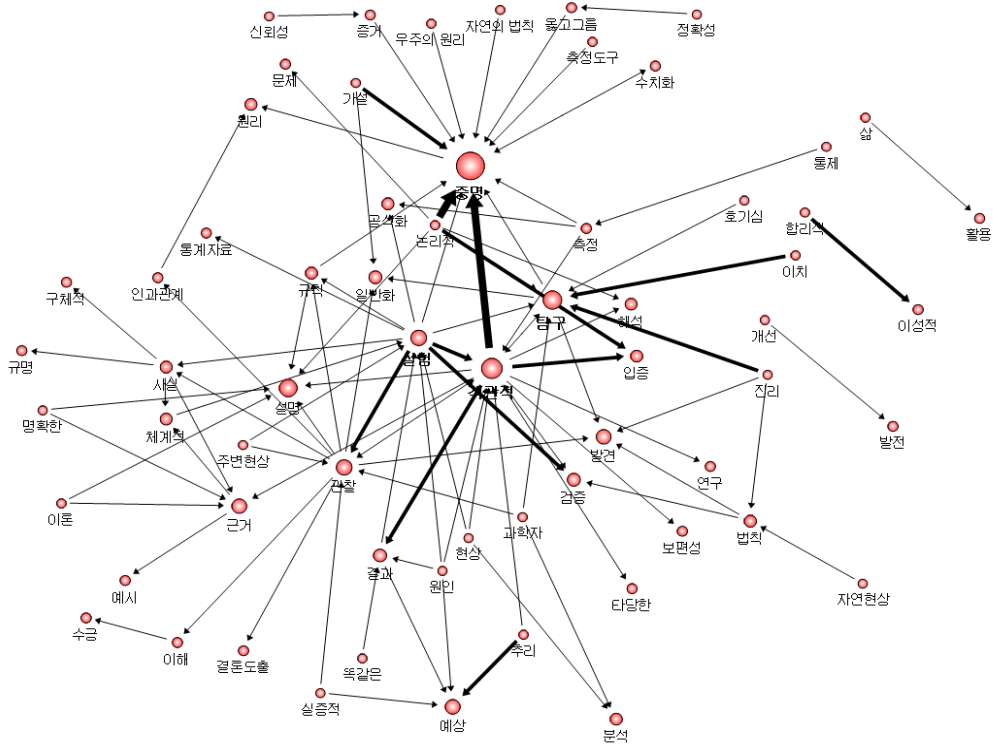


그림 1. ‘과학적인 것’에 대한 의미 네트워크

학이라는 단어를 초등학생쯤에 이르면 추측하는 것보다 더 정밀하고 참된 의미를 가지는 것으로 깨닫기 시작한다고 했지만, 본 연구에서는 예비교사들 수준에서조차도 이를 제대로 표현하기는 쉽지 않음을 확인할 수 있었다.

예비교사들의 과학적 의미에 대한 응답 내용으로 구성된 의미 네트워크의 밀도는 0.025이었다. 밀도는 앞서 설명한 바와 같이, 한 네트워크에 포함된 단어들간 관계의 응집 정도이다. 한 네트워크에 속한 단어들이 서로 관계가 많을 때 밀도가 높아진다. 밀도는 0과 1 사이로 표현된다는 것을 보았을 때 밀도는 매우 낮은 정도를 나타냈다. 이는 예비교사들 제각기 ‘과학적인 것’의 의미를 다양한 단어를 사용하여 표현한 결과로 보여진다.

‘과학적인 것’의 연결 정도 중앙성값을 살펴보면, 내향중심성(In-degree Centrality: 그 단어로 오는 방향의 연결 정도)은 증명, 객관적, 탐구, 설명, 실험, 관찰 순으로 나타났는데, 이는 ‘과학적인 것’이란~

에 의해 증명(혹은 객관적, 탐구, 설명, 실험, 관찰)이 되어지는 것’으로 이해하는 것으로 볼 수 있다. 또한 외향중심성(Out-degree Centrality: 그 단어에서 밖으로 나가는 방향의 연결 정도)은 객관적, 실험, 관찰, 논리적, 원인, 사실 순으로 높은 것으로 나타났다. 이는 주어(Source)로서, 이러한 단어를 많이 사용하는 것을 의미한다.

동심원 분석(Concentric) 결과를 보면(그림 2), ‘증명’이 비록 외향중심성은 높지 않지만, 가장 중심에 위치함으로써 중심성이 강한 단어로 나타나고 있다. 이는 과학적인 것을 표현하는데 자주 사용되는 개념이며, 다른 단어들과의 연결도 강하다는 점을 의미하였다. 즉, 과학적인 것에서 초등 예비교사들이 이해하는데 ‘증명’이 가장 많이 사용하는 것으로 해석할 수 있다.

이와 같이, 예비교사들은 ‘과학적인 것’을 경험기반에 근거<sup>1)</sup>하여 이해를 하고 있다는 것을 알 수 있다. 즉, ‘경험적’은 양적 및 질적 데이터를 모두

<sup>1)</sup> 과학적 설명은 데이터의 특성을 이해하는데 도움이 된다. 즉, 사실적 데이터, 인위적인 데이터, 변칙적 데이터, 재생 불가 데이터(무효 데이터), 관련 없는 데이터가 있다. 증명되는 것, 입증된 데이터, 증명된 지식, 경험적인 것, 통제 가능한 것(Leach, 1996; Root-Bernstein, 1984).

