출품번호
1086

제41회 전국학생과학발명품경진대회
학생작품지도논문연구대회

‘스프링을 이용해 한손으로 여닫는 세제 뚜껑’ 제작지도에 관한 연구

2019. 7. 31.

출품교원	
지도학생	
출품분야	초

차 례

Ⅰ. 작품 지도 개요 ····· 1
1. 지도 동기 ····· 1
2. 지도 목적 ····· 1

Ⅱ. 작품 요약 ····· 2
1. 작품 내용 ····· 2
2. 작품의 모습 및 설명 ····· 2
3. 작품의 실제 작동 모습 ····· 3

Ⅲ. 학생 지도의 원리 ····· 4
1. 발명품 제작 관련 이론적 배경 ····· 4
2. 기존 제품 및 선행 작품 문제점 탐색 ····· 5

Ⅳ. 지도 내용 및 과정 ····· 7
1. 지도 기간 ····· 7
2. 지도 대상 분석 ····· 7
3. 지도 내용 및 과정 ····· 8

Ⅴ. 작품 지도의 실제 ····· 9
1. 작품 개발 및 제작 ····· 9
가. 1차 작품 제작 ····· 9
나. 2차 작품 제작 ····· 10
다. 3차 작품 제작 ····· 11
라. 4차 작품 제작 ····· 13
마. 5차 작품 제작 ····· 14
바. 6차 작품 제작 ····· 15

Ⅵ. 지도 결과 및 결론 ····· 18
1. 작품 제작을 통해 기대되는 효과 ····· 18
2. 끝나지 않은 발명 ····· 18
3. 제작 지도의 교육적 효과 ····· 18
4. 지도 소감 ····· 19

Ⅶ. 참고문헌 ····· 19

표 차례

[표 1] 작품 작동 방법 ····· 3
[표 2] 리필용 깔때기 사용 방법 ····· 3
[표 3] 용수철 탄성력의 종류 ····· 4
[표 4] 기존 제품 분석 및 문제점 ····· 5
[표 5] 특허출원 작품 선행조사 ····· 6
[표 6] 선행 작품과 본 작품의 차별성 ····· 7
[표 7] 지도 학생 분석 내용 ····· 7
[표 8] 지도 과정 ····· 8
[표 9] 자석 실험 요약표 ····· 12
[표 10] 용수철(스프링) 실험 요약 ····· 16

그림 차례

[그림 1] 자석을 이용한 휴지곽 발명품(2014년도 작품) ····· 1
[그림 2] 작품의 모습 및 각 부분 설명 ····· 2
[그림 3] 시중에 판매되고 있는 세제용기 ····· 5
[그림 4] 시중의 세제용기 리필 사용모습 ····· 6
[그림 5] 초기 작품 스케치 및 1차 작품 ····· 9
[그림 6] 2차 작품 ····· 10
[그림 7] 3차 작품 주요 스케치 및 3차 작품 ····· 11
[그림 8] 악력기로 엄지손가락 힘을 측정하는 장면 ····· 12
[그림 9] 이전 스위치 모양, 4차 작품 및 안전장치 사용 모습 ····· 13
[그림 10] 5차 작품 및 리필용 깔때기 사용 모습 ····· 14
[그림 11] 3D프린터 모델링을 위한 수기 도면 제작 ····· 15
[그림 12] 3D프린터 모델링 결과 ····· 15
[그림 13] 6차 작품(최종) 기본 설명 ····· 16

Ⅰ. 작품 지도 개요

1. 지도 동기

본 작품을 지도하게 된 학생은 2년 전부터 꾸준히 교내 발명품대회 및 교외 발명대회에 참여하는 발명에 대한 열의가 굉장히 높은 학생이었다. 2017학년도에 본 학생은 처음으로 자석을 활용하여 생활에 밀접한 발명품을 제작해왔다. 그 작품은 자석을 이용한 휴지곽이었다. 휴지를 많이 사용할수록 휴지곽 안의 남은 휴지를 빼기 힘들다는 생활 속 불편함을 보완하기 위해 자석이 서로 밀어내는 힘(척력)을 이용한 발명품이었다.

[그림 1] 자석을 이용한 휴지곽 발명품(2014년도 작품)

그리고 올해 학생은 아버지께서 세제용기의 뚜껑을 잘 닫아놓지 않아 세제용기가 넘어져 주변이 더러워진 경우가 많았다며 한손으로 뚜껑을 열고 닫을 수 있는 세제용기를 만들어 보겠다며 교내대회에 참가하였다. 본 교사도 군대 생활 등에서 세제용기를 사용했던 때를 돌이켜보며 무거운 세제용기를 한 손으로 조절할 수 없었던 것과 세제 뚜껑이 제대로 닫혀있지 않아 세제가 유출되는 경우, 리필용 세제 충전의 어려움 등 현재 사용되고 있는 세제용기에 여러 가지 불편한 점이 많다는 생각이 들었다.

이에 위 2014년 작품에서도 보았듯이 생활 속에서 겪을 수 있는 사소하지만 불편함 점을 발명을 통해 해결하고자 하는 학생의 모습을 보고 초등에서 쉽게 접할 수 있는 과학적 원리와 도구를 이용하여 학생 스스로 생활에서 발견한 문제점을 해결하고 그 발명품이 구현될 수 있도록 탐구, 제작을 지도하게 되었다.

2. 지도 목적

교내대회부터 전국대회까지 학생의 발명품 제작 과정을 지도하며 학생이 다양한 과학적 탐구 과정을 통해 문제해결력과 탐구능력을 기르고 자신의 아이디어를 바탕으로 완성도 높은 발명품을 제작하는 경험을 하도록 다음과 같은 목표를 두었다.

가. 일상생활 속 불편함과 기존 발명품의 문제점 등 **자료를 수집해 탐구하고 작품을 발전시키며 발견된 문제점을 보완, 수정해가는 과정에서 문제해결력을 신장**시킨다.

나. 자신의 발명품이 세상을 더 편리하게 만들 수 있다는 가치관을 함양하며 이런 경험을 통해 **발명에 대한 긍정적 태도**를 가지도록 한다.

다. 학교에서 배운 과학적 지식이 자신의 발명품에 적용되는 것을 경험하며 **학문적 지식과 우리의 생활이 하나로 연결되어 있음을 이해**하도록 한다.

라. 학생의 아이디어가 바탕이 된 완성된 발명품을 제작할 수 있도록 지원하고 이러한 발명 경험을 통해 **성취감 및 어린 발명가로서의 자질**을 키운다.

Ⅱ. 작품 요약

1. 작품 내용

작품은 기존 세제용기와는 다른 방식의 열고 닫는 제품이다. 기존의 세제용기들은 플라스틱 뚜껑으로 덮여진 형태가 많았고 간혹 펌프식으로 만들어진 세제용기들도 있었다. 하지만 기존의 세제용기는 덮여있는 뚜껑을 제거해야만 사용할 수 있기 때문에 사용자가 한 손으로 사용하는 것은 불가능했고, 이런 불편함을 해결하고자 지도 학생은 **한 손으로 여닫을 수 있는 세제용기를 발명**하게 되었다.

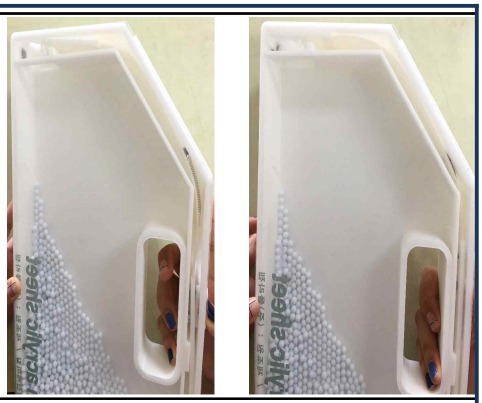
학생이 발명한 세제용기는 손잡이에 **뚜껑과 용수철이 연결된 스위치를 달아 한손으로 손잡이를 잡아 용기를 드는 것과 동시에 뚜껑을 열 수 있으며 손을 놓으면 뚜껑은 자동으로 닫힌다. 입구 부분은 강한 자석을 사용하여 이용하지 않을 때 닫혀있도록** 만들었다. 또한 이러한 편리성으로 인해 발생할 수 있는 **안전 문제는 손잡이 스위치 부분이 아무 때나 움직이지 않도록 고정하는 안정장치**를 달아 보완하였다. 더불어 1인 가구가 점차 증가하는 시대에 시중에 나와 있는 세제용기의 **불필요한 부피를 줄이고 세제용기에 부착된 깔때기를 이용하여 쉽게 리필할 수 있도록 제작하여 환경을 보호하고 편리성과 경제성을 높인** 발명품이다.

2. 작품의 모습 및 설명

[그림 2] 작품의 모습 및 각 부분 설명

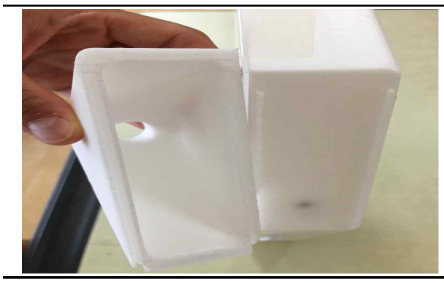
3. 작품의 실제 작동 모습

가. 기본 사용 방법

(1) 안전장치 해제 및 스위치 작동		(2) 뚜껑 열림 및 닫힘	
	- 고정된 안정장치를 왼쪽으로 돌려 'ㅣ' 모양으로 만든 후 뚜껑을 개방하기 위해 스위치를 아래로 당긴다.		- 스위치를 당기면 연결된 용수철이 당겨져 뚜껑이 열리고 스위치를 놓으면 용수철의 탄성력 때문에 뚜껑이 자동으로 닫힌다.
(3) 뚜껑 입구의 자석 작용		(4) 안전장치 고정	
	- 입구에 부착된 자석으로 입구가 열리지 않게 견고히 닫힌다.		- 세제 사용 후 안전장치를 오른쪽으로 돌려 '一' 모양으로 만들어 스위치를 고정한다.

[표 1] 작품 작동 방법

가. 리필용 깔때기 사용 방법

(1) 탈부착 가능한 리필용 깔때기		(2) 뚜껑 입구에 깔때기 부착	
	- 용기 우측상단에 슬라이드 형식으로 부착되어 있는 리필용 깔때기를 분리한다.		- 뚜껑의 입구에 딱 맞게 제작된 깔때기를 뚜껑에 끼우고 리필용 세제를 부으면 된다.

[표 2] 리필용 깔때기 사용 방법

Ⅲ. 학생 지도의 원리

1. 발명품 제작 관련 이론적 배경

가. 용수철의 원리

용수철은 탄성력을 가지고 있다. 탄성력은 물체의 모양이 변형되었을 때 원래의 모양으로 되돌아가는 힘이다. 탄성력의 방향은 용수철이 변형되기 전의 상태로 되돌아가려는 방향으로, 용수철에 가해진 힘의 방향과 반대 방향이다. 용수철이 가진 탄성력은 용수철이 압축될 때와 용수철이 늘어날 때 원래 상태로 되돌아가려는 두 가지 경우를 생각할 수 있다.

	압축될 때 탄성력	**늘어날 때 탄성력**
용수철 구조		
탄성력 작용	압축이 될 때의 탄성력은 늘어져 있는 용수철을 누르면 탄성에 의해서 처음처럼 펴지려는 작용을 한다.	늘어날 때의 탄성력은 압축된 듯 붙어 있는 용수철을 늘리면 탄성에 의해서 다시 압축되려는 작용을 한다.

[표 3] 용수철 탄성력의 종류

▶ 학생은 두 종류의 용수철을 관찰하고 엄지손가락으로 스위치를 당겨 세제용기의 뚜껑을 한 손으로 여는 **본 발명품에 늘어날 때 탄성력을 가지는 용수철을 사용**하였다. 이는 세제 사용 후 엄지손가락을 놓았을 때 **늘어났던 용수철의 탄성력을 이용하여 다시 뚜껑이 자동으로 닫히게 제작하기 위함이었다.** 또한 **탐구실험을 통해 용수철의 길이를 다르게 하여 세제용기 뚜껑이 잘 열리고 닫힐 수 있도록 적합한 용수철 길이를 탐구하도록 지도하였다.**

나. 자석의 원리

자석은 N극과 S극으로 나누어져 있어 서로 다른 극끼리는 잡아당기는 힘(인력)을 가지고 있다. 학생이 처음 본 발명품을 제작하게 된 동기는 세제 뚜껑을 닫지 않아 세제용기가 넘어져 세제가 새어나오는 문제점 때문이었다. 이를 해결하는 과정에서 용수철을 이용해 한손으로 여닫을 수 있는 세제용기를 만들면서도 세제 뚜껑이 잘 닫혀 있어야 한다는 점을 분명히 하였다. 이에 **자석의 인력을 활용하여 뚜껑부분을 고정하고 세제가 새어나오는 문제점을 해결할 수 있었다.**

▶ 자석 활용을 위해 기본적으로 탐구하여야 할 것이 어떤 종류의 자석을 사용하느냐는 것과 어느 정도의 자성을 가진 자석을 작품에 사용하느냐의 문제였다. 이에 **다양한 자석의 종류부터 탐색하도록 지도**하였다. 또한 악력기를 사용하여 **엄지손가락이 스위치를 누르는(당기는) 힘을 측정하고 실험을 통해** 엄지손가락의 누르는 힘에 의해 서로 떨어지면서도 다시 스위치를 놓았을 때 **뚜껑이 견고하게 닫힐 수 있을 정도의 자성을 가진 자석을 탐구하여 작품에 활용하도록 지도하였다.**

2. 기존 제품 및 선행 작품 문제점 탐색

가. 기존 판매 제품 탐색

우선 **발명품을 제작하기에 앞서 시중에 판매되고 있는 다양한 세제용기의 형태를 선행 조사하도록 지도하였다.** 이를 통해 학생은 대부분의 세제용기가 뚜껑식과 펌프식으로 구분된다는 것을 탐색할 수 있었다.

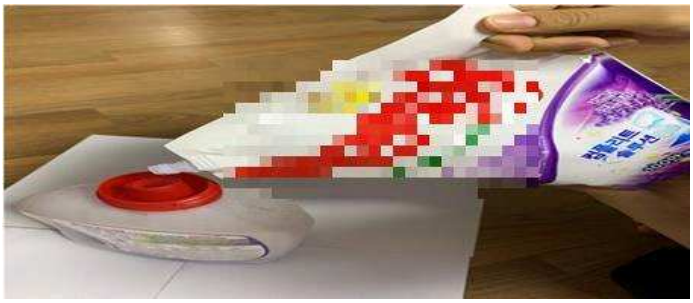
[그림 3] 시중에 판매되고 있는 세제용기

나. 기존 제품의 분석 및 문제점

구분	뚜껑식	펌프식
사진		
특징	- 세탁용 세제는 세제의 양이 많기 때문에 대부분 뚜껑식으로 제작되어 있음. - 무게가 무거우며 뚜껑으로 덮여 있어 한손으로 조작할 수 없음.	- 한번 눌렀을 때 사용할 적절한 양이 나와 편리함.(이는 정해진 최대량이 제한되어 있어 불편함도 있음) - 펌프를 돌려 잠글 수 있으나 불편하고 이 과정에서 펌프 안의 세제가 나옴.
문제점	**• 부피가 크고 뚜껑을 열기 위해 두 손을 사용해야 하는 불편함.** **• 세제용기가 넘어질 경우 뚜껑이 닫혀 있지 않으면 세제가 유출됨.**	**• 최대량이 정해진 펌프식으로는 세제용기가 적합하지 않음.** **• 넘어질 경우 세제가 유출될 위험은 적으나 매번 펌프를 잠가 놓기가 불편하고 경제성이 낮음.**

[표 4] 기존 제품 분석 및 문제점

또한 시중에 판매되는 세제용기도 경제성을 높이기 위해 리필이 가능했지만 리필 세제를 기존의 세제용기 입구에 들이붓는 방식이어서 불편함이 많았다. 실제로 사용해보면 세제를 리필하는 과정에서 리필용 세제가 옆으로 새는 경우가 발생했다.