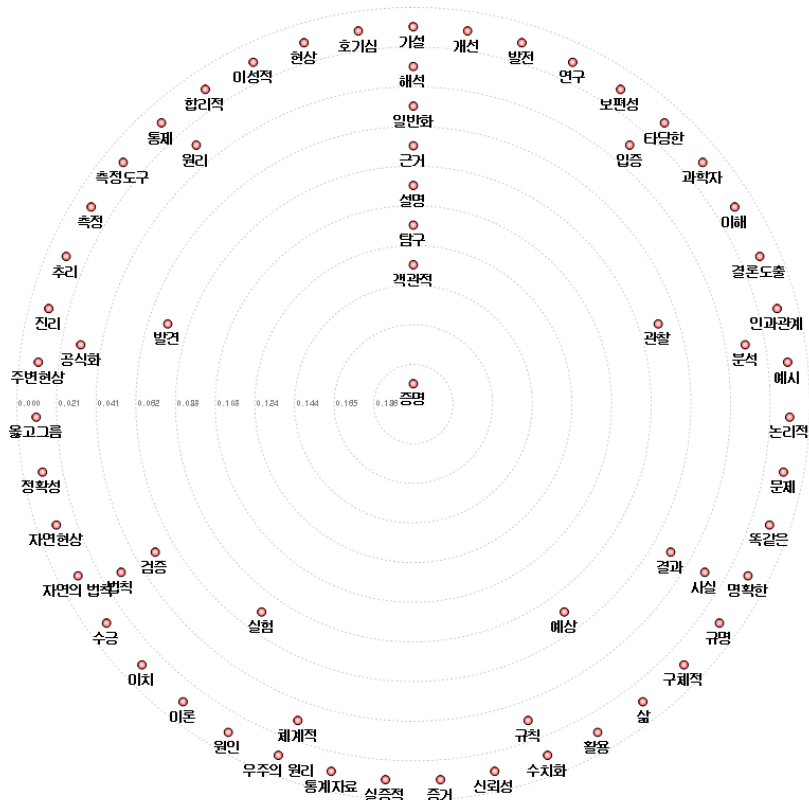


그림 2. ‘과학적인 것’에 대한 동심원 분석 결과

지칭하는 것으로(Bell, 2009), 어떤 과학적 개념들은 그것들이 논리 및 추론에서 주로 유래된 것이라서 매우 이론적이지만, 궁극적으로 모든 과학적 견해들은 타당하다고 여겨지려면 우선 이를 뒷받침해 줄 관찰이나 실험적 데이터가 있어야 한다는 것으로 해석한다고 볼 수 있다(Bell, 2009).

다음으로 단어들 사이에 어느 정도의 통합적 조직을 이루고 있는지를 분석하기 위하여 파당 분석을 수행하였다. 파당 분석을 수행한 결과는 표 2와 같다.

의미 네트워크 내에서는 18개의 파당이 형성된 것으로 나타났다. 이는 초등 예비교사들이 사용하는 단어들 중에서 각각의 파당 속에 포함된 단어를 통해 ‘과학적인 것’에 대한 하나의 하위 네트워크를 구성할 수 있다는 것을 의미한다.

‘과학적 상황’ 의미에 서술에서 나타난 단어들의 빈도와 연결 정도 중심성은 표 3과 같다.

빈도를 살펴보면 설명(16회), 객관적(8회), 증명(8회), 현상(7회), 실험(6회) 순으로 빈번하게 언급하였으며, 예비교사 중에서는 ‘과학적 상황’을 객관적

표 2. ‘과학적인 것’ 의미 네트워크에 형성된 파당

파당	파당을 구성하는 단어(Members)
Clique1	객관적, 실험, 결과, 원인
Clique2	객관적, 실험, 탐구, 증명
Clique3	객관적, 실험, 관찰
Clique4	객관적, 실험, 검증
Clique5	객관적, 실험, 현상
Clique6	객관적, 설명, 관찰
Clique7	객관적, 측정, 증명
Clique8	예상, 결과, 원인
Clique9	사실, 실험, 관찰
Clique10	사실, 실험, 체계적
Clique11	사실, 근거, 체계적
Clique12	발견, 진리, 법칙
Clique13	발견, 진리, 탐구
Clique14	규칙, 관찰, 설명
Clique15	규칙, 관찰, 실험
Clique16	규칙, 증명, 실험
Clique17	논리적, 증명, 탐구
Clique18	주변현상, 관찰, 실험



표 3. ‘과학적 상황’에 대한 서술에서 등장한 단어 분석 결과

단어	빈도	연결 정도 중심성		단어	빈도	연결 정도 중심성	
		In-degree centrality	Out-degree centrality			In-degree centrality	Out-degree centrality
설명	16	0.161765	0.044118	과정	1	0.014706	0.000000
객관적	8	0.029412	0.088235	똑같은	1	0.000000	0.014706
증명	8	0.102941	0.014706	문제해결	1	0.000000	0.014706
현상	7	0.014706	0.073529	발생	1	0.014706	0.000000
실험	6	0.000000	0.073529	변인통제	1	0.000000	0.014706
원리	6	0.000000	0.044118	사건	1	0.014706	0.000000
결과	5	0.058824	0.000000	사고	1	0.000000	0.014706
이론	5	0.029412	0.044118	사실	1	0.014706	0.000000
탐구	5	0.058824	0.014706	사용	1	0.014706	0.000000
검증	4	0.044118	0.014706	상태	1	0.014706	0.000000
근거	4	0.029412	0.029412	생각	1	0.000000	0.014706
논리적	4	0.014706	0.029412	연구	1	0.000000	0.014706
법칙	4	0.029412	0.029412	예측	1	0.014706	0.000000
증거	4	0.014706	0.029412	옹고그름	1	0.014706	0.000000
호기심	4	0.000000	0.058824	요인	1	0.000000	0.014706
가설	3	0.000000	0.058824	응용	1	0.014706	0.000000
관찰	3	0.000000	0.044118	의문	1	0.000000	0.014706
규명	3	0.029412	0.014706	이해	1	0.014706	0.000000
발견	3	0.044118	0.000000	인과관계	1	0.000000	0.014706
분석	3	0.029412	0.014706	인지	1	0.014706	0.000000
일상생활	3	0.000000	0.044118	일반화	1	0.014706	0.000000
적용	3	0.044118	0.000000	자극	1	0.000000	0.014706
추론	3	0.029412	0.014706	자료	1	0.000000	0.014706
경험	2	0.029412	0.000000	자료수집	1	0.000000	0.014706
규칙성	2	0.014706	0.014706	채연	1	0.014706	0.000000
문제	2	0.000000	0.029412	조작가능	1	0.014706	0.000000
방법	2	0.000000	0.014706	지식	1	0.000000	0.014706
실증적	2	0.000000	0.028412	측정	1	0.014706	0.000000
입증	2	0.029412	0.000000	탐구활동	1	0.000000	0.014706
접근	2	0.029412	0.000000	판단	1	0.014706	0.000000
진리	2	0.014706	0.014706	표현	1	0.000000	0.014706
해결	2	0.029412	0.000000	활동	1	0.000000	0.014706
고찰	1	0.014706	0.000000				

으로 설명할 수 있는 현상들로 보는 경우가 많았다. 즉, 예비교사들이 ‘과학적 상황’에 대한 의미를 논리적인 것을 근거<sup>2)</sup>로 하여 설명하고 있다.