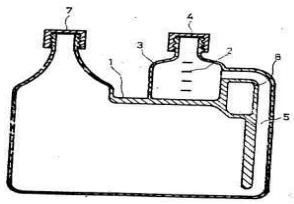
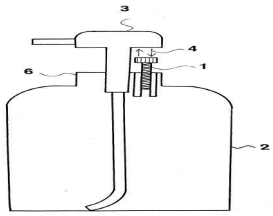
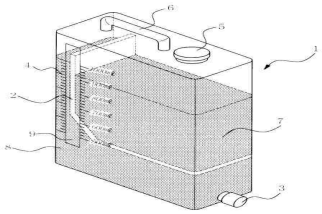


[그림 4] 시중의 세제용기 리필 사용모습

다. 선행 작품 탐색

발명품 연구를 위해 기존에 출원된 특허 제품 및 발명대회 작품들을 조사, 비교하는 절차를 통해 학생이 발명한 본 작품의 차별성을 높이고자 하였다. 학생은 지도에 따라 경상북도과학교육원, 국립중앙과학관, KIPRIS특허검색, 대한민국학생발명품전시회 등 각종 검색 사이트를 활용하여 선행 작품을 탐색하였다.

▶ 기존 특허제품 및 대회에 출품된 선행 작품들은 세제의 양을 조절하는데 중점을 두고 있었으며 용기를 사용할 때의 편리성에 중점을 둔 작품은 없었다. 본 발명품을 제작하는데 직접적인 비교 대상이 되진 않았으나 세제용기와 관련하여 살펴본 특허품은 아래와 같다.

발 명 도 안	내 용
 1) 이중 구조의 세제용기	본 발명품은 세제량을 조절하기 위해서 오른쪽의 작은 용기로 세제를 보내 눈금에 맞추어 세제를 배출하는 발명품이다. 세제량을 조절한다는 아이디어는 좋지만 기울여서 작은 용기로 세제를 보내는 것이 오히려 불편한 과정이다.
 2) 나사로 펌프량을 조절하는 용기	기존의 펌프식 세제는 용량이 많을 때는 꾹 누르면 세제가 너무 나와 세제의 양을 조절하기 힘들다. 그런 문제를 해결하기 위하여 펌프 아래쪽에 높이 조절이 가능한 나사를 설치해서 누르는 정도를 조절하는 발명품이다.
 3) 하단에 세제 배출구가 있는 용기	세제용기를 들어서 붓는 대신 아래에 세제 배출구가 있어 세제 압력으로 세제가 나오는 용기이다. 눈금을 표시해서 남은 세제 양을 확인할 수 있다. 하지만 나오는 세제의 양을 조절하기 위해서는 세제 배출구에 양을 조절하기 위한 별도의 장치가 필요하다.

[표 5] 특허출원 작품 선행조사

라. 선행 작품 조사를 통해 본 발명품의 차별성

선행 작품	▶ 판매되고 있는 제품은 **뚜껑식 혹은 펌프식의 세제용기.** ▶ 세제가 나오는 양을 조절하는 작품은 많으나 **세제용기 사용 자체의 편리함을 위한 작품은 없었음.** ▶ 대부분 **양 손을 모두 이용**하여 사용해야하는 제품, 작품이었고 경제성을 높인 **리필용 세제용기도 세제가 새는 등 불편점이 많음.**
학생 작품	▶ 한손으로 들 수 있을 만큼 **세제용기의 부피를 줄이고 용수철의 탄성력을 사용하여 세제 뚜껑을 쉽게 여닫을 수 있음.** ▶ 세제용기의 배출구는 **자석을 이용하여 뚜껑이 견고하게 닫히도록** 함. ▶ 세제 뚜껑을 열기 위한 **안전장치가 있어 안전사고를 예방할 수 있음.** ▶ 세제용기에 **부착된 리필용 깔때기를 이용**하여 쉽고 깔끔하게 **세제 리필이 가능하며 경제성**을 확보함.

[표 6] 선행 작품과 본 작품의 차별성

Ⅳ. 지도 내용 및 과정

1. 지도 기간: 2019.03.27. ~ 2019. 현재.

2. 지도 대상 분석

학생명	학년	학생 분석	지도 방안
안○○	6학년	· 일상생활 속에서 겪을 수 있는 불편함을 해결하고자 다양한 생활 용품을 발명을 선호함. · 자석 등 주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 기존 제품에 '더하기' '변형하기' 등을 활용하여 발명품을 제작함. · 6학년 학생으로 과학에서 사용하는 기초 과학 탐구 및 심화 탐구가 가능함.	· 학생이 만들고 싶은 발명품의 완성도를 높이기 위해 보완할 점을 탐색하고 토의·토론을 통해 창의적인 해결방안을 창출하도록 지도한다. · 주변의 작품, 제품 등을 관찰하고 적용된 아이디어를 자신의 작품에 적용할 수 있도록 지도한다. · 자신이 사용하는 발명품의 재료를 관찰하고 실험 등의 과학적 탐구 활동을 통해 발명품을 제작할 수 있도록 지도한다.

[표 7] 지도 학생 분석 내용

3. 지도 내용 및 과정

가. 지도 내용

1) 일상생활에서 느꼈던 불편함을 해결하기 위해 기존의 세제 용기, 발명품 등을 조사하고 불편함을 개선할 수 있는 새로운 아이디어를 창안하도록 지도하였다.

2) 자료 탐색, 실험, 측정 등 발명의 전 과정에서 기초 탐구 활동을 반복하는데 이 과정에서 학생이 실패하고 다시 수정, 보완하는 단계를 경험하며 자신도 모르게 문제해결력, 관찰력, 과학적 탐구능력이 신장되도록 지도하였다.

3) 매 작품 단계마다 탐구일지를 작성하며 자신의 작품을 객관적으로 분석하고 완성도를 높여 나가도록 지도하였다.

4) 3D 프린터로 최종 완성품을 제작하기 위해 모델링이 필요한데 작품 각 부분의 도면을 그려 이를 바탕으로 전문가의 도움을 받아 모델링을 진행하고 3D 프린팅 과정을 간접적으로 경험하도록 지도하였다.