‘과학적 상황’의 밀도는 0.017로 나타났으며 시각적으로는 전체적인 노드가 서로 긴밀하게 연결되어 보이지만, 개별 노드들이 가질 수 있는 잠재적

<sup>2)</sup> 논리 기반: 하나의 설명에 불필요하거나 불일치한 아이디어가 포함되어 있다면, 그런 것은 아무 것도 설명할 수 없는 것이다. 반증할 수 없는 것이라면, 그것이 참인지 거짓인지 말할 수 없다. 그런 경우 실험을 통해 수정한다. 실제로 근거한 것, 물리적 실체, 객관적인 것, 특정 조건하에서 유효한 것, 비판적 사고(비과학적인 것에 대해), 주관적인 것(Leach, 1996; Root-Bernstein, 1984).

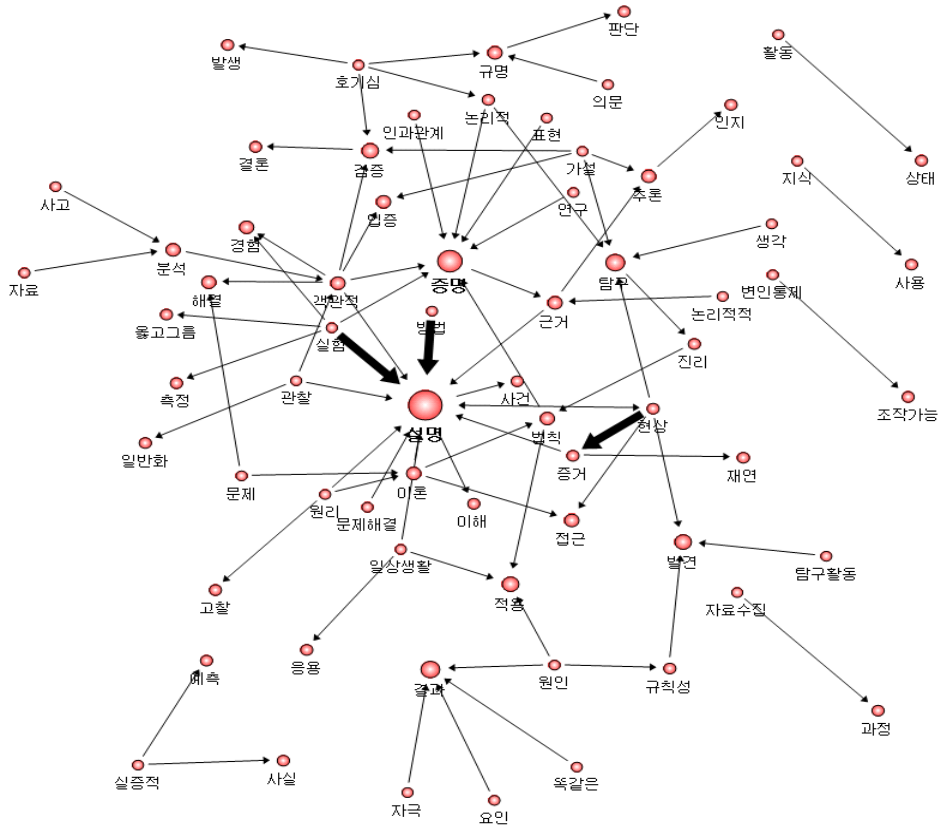


그림 3. ‘과학적 상황’에 대한 의미 네트워크

인 링크에 비해 실제 연결된 링크가 상대적으로 적 으며, 특정 노드로 쏠려 있는 형태를 띠고 있다(그림 3). 특히, 단어들에 연결되지 않은 채 고립되어 있는 것이 많이 발견되며, 이와 같은 내용 요소들이 밀도 값을 낮추는 요인으로 작용했을 가능성을 고려할 수 있다. 이러한 결과는 예비교사들이 ‘과학적 상황’이란 어떠한 것인가에 대한 의미를 생각해 남에 있어 다양한 개념을 나열함으로써 서로 긴밀한 관계를 맺지 못한 경우로 볼 수 있다.

‘과학적 상황’의 네트워크에서 중심적 위치를 점하고 있는 단어를 파악하기 위하여 연결 정도 중심성 분석을 실시하였다. 네트워크에 포함되어 있는 단어의 평균 연결 정도 중심성은 0.018이었다. 내향 중심성(In-degree Centrality)은 설명, 증명, 결과, 탐구, 발견 순으로 나타났는데, 이는 ‘과학적 상황이란 ~에 의해 설명(혹은 증명, 결과, 탐구, 발견)이 되어지는 것’으로 이해하는 것으로 볼 수 있다. 또한 외향중심성(Out-degree Centrality)은 객관적, 실험, 현

상, 호기심, 가설 순으로 높은 것으로 나타났다. 이는 주어(Source)로서 ‘객관적’이라는 단어가 다른 단어보다 많이 연결하여 사용된 것으로 해석할 수 있다.

이를 동심원으로 배치하여 분석한 결과는 그림 4와 같다. ‘설명’이 가장 중심에 위치함으로써 중심성이 강한 단어로 나타나고 있다. 즉, 예비교사들이 ‘설명’이 과학적 상황을 표현하는데 자주 사용되는 단어이며, 다른 단어들과의 연결도 강하다는 점을 의미한다.

이와 더불어 ‘과학적 상황’에 대한 단어들 사이에 어느 정도의 통합적 조직을 이루고 있는지를 분석하기 위하여 모든 노드가 서로 완벽하게 연결된 파당 분석을 수행하였다. 파당 분석을 수행한 결과는 표 4와 같다.

‘과학적 상황’에서는 3개의 파당이 형성된 것으로 나타났으며, 각 파당 속에 포함된 단어들을 보면 앞서 분석한 결과와 마찬가지로 ‘설명’이 과학적 상황을 진술된 문장에 공통적으로 포함되고 있



표 5. '과학적 사건' 판단 결과

사건	과학적인 것으로 보는 비율
매일 밤 달의 위상을 관찰하고 그림으로 그린다.	103/108 (95.37%)
온도계로 물의 온도를 측정한다.	99/108 (91.66%)
흡연과 심장 마비의 위험 사이의 관계를 조사한다.	94/108 (87.03%)
비 오는 날 벌레의 행동을 관찰한다.	85/108 (78.70%)
시장에서 푸른 사과를 산다.	19/108 (17.59%)
음악을 들으며 공부한다.	5/108 (4.62%)

학적으로 생각하는 이유를 분석한 결과는 표 6과 같다.