나. 지도 과정

교내 발명품 경진대회 공모 및 수상작 선정

↓

선행 연구 조사 및 과학적 탐구활동을 통한 작품의 차별화

↓

문제점 보완 및 3차 작품 제작

↓

지역청 대회 출전

↓

문제점 보완 및 4~5차 작품 제작

↓

시 대회 출전

↓

작품 보완 및 6차 최종작품 제작

[표 8] 지도 과정

Ⅴ. 작품 지도의 실제

1. 작품 개발 및 제작

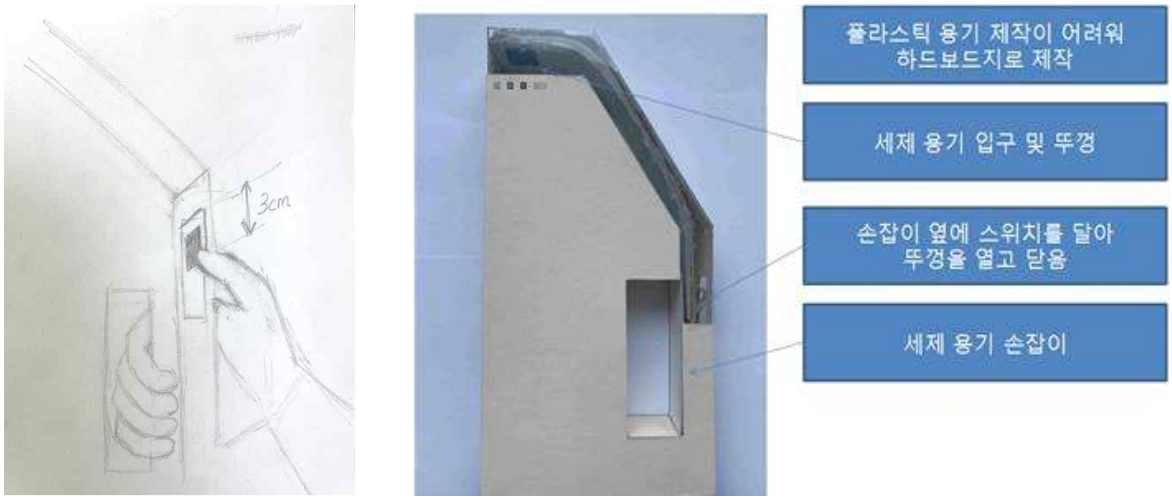
가. 1차 작품 제작

1) 작품 제작 전 탐구

시중의 다양한 세제용기를 살펴보도록 지도하니 대부분 뚜껑식으로 제작되어 있으며 부피가 너무 커 성인 여성의 경우에도 한손으로 조작하고 뚜껑을 열어 사용하는 것은 불가능했다. 이러한 부분을 중점으로 **부피를 줄이고 뚜껑과 손잡이 부분을 연결하여 한손으로 여닫을 수 있도록 새로운 관점에서 디자인하도록 지도하였다.**

2) 제작과정

가) 손잡이 부분에 구멍을 내고 용기 뚜껑과 연결된 스위치를 튀어나오게 만들어 스위치를 당기면 입구의 뚜껑이 열리고 스위치를 올리면 닫히도록 제작하였다.



[그림 5] 초기 작품 스케치 및 1차 작품

3) 1차 작품의 장점, 문제점 및 지도내용

항목	내 용
장점	▹ 뚜껑을 열지 않고 손잡이를 잡은 한손으로 세제용기를 열고 닫을 수 있다.
문제점	▹ 뚜껑과 손잡이에 연결된 스위치의 **무게 때문에 스위치가 자꾸 내려가 아무 때나 열리는 문제점**이 있었다. ▹ 뚜껑을 쉽게 열수는 있지만 **닫힌 상태가 유지되지 않아** 세제가 넘어졌을 때 세제가 나오게 된다.
지도 내용	**뚜껑 부분이 헐거워서 열리지 않도록 뚜껑의 입구 부분을 두껍게 만들거나 마찰을 이용해 닫힌 상태가 고정될 수 있는 방법을 찾아보도록 지도하였다.**

나. 2차 작품

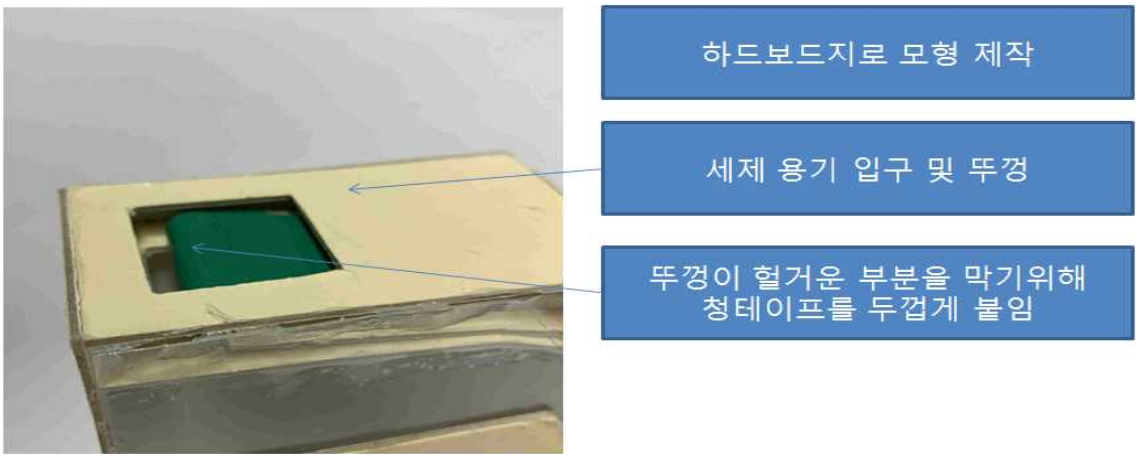
1) 작품 제작 전 탐구

▸ 1차 작품처럼 스위치의 무게로 뚜껑이 아무 때나 열리지 않도록 **뚜껑 부분이 헐겁지 않게 만들 방법을 찾도록 지도하였다. 학생은 뚜껑 입구에 테이프를 감아 마찰이 생기게 하여 뚜껑이 고정되도록 2차 작품을 제작**하였다.

2) 제작과정

가) 마찰이 생기도록 스위치와 연결된 뚜껑의 입구에 테이프를 감고 마찰력을 이용해 스위치 무게로 뚜껑이 열리지 않게 제작하였다.

나) 테이프를 감는 정도에 따라 너무 꽉 끼지 않게 조절하였다.



[그림 6] 2차 작품

3) 2차 작품의 장점, 문제점 및 지도내용

항목	내 용
장점	▹ 뚜껑에 마찰을 줄 수 있는 테이프를 감아서 스위치 무게로 뚜껑이 아무 때나 열리지 않는다.
문제점	▹ 뚜껑에 테이프를 감으니 **뚜껑을 닫을 때 잘 안 닫히는 문제**가 발생했다. ▹ 한손으로 뚜껑을 열고 닫는 **조작 자체가 편하긴 하나 수동으로 이루어지기 때문에 불편함**이 있었다. 뚜껑을 **닫을 때는 자동으로 닫히면 편리할 것 같다는 생각**이 들었다.
지도 내용	▹ 학생이 작품을 제작하며 뚜껑을 열고 닫을 때 **수동으로 조작하는 것에 불편함을 느끼게 되었다.** 엄지손가락의 작은 힘으로 **뚜껑을 열고 닫을 때는 일부를 자동으로 조작할 수 있는 다른 접근의 방법을 찾아보도록 지도하였다.**