표 6. '과학적 사건' 과학적/비과학적 판단 이유

과학적인 이유				비과학적인 이유			
단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도
관찰	59	원리	4	행동	25	호기심	3
측정	53	입증	3	일상생활	19	과학적 소양	3
객관적	30	환경	2	단순한	13	추론	2
규칙적	24	변인	2	취향	12	집중력	2
인과관계	19	상관관계	2	행위	10	가치관	2
논리적	18	자연법칙	2	주관적	9	경제적	2
증명	16	증거	2	가치판단	9	이익	2
조사	15	자료	2	생각	8	진리	2
실험	15	원인	2	개인별	6	신념	2
가설	12	연구	2	불명확	6	우연적	2
자연현상	12	합리적	2	일반적	6	도덕적	2
탐구	12	경험	2	의도적	6	단순지식	2
법칙	10	직접적	2	자연현상	6	애매모호	1
수치화	10	행동	2	목적의식	4	단순사건	1
기록	9	감각기관	2	상황	4	배경지식	1
발견	9	배경	2	성향	4	수학적	1
검증	8	이론	2	관계	4	인과관계	1
사실	8	관계	1	사건	3	생활양식	1
도구	6	명백한	1	습관	3	문화양식	1
일반화	6	설계	1				
설명	6	기준	1				
규명	6	예상	1				
추리	5	사건	1				
근거	5	변인통제	1				
분석	5						

과학적인 이유와 관련해서는 '관찰'의 빈도(59회)가 가장 높아 제시된 사건들에 대해 '관찰'이라는 핵심어가 들어간 사건들을 과학적 사건이라고 보는 것으로 판단할 수 있었다. 다음으로는 측정(53회), 객관성(30회), 규칙성(24회), 인과관계(19회)적이어야 해당 사건이 과학적이 되는 것이라고 생각하는 것으로 나타났다. 한편, 학생들은 가설, 실험, 변인통제 같은 핵심적인 과학적 연구 방식들에 대해서도 언급하였다. 이는 과학에서는 탐구과정기술(science process skills)에 대해 학습한 결과로 보인다.

증거(2회)에 의해 증명이 되는 사건들을 과학적인 사건으로 생각하는 학생들은 소수에 불과했다. Lederman과 O'Malley(1991)은 과학적 사건을 확인하는 데에는 증거가 없는 한 일상의 현상은 과학적 사건으로 볼 수 없다고 하였다. 그러나 본 연구의 예비교사들은 일상을 과학적 사건으로 보게 되는

지표로서, 증거 혹은 증거물을 핵심적인 단어로 생각하지 않았다고 볼 수 있다.

예비교사들이 제시한 해당 사건이 비과학적이 되는 이유들로 행동(25회), 일상생활(19회), 단순한(13회), 취향(12회), 행위(10회), 주관적(9회)과 관련 있는 것으로 보였다. 특히, 예비교사들은 개인적 선택도 비과학적인 것이라고 여겼다(취향(12회), 개인별(6회)). 연구될 필요가 없는 대상이나 사물 혹은 단순한 일상적 사건들 또한 비과학적인 사건이 되는 이유들로 여겼다.

과학적 사건에 대해 전체적인 빈도를 보면, 과학적이던 비과학적이던 다양한 단어들을 사용하지 못하고 있는 것을 볼 수 있다. 사건은 6가지를 제시하였지만, 전체적으로 동일한 단어만을 제시하여 이유를 설명하거나, 몇 가지 사건들에 대해서만 이유를 서술한 경우가 많았다. 이러한 결과를 통해 예비교사들이 자연과 관련된 사건을 과학적이라고 인지한다고 해도, 그들은 일상에서 흔히 볼 수 있는 사건들을 과학적인 것으로 설명하는데는 어려움을 있음을 알 수 있었다. 이는 예비교사들이 일상과 관련된 과학 대상들에 대해 충분히 관심을 두지 않고 있다고 말할 수도 있다. 이는 과학사건은 과학 수업이나 실험실 내에서만 접하는 것이고, 일상과는 무관한 것으로 여길 수 있다.

Edmondson와 Novak(1993)는 전통적인 기존 틀에 따른 과학 수업들을 듣는 학생들은 과학을 자신의 주변 세상을 추론에 근거해서 설명하기보다는 지식을 단순 기억하는 것에 기반해서 평가한다고 주장했다. Ash(2004) 또한 공식적인 교육을 통해 습득한 과학 지식은 일상생활에서 직면하는 사건들과 불일치하는 경우가 많다고 하였다.

학습자들은 학교에서의 과학 수업, 텔레비전에서의 과학 다큐멘터리, 보도 매체에서 볼 수 있는 과학 관련 뉴스, 학부 과학 교육, 과학 교사들과 상호 작용 등 과학에 노출되어온 범위는 대단히 넓다(Ryder et al., 1999). 그러므로 학교 수업에서는 이론이나 교과서로만으로 과학적 사건을 접근하는 것이 아니라, 일상에서 볼 수 있는 다양한 상황들을 활용하여 학교수업에서도 다룰 수 있는 방안을 모색해 볼 필요가 있다.

초등 예비교사들이 10가지 질문에 대해 과학적으로 판단한 결과는 표 7과 같다.

대부분의 예비교사들이 ‘물속에는 어떤 종류의

표 7. ‘과학적 질문’ 판단 결과

질문	과학적 질문이라고 보는 비율
물속에는 어떤 종류의 박테리아가 있는가?	104/108 (96.29%)
지구는 어떻게 생겨났는가?	87/108 (80.55%)
대기의 온도는 점차 올라가고 있는가?	86/108 (79.62%)
철새는 어떻게 그렇게 먼 거리를 날아 이동하는가?	85/108 (78.70%)
어떤 종류의 식단이 아이들의 건강 유지를 위해 좋을까?	77/108 (71.29%)
방수 천(fabric)으로는 어떤 것이 있는가?	62/108 (57.40%)
재미로 돌고래를 잡는 것은 잘못된 것인가?	17/108 (15.74%)
분말 세제를 살 때 작은 것으로 사는 것, 큰 것으로 사는 것 중 어떤 것이 더 이익인가?	14/108 (12.96%)
밤중에는 유령이 나타나는가?	9/108 (8.33%)
어느 것이 제일 좋은 TV 프로그램인가?	3/108 (2.77%)

박테리아가 있는가’의 질문이 과학적인 질문으로 보았다(96.29%). 이 질문에 이어 지구에 대한 질문에 80.55%, 대기의 온도에 대한 질문에 79.62%, 철새에 대한 질문에 대해서는 78.70%가 거의 같은 비율로 과학적이라고 보았다. 아이들의 식단에 대한 질문에 대해서는 참여자 중 71.29%, 방수 천에 대한 질문에 대해서는 57.40%가 과학적인 질문이라고 대답했다. 돌고래에 대한 질문에 대해서는 15.74%, 분말 세제 구입에 대한 질문에 대해서는 12.96%가 비슷한 비율로 과학적이라고 대답하였고, 유령에 대한 경우가 8.33%, TV프로에 대한 것이 2.77%로 가장 낮은 비율을 보였다.

예비교사들이 10가지 과학적 질문에 대해 과학적이던 아닌지에 대해 판단한 이유의 진술 내용에 포함된 주요 단어들의 빈도를 분석한 결과는 표 8과 같다.

과학적이라고 생각한 이유로 관찰(35회)을 가장 많이 언급하였고, 다음으로 측정(32회), 객관적(29회), 가설(23회), 실험(22회) 순서로 관련되어야 질문이 과학적이라고 생각하고 있었다. 이외에 예비교사들은 ‘생물(6회)’, ‘지구과학(4회)’과 같은 단어들이 들어가면 과학적 질문으로 분류하는 경향도

표 8. ‘과학적 질문’ 과학적/비과학적 판단 이유

과학적인 이유				비과학적인 이유			
단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도
관찰	35	이론	4	가치판단	57	기회비용	2
측정	32	규칙적	4	도덕적	21	비교	2
객관적	29	기준	4	이익	20	성향	2
가설	23	비교	3	경제적	17	종교적	2
실험	22	변인	3	주관적	13	행위	2
탐구	20	자연현상	3	단순한	10	가치중립적	2
원인	17	명백한	2	상황	9	기치관	2
검증	16	추리	2	참과 거짓	6	계산	2
근거	14	연역적	2	수학적	5	취향	2
증명	12	구별	2	습관	5	금전적	2
분석	8	일반화	2	추론	5	손해	2
인과관계	8	상관관계	2	애매모호	5	생각	2
분류	8	합리적	2	답	4	다른 변인	2
설명	8	예상	2	단순지식	4	보편적	2
원리	6	습성	2	산술문제	4	신	2
사실	6	입증	1	개인별	3	검증	2
자료	6	자연법칙	1	초자연적	3	효율성	2
도구	6	증거	1	호기심	3	오류	1
생물	6	판단	1	사회현상	3	개입	1
지구과학	4	이성적	1	가치관	3	신념	1
조사	4	규정	1	추상적	3	환경	1
논리적	4	발견	1	자연현상	2	단순나열	1
수집	4			배경지식	2	감성	1
				의도적	2	보편성	1

있었다. 또한 자연과 생물과 관련된 조사가 들어간 질문들을 과학적 질문으로 여기는 것 같았다. 그 경우, 예비 교사들은 경험에 의해 입증 가능하고, 현상적으로 인식 가능한 질문들을 과학적인 것으로 보고 있기 때문으로 판단된다. 이와 같은 관점은 전통적인 견해로 볼 수 있다.

그러나 과학의 본성에 대한 현대적 견해는 이전에 학교에서 가르쳐졌고, 많은 연구들에서 주장하고 있는 전통적 견해와 정반대의 견해이다(Ryan & Aikenhead, 1992). 전통적 견해는 논리 실증주의와 경험 철학에서 비롯되었다(Tuberty *et al.*, 2011). 즉, 전통 견해를 특징짓는 몇 가지 핵심 요소들이 있다. 1) 과학적 주장들은 그와 같은 주장들을 하기 위해 사용되어지는 이론들과 규칙들이 경험적 관찰에 바탕을 두기 때문에 객관적이다. 2) 가설의 검증은 논리적이며 확립된 과학 방법에 의해 통제된다. 3) 과학은 포괄적인 이론을 발견한다는 궁극적인 목표와 동일 방향으로 진보한다. 이 전통 견해는 현

대적인 견해와 뚜렷한 대조를 보이며, 과학은 진리를 달성하며, 오직 인간의 한계만이 절대 이해와 예측가능성을 가로막을 수 있다는 것이다(McErlean, 2000).

예비교사들이 해당 질문을 비과학적이라고 보게 된 이유들을 살펴봤을 때, 가치판단(57회), 도덕적(21회), 이익(20회), 경제적(17회), 주관적(13회)과 관련된 질문을 비과학적이라고 이해하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 예비교사들이 과학과 과학적 질문들을 정확하게 설명하는 데 전통적 관점에서 이해한다는 다른 연구 결과와 유사하다(Aikenhead & Ryan, 1992; Irez, 2006; Turgut, 2009; Tairab, 2001). Aikenhead(1997)는 과학의 본성에 대한 이해는 전통적 이해보다는 과학과 기술, 사회와 환경 사이에서 볼 수 있는 상호 작용을 이해하는 것이 다양한 관점으로 접근할 수 있는 기회를 제공하는 것이므로 과학과 과학 지식과 관련된 가치뿐 아니라, 사회와 환경과 관련된 가치도 필수적으로 고려해야 한

다고 주장하였다. 즉, 학부에서 과학 관련 강좌를 이수하는 동안, 과학과 과학적 질문들의 사회적 측면을 강조함으로써, 과학이 다루는 개념의 범위를 더 확장하여 학생들이 일상생활에서 직면한 현상들을 설명할 수 있게 되어야 한다는 것이다(Coban, 2010). 이를 통해 교사들이 과학의 본성에 대한 현대적인 견해를 가지고 학생들에게 효과적으로 전달할 수 있다(Abd-El-Khalick *et al.*, 2008; McDonald, 2010).

초등 예비교사들의 ‘과학적 사건’, ‘과학적 질문’ 설문지 원문에서 추출된 단어들을 활용하여 이들이 가지는 공유된 인식구조와 개별 인식구조를 파악하기 위해 또 하나의 통합 의미 네트워크를 추출하였다. 과학적 사건과 과학적 질문에 대한 답변으로는 Source와 Target으로 이루어진 Edge list를 구성할 수 없으므로 사건과 질문에 대한 과학적 비과학적 이유 진술에서 공통의 의미 네트워크를 분석하였다.

과학적 이유에 대한 통합 네트워크 분석 결과는 그림 5와 같다. 분석결과, 논리적, 기준, 원인, 실험, 관찰, 증명 등의 단어들에 대해 접점이 형성되었다.