다. 3차 작품

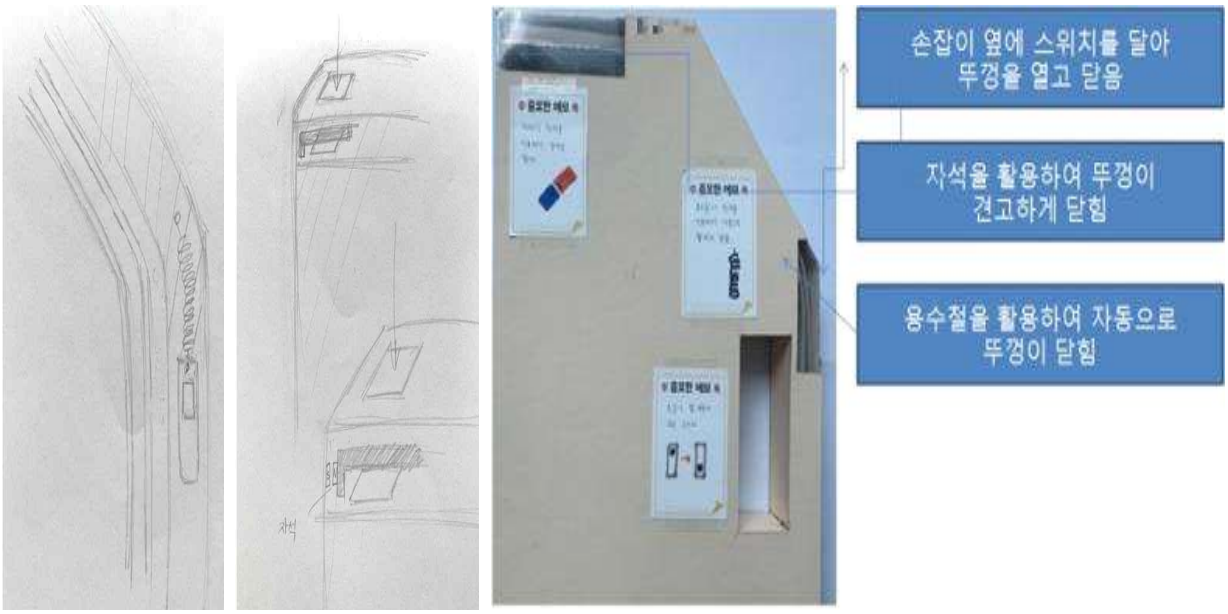
1) 작품 제작 전 탐구

▸ 2차 작품을 제작하며 수동으로 뚜껑을 열고 닫는 것에 불편함을 느끼게 되었다. 이를 해결하기 위해 뚜껑을 열 때는 어쩔 수 없이 사람의 힘이 작용하지만 **뚜껑을 닫을 때는 손을 놓기만 해도 뚜껑이 닫힐 수 있도록 용수철(스프링)의 탄성력을 이용해보도록 지도하였다.** 또한 학생은 닫힌 뚜껑이 잘 고정도록 **자석을 이용하고자 하였는데 제품에 적합한 자석의 종류를 탐구하고 실험을 통해 엄지손가락의 힘만으로도 열고 닫는데 불편함이 없는 자석을 찾도록 지도하였다.**

2) 제작과정

가) 손잡이 스위치 부분과 세제용기 내부에 용수철(스프링)을 달아 스위치를 손으로 내리면 뚜껑이 열리지만 닫힐 때는 스위치에서 손가락을 떼면 자동으로 닫히도록 제작하였다.

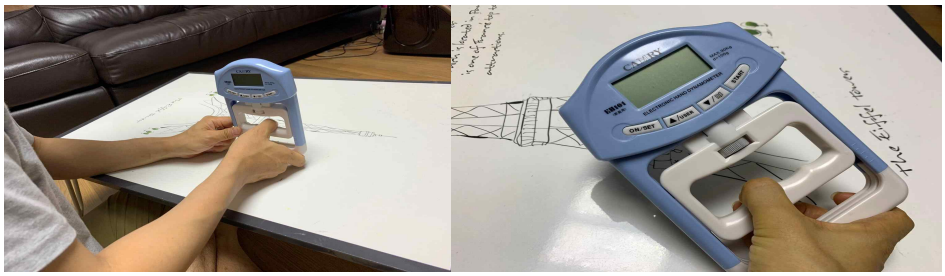
나) 또한 뚜껑이 닫힐 때 더 견고하게 닫히기 위해 입구에 자석을 활용하여 손잡이가 연결된 뚜껑에는 N극, 입구 쪽에는 S극 자석을 부착하여 2차 작품처럼 닫힌 후에 스위치 무게 때문에 뚜껑이 자동으로 열리는 것을 방지했다.



[그림 7] 3차 작품 주요 스케치 및 3차 작품

3) 자석 탐구 실험 지도

자석을 실제 적용하는데 주변에서 구할 수 있는 여러 종류의 자석을 이용해 보았지만 자성이 약해 실제 생각하는 대로 작동하지 않는다는 학생의 질문이 있었다. 이에 먼저 **자석의 종류를 조사, 관찰해보고 제품에 적용할 자성을 가진 자석을 찾는 실험을 할 수 있도록 지도하였다.** 또한 먼저 적절한 자성을 가진 **자석을 찾기 위한 기준이 필요했는데 이는 악력기를 통해 엄지손가락의 힘을 측정하여 기준으로 삼도록 하였다.**

<table>
<tr><th>항목</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>뚜껑을 열 때 필요한 힘을 측정</td><td>▹ 가족을 대상으로 손가락의 힘을 측정한 모습
 
[그림 8] 악력기로 엄지손가락 힘을 측정하는 장면
<table><tr><th></th><th>피실험자</th><th>악력기로 측정한 최대힘</th><th>스위치를 누르는 힘</th></tr><tr><td>1</td><td>할아버지 (70세_남)</td><td>6.5kg 중</td><td>2.5kg 중</td></tr><tr><td>2</td><td>할머니 (69세_여)</td><td>5kg 중</td><td>1.8kg 중</td></tr><tr><td>3</td><td>아빠 (45세_남)</td><td>8kg 중</td><td>2.5kg 중</td></tr><tr><td>4</td><td>엄마 (45세_여)</td><td>6kg 중</td><td>2.0kg 중</td></tr><tr><td>5</td><td>이모 (38세_여)</td><td>5kg 중</td><td>1.8kg 중</td></tr></table>▹ 평균적으로 필요한 힘(무게)이 약 2kg중이라는 것을 실험으로 확인하였고 가장 근접한 여자 (45세)를 대상으로 자석의 인력 실험을 진행하도록 지도하였다.</td></tr>
<tr><td>자석 종류</td><td>▹ 페라이트, 네오디움 자석으로 실험을 진행하고 부착 위치를 고려하여 지름 0.8cm 자석으로 실험하였다.
<table><tr><th></th><th>영구 자석 (두께)</th><th>실험 결과</th></tr><tr><td>1</td><td>페라이트 0.2mm</td><td>0.8 kg 너무 약해서 세제가 넘어졌을 때 자동으로 열림</td></tr><tr><td>2</td><td>네오디움 0.2mm</td><td>1.9 kg 적당함</td></tr><tr><td>3</td><td>네오디움 0.5mm</td><td>3.5 kg 너무 강해서 열기 어려움</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>결론</td><td>▹ 네오디움 0.2mm가 가장 적당한 인력을 가지고 있어 열고 닫는 것도 불편함이 없고 닫힌 상태도 잘 고정되었다.</td></tr>
</table>

[표 9] 자석 실험 요약표

4) 3차 작품의 장점, 문제점 및 지도내용

항목	내 용
장점	▹ 손잡이를 잡은 손의 엄지손가락 힘만으로도 뚜껑이 열렸고 사용 후 손가락을 떼면 용수철의 탄성력과 자석의 인력이 작용하여 자동으로 뚜껑이 닫힌다.
문제점	▹ 스위치 부분만 당기면 너무 쉽게 열고 닫을 수 있어 편리하지만 작품을 테스트하며 이로 인한 **안전사고가 발생**할 수 있을 것 같다는 의견이 있었다. 세제 용기인 만큼 **어린 아이가 세제용기를 쉽게 사용할 수 없도록 할 필요**가 있다.
지도 내용	▹ 쉽게 열고 닫을 수 있는 장점이 생겼지만 세제 통 안에 있는 물질이 어린 아이에게 해로울 수 있는 물질이라는 점을 지도하며 **아이가 세제 뚜껑을 쉽게 열지 못하고 필요할 때만 스위치를 움직일 수 있게 안전장치를 만들도록 지도하였다.**