비과학적 이유에 대한 통합 네트워크 분석 결과는 그림 6과 같고, 호기심, 의도적, 주관적, 가치판단, 단순한, 도덕적, 취향 습관 등의 단어들에 대해

접점이 형성되었다.

즉, 예비교사들은 과학적 사건이나 과학적 질문에 대한 진술에서 공통적으로 사용하는 단어들이 과학적 사건이나 과학적 질문의 판단 이유에서 언급된 단어와 겹치는 것이 많은 것을 볼 때, 한편으로는 과학적 사건과 과학적 질문에 대해 뚜렷한 구별 없이 해석한 예비교사들이 많음을 확인할 수 있었다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등 예비교사들의 ‘과학적 사건’ ‘과학적 상황’, ‘과학적 사건’, ‘과학적 질문’에 대해 어떻게 인식하고 있는지 알아보기 위하여 의미 네트워크 분석법을 활용하여 분석하였다.

분석한 결과를 바탕으로 알 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, 예비교사들은 ‘과학적인 것’을 인식함에 있어 ‘증명’, ‘객관적’, ‘실험’을 가장 중요한 단어로 인식하고 있었다. 즉, 예비교사들은 과학적이라고 여기는 주요한 근거를 명백한 사실을 얻을 수 있어야 하고, 증명 가능하며, 정확하고 논리적인 이론체

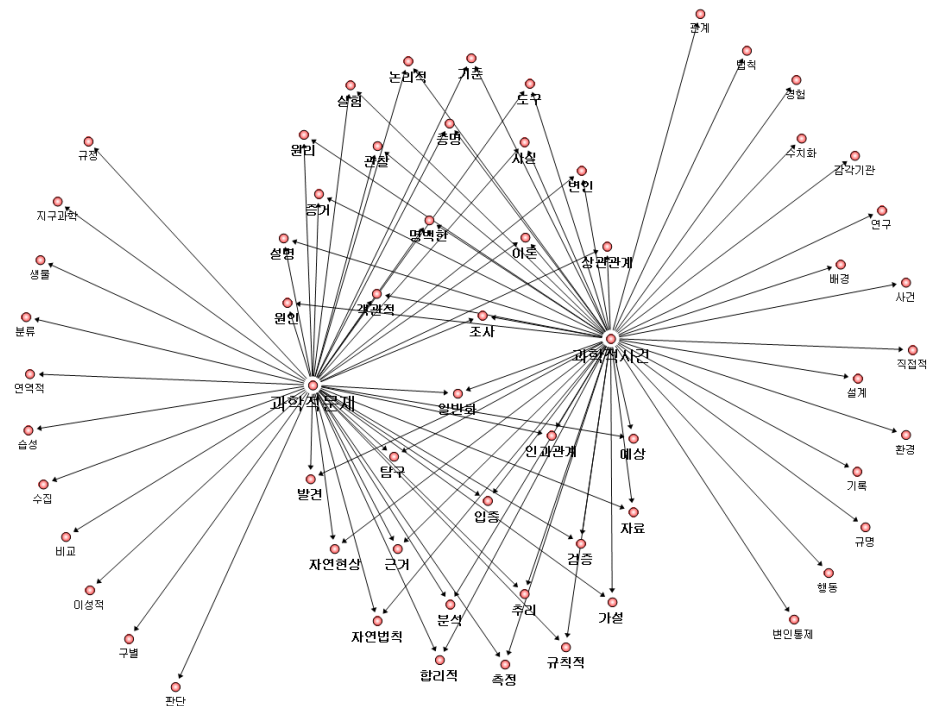


그림 5. 과학 사건과 과학 질문 의미에 대한 과학적인 이유 통합 의미 네트워크

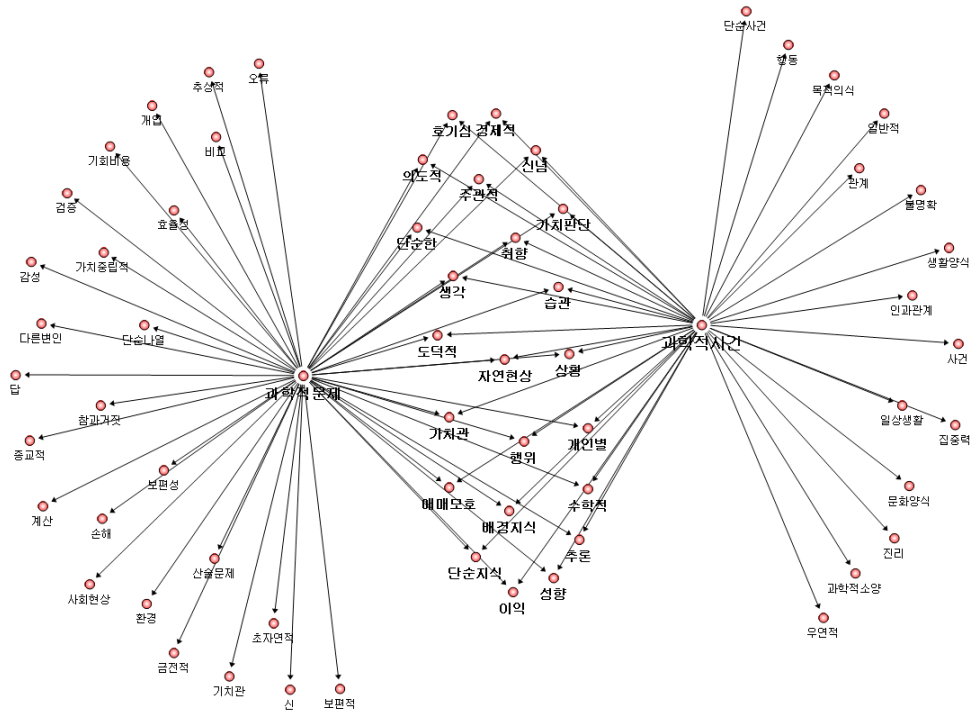


그림 6. 과학 사건과 과학 질문 의미에 대한 비과학적인 이유 통합 의미 네트워크

계를 동반해야 하는 것으로 인식하고 있어, 과학의 전형적인 틀을 토대로 답변한 것을 네트워크 연결 구조를 통해 파악할 수 있었다. 무엇보다도 ‘과학적인 것’을 경험 기반에 근거하여 이해를 하고 있다는 것을 알 수 있었다. ‘과학적 상황’에 대해서는 ‘설명’, ‘객관적’, ‘증명’을 가장 중요한 단어로 인식하고 있었고, 과학을 이론, 현상, 원리, 관찰을 통해 설명될 수 있는 집합으로 보는 전통적인 관점을 갖고 있었다.