라. 4차 작품

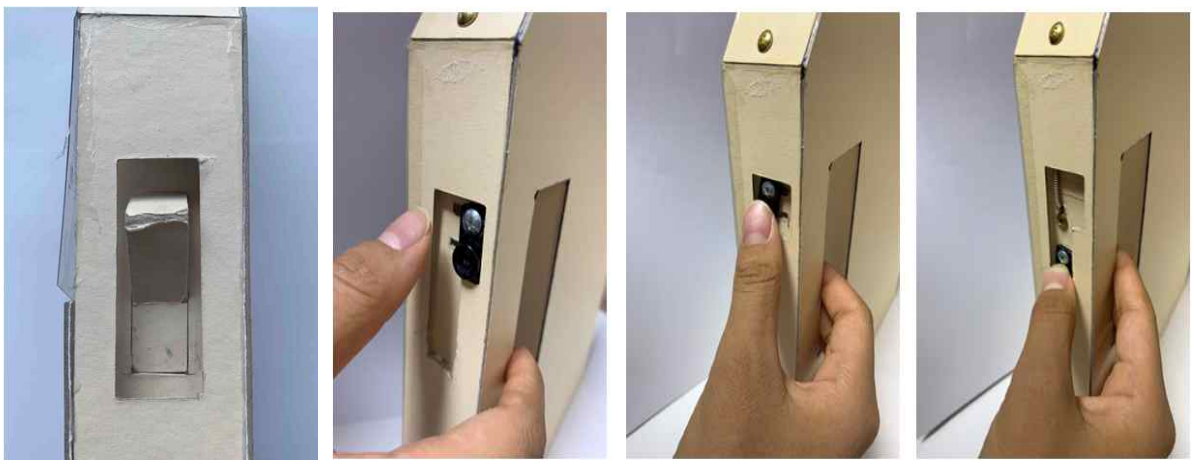
1) 작품 제작 전 탐구

▸ 어린 아이가 세제용기를 쉽게 열수 없도록 **스위치 부분의 모양을 변형하고** 안전장치를 달아 **안전장치의 위치에 따라 스위치가 아래쪽으로 움직일 수도 움직이지 않을 수도 있는 방법을 발견**하였다.

2) 제작과정

가) 스위치가 있는 부분의 모양을 ‘ ㄱ ’로 제작하고 별도의 안전장치를 달아서 안전장치가 왼쪽(사용), 오른쪽(고정)으로 움직일 수 있게 제작하였다.

나) 안전장치를 왼쪽으로 옮기면 스위치를 아래로 내려서 뚜껑을 열 수 있고 반대로 안전장치를 오른쪽으로 옮기면 스위치를 아래로 내릴 공간이 없어 뚜껑을 열 수 없다.



[그림 9] 이전 스위치 모양, 4차 작품 및 안전장치 사용 모습

3) 4차 작품의 장점, 문제점 및 지도내용

항목	내 용
장점	▹ 손잡이 스위치의 안전장치가 고정되어 있을 때는 세제 뚜껑을 열지 못한다.
문제점	▹ 편리성을 높이기 위해 여러 장치를 추가하는 과정에서 세제용기의 생산 가격이 높아질 것이란 생각이 들었고 **제품의 경제성을 확보하는 것이 필요**했다. ▹ **기존의 세제용기 리필에 대해 관찰해보니 리필용 세제를 옮기는 작업이 쉽지 않다는 것을 알게 되었다.** 일반적으로 액체를 옮길 때 사용하는 **깔때기를 활용하면 편할 것 같아서 샀는데 오히려 흔들림이 있어서 더 많은 불편함**이 있었다.
지도 내용	▹ 작품의 **경제성을 높이기 위해 요즘 세제들처럼 리필이 가능하도록 하는 방법을 탐구하게 지도하였다.** 학생이 세제 리필에 대해 탐구하며 **현재의 세제 리필 방식이 불편하다는 것**을 알게 되었다. 이에 우리가 흔히 사용하는 **깔때기를 이용하여 편하게 세제를 리필할 수 있는 방법을 찾아보도록 지도하였다.**

마. 5차 작품

1) 작품 제작 전 탐구

▸ 기존 깔때기는 용기 입구에 잘 맞지 않아 오히려 불편하였다. 따라서 **학생이 제작한 세제용기의 맞춤형 리필용기를 제작하도록 지도하였다.** 또한 뚜껑 입구에 자석을 활용한 것처럼 **리필용 깔대기에도 자석을 활용하여 세제용기 자체에 탈부착이 가능하도록** 하는 방법을 찾아보게 하였다.

2) 제작과정

가) 세제용기 하단에 자석으로 붙이는 형태의 전용 리필용 깔때기를 부착하였다.
나) 깔때기를 뚜껑 입구에 설치 시 자석으로 고정하여 손으로 잡지 않아도 세제를 편리하게 리필할 수 있었다.

[그림 10] 5차 작품 및 리필용 깔때기 사용 모습

3) 5차 작품의 장점, 문제점 및 지도내용

항목	내 용
장점	▹ 세제를 리필할 수 있어 경제적이고 깔때기를 세제용기에 탈부착하는 방식도 기존 작품보다 더 깔끔한 디자인이다. ▹ 깔대기를 이용하여 리필 시 새는 세제 없이 편리하게 할 수 있다.
문제점	▹ 리필용 **깔때기로 인해 세제용기의 용량이 줄어든다는 단점**이 있다. ▹ 세제용기에 **자석으로 부착된 리필용 깔때기가 작은 힘에도 너무 쉽게 떨어져** 어느 정도 고정되게 할 다른 방법이 필요하다.
지도 내용	▹ 세제 용량이 줄지 않도록 깔때기의 **부착 위치를 변경하도록 지도하였다.** 또한 깔때기를 세제용기에 부착할 때 **자석을 이용하지 않고 다른 방식으로 깔때기를 안정적으로 탈부착할 수 있는 방법을 찾아보도록 하였다.**

바. 6차 작품 (최종 완성품)

1) 작품 제작 전 탐구

▸ 전용 **깔때기 위치를 손잡이의 빗면 위쪽으로 변경**하여 세제용량에는 변화가 없도록 할 수 있다는 것을 생각하게 되었다. 또한 자석으로 부착된 깔때기가 쉽게 떨어지는 것을 막기 위해 **서랍장의 홈처럼 세제 용기와 깔대기에 각각 홈을 내어 슬라이드식으로 탈부착할 수 있도록 지도**하였다.

▸ **최종작품은 3D프린터로 제작**하기로 하였다. **학생에게 3D프린터 전문업체를 견학하게 하고 3D프린터의 출력 과정에 대해 탐구하도록 하였다.** 3D프린팅은 '모델링 입력-3D프린터 출력'의 과정으로 진행된다. 모델링은 학생이 직접 하기 어려운 부분이라 우선 **하드보드지로 만들어진 작품의 각 부분 도안을 직접 그려 모델링한 후 전문가의 도움을 받아 컴퓨터 모델링을 진행하고 3D프린터로 모형을 출력하게 지도**하였다.