둘째, ‘과학적 사건’에서는 ‘관찰’이라는 내용이 들어간 것에서 과학적인 사건으로 이해하는 비율이 높았다. 과학적인 이유와 관련해서는 ‘관찰’의 빈도가 가장 높았고, 비과학적이 되는 이유로는 ‘행동’ 단어 빈도가 가장 높았다. 그러나 예비교사들 중에는 과학적 사건을 평가할 때 깊이 생각하거나 상호 관련된 구조적 관계를 생각하지 않고, 단지 기계적으로 판단하는 경향이 있었다. 또한, 과학적 사건의 배후에 있는 이유를 말하는 데도 어려움이 있었다. 특히, ‘공부하고’ ‘구매하는’ 것이 포함된 사건들에는 과학적 의미를 부여할 가능성이 적었다. 예비교사들의 과학에 대한 이해는 단지 전통적 현상에만 한정되었으며, 과학을 일상 경험들과 관

련시켜서 이해하는 수준까지는 발달하지 못했다고 판단된다. ‘과학적 질문’에서는 박테리아와 관련된 질문을 과학적으로 판단한 비율이 가장 높았고, 과학적이라고 생각한 이유로는 ‘과학적 사건’과 마찬가지로 ‘관찰’을 가장 많이 언급하였으며, 비과학적이라고 보게 된 이유로는 ‘가치판단’을 가장 많이 언급하였다. 통합 네트워크 분석 결과에서는 예비교사들은 과학적 사건이나 과학적 질문에 대한 진술에서 공통적으로 사용하는 단어들인 과학적 사건이나 과학적 질문의 판단과 관련된 진술에서 언급된 단어와 겹치는 것이 많았다.

전체적으로, 본 연구 결과, 예비교사들의 과학적 질문들에 대한 이해는 대부분의 경우 경험기반과 현상기반에 그 근거를 두고 과학을 전통적 방식으로 이해하고 있음을 알 수 있었다. 더욱이, 과학적 특성과 관련시켜 특정 사건을 평가할 경우, 단지 표면적 특성만을 본다는 것은 놀라운 일이었다. 또한 과학을 일상생활과 관련시켜 보는 능력도 미약하여 문제가 될 정도였다. 또한 대부분의 예비교사들은 과학의 탐구 과정적 측면을 고려해 보지도 않은 채, 관찰, 증명, 추정을 과학적 사건과 질문들과 연계시키는 것을 확인할 수 있었다.



과학에 대한 정체적인 견해를 갖고 있는 학생들은 학습의 한 방편으로 사실들을 암기할 가능성이 더 높다. 이런 경우, 과학을 자신들의 삶과 경험의 일부로 간주하지 않기 때문에, 과학을 자신들만의 시각에 통합시킬 가능성이 더 적어진다(Tuberty *et al.*, 2011). 이와 대조적으로 과학을 역동적인 과정으로 보는 학생들은 대안적 견해들 사이에서 고심할 때 과학자들은 증거에 의존한다고 이해한다. 사실들을 암기하려 하지 않고, 새로운 개념을 이해하려 하고, 개념들을 설명할 원리들을 찾으려 한다. 그렇게 함으로써, 과학에 대한 자신들의 지식을 과학 지식과 통합하려고 한다(Solomon *et al.*, 1996, Songer & Linn, 1991). Edmondson과 Novak(1993)에 따르면, 학생들이 과학을 옹고 그림의 견지에서 볼 때, 과학에서의 변화는 도구의 개선으로 인한 사실들 안에서의 변화와 관련 있는 것이지, 새로운 이론적 접근과 관계있는 것이 아니다. 학생들이 과학내의 충돌(갈등)이 어떻게 해결되는지 이해하지 못할 때, 자신의 과학 지식을 일상 지식으로부터 분리시킨다. 이 같은 통합 능력의 부재로 인해 학생들은 과학 사실들을 암기하려 하고, 이는 과학을 이해하는 비효율적인 방법이 된다.

한편, 교사 입장에서 고려해야 할 점은, McComas (2003)에 따르면 많은 과학 교과서들이 불완전하거나 잘못된 정보를 담고 있고, 과학의 본성에 관한 현대적인 관점을 포함한 논의를 포함하는 경우가 드물다고 하였다. 그러나 교과서와 미디어가 학생들이 가지는 인식에 상당한 영향을 끼치고 있다는 점을 주목해야 한다(Solomon *et al.*, 1996). 또한 대학에서 가르치고 있는 과학교육자들을 포함하여 과학교사들이 과학의 본성에 대한 부적절한, 전통적인 인식들을 갖는 경우가 종종 있다(Lederman, 1992; Southerland *et al.*, 2003). 이는 과학의 본성에 관한 교사들이 가진 인식들을 심사숙고해 볼 필요가 있다는 것을 의미한다.

따라서 이러한 결론을 바탕으로 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 예비교사들에게 제공되고 있는 과학 학습 환경이 과학의 내용과 특성에 대한 지식과 관련하여 개선되어야 한다. 그렇게 하여 예비교사들의 과학에 대한 전반적인 시각에 변화를 주어야 한다. 예비교사들이 학교 밖에서 직면하게 되는 과학과 관련된 질문들을 고찰하는 데 중점을 둔 교과 과정

은 교사들과 예비교사들이 사용해야 할 새로운 요구사항으로 등장시켜야 한다. 그러므로 과학 교사 교육 과정을 이수하는 동안 일상생활에서의 현상들을 설명하는 것을 과학개념에 포함시켜 나가므로 과학 지식의 본질적인 성향이 의도적으로, 그리고 더 명확하게 드러나게 할 수 있다.

둘째, 과학의 본성에서 언급된 탐구과정들을 조화롭게 활용하는 법에 대해 교사들에게 연수를 제공해 준다면 큰 도움이 될 것이다. 그러나 연수과정에서도 탐구에서 있어 체험 활동들을 하는 것은 과학의 본성에 대해 가르치는 것과 같지 않음을 인식시켜야 한다(Bell, 2009). 즉, 학생들에게 ‘과학을 하게’ 하는 것은 과학의 본성을 가르치는 것과 같지 않다. 따라서 과학의 본성에 대해 배우는 것은 과학적 지식과 과학적 활동에서 오는 과정이나 결과적 특징들에 대한 차이에 대한 토론과 숙고가 필요하다.