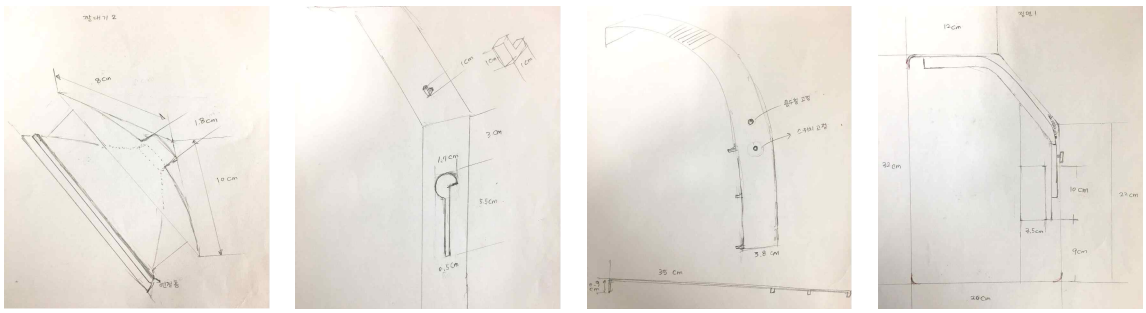
2) 제작과정

가) 세제 하단에 위치했던 깔때기가 공간을 차지하여 세제용량이 적어지는 문제점을 해결하기 위해서 빈 공간인 손잡이 윗부분으로 위치를 변경하였다.

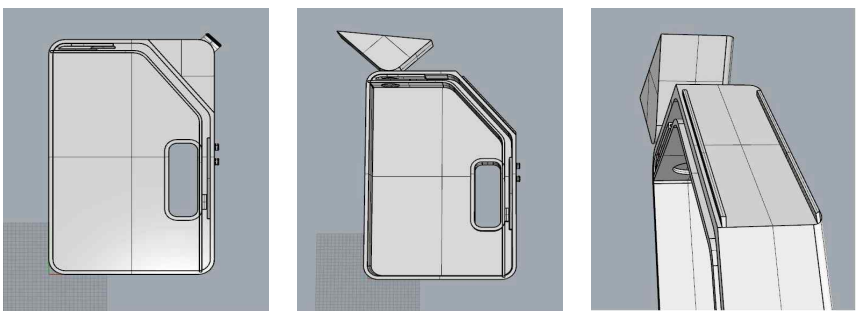
나) 깔때기 고정을 위해 깔때기와 용기 부착부분에 홈을 내어 자석으로 고정될 때보다 더 안정적으로 고정시켰다.

다) 3D 프린팅을 위해서는 모델링이 필요한데 기존 제품의 도면을 수기로 제작하고 이를 컴퓨터 설계로 옮긴 후 출력, 테스트 과정을 거쳐야 했다.

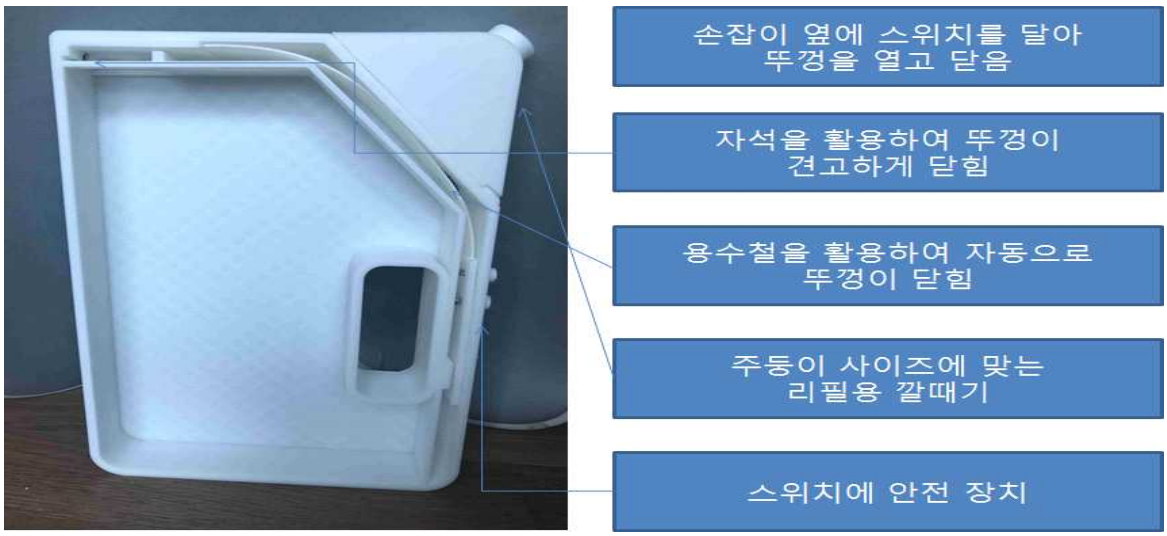
바) 하드 보드지로 만들었을 때에는 스위치와 뚜껑의 연결부위가 가벼웠으나 3D 프린팅 모형의 경우 플라스틱 제품으로 무게가 무거워져 스프링이 잘 작동하지 않아서 여러 가지 용수철을 테스트 후 교체하였다.



[그림 11] 3D프린터 모델링을 위한 수기 도면 제작



[그림 12] 3D프린터 모델링 결과



[그림 13] 6차 작품(최종) 기본 설명

3) 용수철의 탄성력 탐구 실험 지도

하드보드지로 작품을 만들었을 때에는 스위치와 뚜껑의 연결부위가 가벼웠으나 3D 프린팅 모형의 경우 플라스틱 제품으로 무게가 무거워져 스프링이 잘 작동하지 않는다는 학생의 질문이 있었다. 이에 **용수철(스프링)이 가지는 탄성력의 종류에 대해서 조사, 연구한 후 용수철 길이에 따른 탄성력 실험을 진행하여 용기에 적당한 용수철을 찾을 수 있도록 지도하였다.**

<table>
<tr><th>항목</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>용수철 길이별 실험</td><td>▹ 용수철의 탄성력에는 용수철이 압축될 때 늘어나려는 탄성력을 가진 용수철과 용수철이 늘어날 때 다시 처음처럼 줄어드려는 탄성력을 가진 용수철 2가지가 있었다. 본 작품에는 스위치를 잡아 당겼을 때 늘어났다가 다시 줄어드려는 탄성력의 용수철이 적합함을 알 수 있었다.</td></tr>
<tr><td>실험</td><td>▹ 용수철의 길이에 따라서 용수철이 가지는 탄성력이 달라졌다. 따라서 제작된 모형을 바탕으로 2~5cm로 용수철 길이를 다르게 하여 실험을 진행하도록 지도하였다.
▹ 실험대상자는 학생의 가족으로 진행되었다.
▹ 1번 실험자 아빠 45세 남 <실험 결과 사례1>
<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th rowspan="2">용수철 길이</th><th colspan="2">결 과</th></tr>
<tr><th>뚜껑의 열림</th><th>놓았을 때 닫힘</th></tr>
<tr><td>1차</td><td>5cm</td><td>잘열림</td><td>자동으로 안닫힘 1.1cm 열림</td></tr>
<tr><td>2차</td><td>4cm</td><td>잘열림</td><td>자동으로 안닫힘 0.6cm 열림</td></tr>
<tr><td>3차</td><td>3cm</td><td>잘열림 (탄성도 작게 느껴짐)</td><td>자동으로 안닫힘 0.2cm 열림</td></tr>
<tr><td>4차</td><td>2cm</td><td>잘열림 (탄성도 느껴짐)</td><td>자동으로 잘 닫힘</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>▹ 2번 실험자 엄마 45세 여<실험 결과 사례2>
<table><tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">용수철 길이</td><td colspan="2">결 과</td></tr><tr><td>뚜껑의 열림</td><td>놓았을 때 닫힘</td></tr><tr><td>1차</td><td>5cm</td><td>잘열림</td><td>자동으로 안닫힘 1.0cm 열림</td></tr><tr><td>2차</td><td>4cm</td><td>잘열림</td><td>자동으로 안닫힘 0.6cm 열림</td></tr><tr><td>3차</td><td>3cm</td><td>잘열림 (탄성도 작게 느껴짐)</td><td>자동으로 안닫힘 0.2cm 열림</td></tr><tr><td>4차</td><td>2cm</td><td>잘열림 (탄성도 느껴짐)</td><td>자동으로 잘 닫힘</td></tr></table>
▹ 3~5번 실험자 결과 생략</td></tr>
<tr><td>결론</td><td>▹ 2cm 일 때 가장 적절한 힘으로 열수 있으며 가장 잘 닫힘
<table><tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">용수철 길이</td><td colspan="2">결 과</td></tr><tr><td>뚜껑의 열림</td><td>놓았을 때 닫힘</td></tr><tr><td>1차</td><td>5cm</td><td>잘열림</td><td>자동으로 안닫힘 0.98cm 열림</td></tr><tr><td>2차</td><td>4cm</td><td>잘열림</td><td>자동으로 안닫힘 0.5cm 열림</td></tr><tr><td>3차</td><td>3cm</td><td>잘열림 (탄성도 작게 느껴짐)</td><td>자동으로 안닫힘 0.16cm 열림</td></tr><tr><td>4차</td><td>2cm</td><td>잘열림 (탄성도 느껴짐)</td><td>자동으로 잘 닫힘</td></tr></table></td></tr>
</table>