## 참고문헌

- 교육과학기술부(2009). 과학과 교육과정. 교육과학기술부.  
 김용학(2007). 사회 연결망 이론. 서울: 박영사.  
 나지연, 송진웅(2010). 과학의 본성에 대한 검사 도구를 활용한 연구의 개관과 분석. *초등과학교육*, 29(3), 292-306.  
 방미정, 김효남(2010). 초등학생의 인지 수준에 따른 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. *초등과학교육*, 29(3), 277-291.  
 손동원(2002). 사회 네트워크 분석. 서울: 경문사.  
 이준기, 하민수(2012a). 언어 네트워크 분석법을 통한 중학교 과학영재들의 사실, 가설, 이론, 법칙과 과학적인 것의 의미에 대한 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 32(5), 823-840.  
 이준기, 하민수(2012b). 언어 네트워크 분석법을 활용한 초등학교 및 중학교 과학영재들의 ‘과학적’의 의미에 대한 인식 비교. *과학영재교육*, 4(1), 29-42.  
 이해준, 이동일, 이주현(2010). 의미 네트워크 분석을 통한 프렌차이즈 교육 프로그램 개발. *경영교육연구*, 14(2), 105-128.  
 조일현(2008). 협동학습팀 내 사회연결망 지수가 학습성과에 미치는 영향. *교육공학연구*, 24(4), 295-317.  
 최준환, 남정희, 고문숙, 고미례(2009). 과학사를 활용한 과학수업 적용을 통한 중학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 발달. *한국과학교육학회지*, 29(2), 221-239.  
 현영성, 신은경(2011). 대학 성인학습자의 학습지해 요소와 학습지해 해소 방법에 대한 개념 연결망 분석. *한*

- 국HRD연구, 6(3), 23-48.
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M. & An-Phong, L. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 835-855.
- Aikenhead, G. (1997). *Integrating the scientific disciplines in science education*. Gesellschaft für der Chemie und Physik, Universität Potsdam.
- Aikenhead, G. S. & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on science-technology-society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Akerson, V. L. & Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377-394.
- Ash, D. (2004). Reflective scientific sense-making dialogue in two languages: the science in the dialogue and the dialogue in the science. *Science Education*, 88(6), 855-884.
- Bell, R. L. (2009). *Teaching the nature of science: three critical questions*. Best Practices in Science Education. Monograph.
- Can, B. (2005). *Fen Öğretmen Adayları Fen'in Doğası ve Öğretimi ile ilgili Görüşleri*. [Views of the preservice teachers about nature of science and science teaching] Unpublished Master Thesis, Dokuz Eylül University.
- Çoban, G. U. (2010). The Turkish primary students' understanding of scientific events and questions. *Journal of Turkish Science Education*, 8(2), 23-38.
- Çoban, G. U. (2011). The scientific understanding level of prospective science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 9(3), 237-254.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia: Open University Press.
- Edmondson, K. M. & Novak, J. D. (1993). The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 547-559.
- Ewers, T. G. (2001). Teacher directed versus learning cycles methods: effects on science process skills of mastery and teachers efficacy among elementary education students. Doctoral Dissertation, University of Idaho.
- Flavell, J. H. (1999). Cognitive development: children's knowledge about the mind. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 21-45.
- Giere, R. N. (1991). *Understanding scientific reasoning*. harcourt brace Jovanovich College Publishers. 3rd edition.
- Harlen, W. (2000). *Teaching, learning and assessing science 5-12*. Sage Publications, 3rd edition.
- Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: science education for sociopolitical action. *Science Education*, 83(6), 775-796.
- Irez, S. (2006). Are we prepared? an assessment of pre-service science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90(6), 1113-1143.
- Leach, J. (1996). Students' understanding of nature of science. In: G. Welford, J. Osbourne, P. Scott (Eds). *Research in science education in Europe*. Routledge-falmer.
- Lederman, N. G. & O'Malley, M. (1990) Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225-239.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Matthews, M. R. (1997). Editorial. *Science & Education*, 6(1), 322-329.
- McComas, W. F. (2003). A textbook case of the nature of science: Laws and theories in the science of biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 141-155.
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
- McErlean, J. (2000). *Philosophies of science: From foundations to contemporary issues*. Stamford, CT: Wadsworth/Thompson Learning.
- Meyling, H. (1997). How to change students' conceptions of the epistemology of science. *Science & Education*, 6(4), 397-416.
- Root-Bernstein, R. (1984). On defining scientific theory: Creationism considered. In: Montagu, A. (Ed). *Science and creationism*. New York, Oxford University Press, pp. 64-94.
- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76(6), 559-580.

- Ryder, J., Leach, J. & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219.
- Solomon, J., Scott, L. & Duveen, J. (1996). Large-scale exploration of pupil's understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493-508.
- Songer, N. B. & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Sormunen, K. (2004). Seventh-graders epistemic views related to science lessons. Unpublished Doctoral Thesis. University of Joensuu.
- Southerland, S. A., Gess-Newsome, J. & Johnston, A. (2003). Portraying science in the classroom: The manifestation of scientists' beliefs in classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 669-691.
- Tairab, H. H. (2001). How do pre-service and in-service science teachers view the nature of science and technology?. *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 235-250.
- Thomas, G. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? In: M. Shortland (Ed), *Scientific literacy papers*. Oxford: Oxford University Department for External Studies.
- Tobin, K. & McRobbie, C. J. (1997). Beliefs about the nature of science and the enacted science Curriculum. *Science & Education*, 6(1), 355-371.
- Tuberty, M. B., Dass, P. & Windelspecht M. (2011). Student understanding of scientific hypotheses, theories & laws: exploring the influence of a non-majors college introductory Biology course. *International Journal of Biology Education*, 1(1), 22-44.
- Turgut, H. (2009). Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Bilimsel Bilgi ve Yöntem Algıları [The prospective science teachers' perceptions on scientific knowledge and method]. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 165-184.
- Unal, G. & Akpınar, E. (2006). To what extent science teachers are constructivist in their classrooms. *Journal of Baltic Science Education*, 2(10), 40-50.
- Zembylas, M. & Barker, H. B. (2002). Preservice teacher attitudes and emotions: Individual spaces, community conservations and transformations. *Research in Science Education*, 32(3), 329-351.