[표 10] 용수철(스프링) 실험 요약

4) 6차 작품의 장점, 문제점 및 지도내용

항목	내 용
장점	▹ 홈을 내어 깔때기를 세제용기에 연결하니 자석으로 연결했을 때보다 안정적으로 고정되었다. ▹ 3D프린터로 모형을 제작하며 3D프린팅의 설계와 출력의 과정을 이해하는 경험이 되었다.
문제점	▹ 스위치와 뚜껑 연결부위의 재질이 **적당한 탄성이 필요하지만 최초 3D 프린팅 제품으로는 작동이 잘 안 되는 문제점**이 있었다. ▹ 스위치와 연결된 **용수철을 여러 번 사용하면 용수철이 늘어나 제 역할을 하지 못하게 되는 문제점**이 발생할 수 있었다.
지도 내용	▹ 스위치와 뚜껑의 연결 부분 중 **휘어진 부분은 3D프린터의 플렉시블 필라멘트로 제작**하였고 **손잡이 스위치, 뚜껑을 각각 분리하여 제작하고 용수철을 연결하도록 지도하였다.** ▹ 용수철을 여러 번 사용하면 조금씩 늘어나서 **탄성이 떨어질 수 있기 때문에 향후에 더 높은 탄성력을 가진 용수철을 탐구하고 반영구적으로 사용할 수 있는 방안을 찾아보도록 지도하였다.**

Ⅵ. 지도 결과 및 결론

1. 작품 제작을 통해 기대되는 효과

작품 제작 후 모형을 가지고 지도학생에게 가족, 친구, 주변 이웃들에게 사용해보게 하고 설문조사를 진행하도록 하였다. 자신이 만든 발명품을 다른 사람들과 공유하는 과정을 통해 학생은 자신이 제작한 작품의 실용성과 활용 전망을 고민할 수 있도록 의도하였다. 또한 개인의 이익이 아닌 '우리'를 위한 발명이라는 가치관을 함양하며 공동체 의식이 바탕이 된 발명가치관을 세울 수 있도록 하였다.

가. 학생이 분석한 작품의 기대 효과 및 활용 전망

학생은 본 발명품을 통해 얻을 수 있는 기대 효과와 활용 전망을 아래의 다섯 가지로 정리하였다.

1) 한 손으로 쉽게 세제 뚜껑을 열고 닫을 수 있어 생활에 편리함을 가져온다.
2) 입구가 자석으로 고정되어 있어 세제용기가 넘어져도 내용물이 밖으로 유출되지 않고 스위치에 연결된 안전장치를 통해 안전사고를 예방할 수 있다.
3) 탈부착이 가능한 리필용 깔때기가 용기에 부착되어 있어 기존제품보다 깔끔한 디자인이며 깔때기를 이용해 쉽고 편리하게 세제를 리필할 수 있다.
4) 1인 가구가 많아지는 사회적인 변화에 알맞은 세제용기이다.
5) 본 발명품의 기본적인 아이디어는 다른 유사 제품에도 적용해 활용 범위를 넓힐 수 있다.

2. 끝나지 않은 발명

세상에 완벽한 발명품이라는 것은 아마 존재하기 힘들 것이다. 이러한 점을 학생에게 지도하며 학생은 지금도 본 작품을 개선하기 위한 탐구와 발명을 계속하고 있다. 보고서의 6차(최종) 작품에서 나타난 용수철의 늘어짐 문제를 해결하기 위해 지도 학생에게 더 다양한 용수철의 종류와 재질을 탐구하도록 지도하였고 이는 진행과정에 있다. 반영구적으로 사용할 수 있는 용수철을 본 발명품에 적용하면 작품의 경제성도 더 높일 수 있으며 지금보다는 완성에 가까운 발명품을 제작할 수 있을 것이다.

3. 제작 지도의 교육적 효과

학생의 발명 과정을 지도하며 아래와 같이 네 가지의 교육적 효과를 확인할 수 있었다.

가. 자신이 발견한 일상생활 속의 불편함과 이를 해결하기 위해 만든 작품의 문제점을 수정, 보완하는 과정에서 **기초 탐구 능력과 분석력, 문제해결력을 신장시켰다**.

나. 자신의 발명품이 '우리'를 더 편하게 만들 수 있다는 공동체 가치관을 바탕으로 **발명에 대한 긍정적 가치관을 형성하였다.**

다. 학교에서 배운 과학적 지식을 자신의 발명품에 적용하며 **학문적 지식과 우리의 생활이 연결됨을 이해하고 자신이 배운 지식으로 문제를 해결할 수 있다는 자신감을 키웠다.**

라. 작품을 제작하는 과정에서 겪는 실패와 이를 해결하는 과정 속에서 **창의력과 인내심, 성취감 등 어린 발명가로서의 자질을 증대시켰다.**

4. 지도 소감

학생과 함께 우리가 일상생활에서 조금은 불편했지만 개선하지 못했던 것을 해결하기 위해 새로운 아이디어로 발명품을 계획하고 또 여러 작업을 거쳐 완성품을 만들었다. 학생은 발명품을 제작하기 위해 스스로 자료를 수집, 분석하고 탐구하는 과정에서 문제를 해결하고 탐구하는 능력을 자연스럽게 익힐 수 있었다. 학교에서 배운 관찰, 실험, 측정 등 다양한 기초 탐구 활동을 통해 자신의 발명품을 제작하면서 성취감을 느끼고 참여하는 과학 탐구 학습이 가능하였다. 이러한 성취감을 바탕으로 학생은 이제 스스로 발명하며 과학적으로 발명품을 제작하고 발전시킬 수 있는 역량을 갖추게 되었을 것이다. 발명품을 제작하는 과정에서 많은 실패도 경험하였지만 이를 해결하는 과정에서 더 큰 배움을 얻었을 것이라고 생각한다. 길지 않은 작품 제작 지도 과정을 통해 학생이 어린 발명가로서의 자질을 갖출 수 있도록 지원하였다는 것에 큰 뿌듯함을 느낀다.

Ⅶ. 참고문헌

1. 국립중앙과학관 https://www.science.go.kr/
2. 특허정보검색서비스 http://www.kipris.or.kr/
3. 서울특별시과학전시관 http://www.ssp.re.kr
4. 천재학습백과 자료 검색
5. 네이버 백과사전 자료 검색