

## 촛불화재사례 및 재현실험을 통한 화재예방대책 연구

## A Study on Fire Prevention Measures through Candle Fire Case and Reproduction Experiment

이정일<sup>1\*</sup> · 김영수<sup>2</sup>Jeong-Il Lee<sup>1\*</sup>, Young-Soo Kim<sup>2</sup><sup>1</sup>Professor, National Fire Service Academy, Chungcheongnam-do, Republic of Korea<sup>2</sup>Graduate Student, Department of Earthquake Disaster Engineering, Chungbuk National University, Chungbuk, Republic of Korea

\*Corresponding author: Jeong-Il Lee, gydhhh@korea.kr

## ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of the study is to reduce the fire of the same type by analyzing the form which is mainly generated based on the result of the fire investigation through the experiment to reproduce, since the candle fire is repeated every year with the same type. **Methods:** For the analysis of candle flame, 4 kinds of methods such as acrylic recharge test, FOMEX acrylic recharge test, general combustible recharge test, and natural fire extinguishing test of candle were conducted. **Results:** It was confirmed that continuous burning is difficult to be achieved without contact of combustible materials around. **Conclusion:** In order to prevent a candle fire, it is important to check the safety of the surrounding area. It is also considered to introduce safety regulations such as finishing with a fireproof material such as a silver foil at the terminal end.

**Keywords:** Candle, Inattention, Candle Fire, Experiment, Safety

## 요약

**연구목적:** 촛불화재는 매년 같은 유형으로 반복되어 사상자가 발생하고 있기에 화재조사결과를 바탕으로 주로 발생하는 형태를 재현실험을 통해 분석하여 동종의 화재를 줄이는데 목적이 있다. **연구방법:** 촛불화재 분석을 위해 아크릴 재연실험, 포멕스(FOMEX) 아크릴 재연실험, 일반가연물 재연실험, 촛불의 자연소화 재연실험 등 4가지 방법으로 실시하였다. **연구결과:** 주변에 가연물의 접촉이 없으면 지속적인 연소가 이루어지기가 힘들다는 것을 확인하였다. **결론:** 촛불화재를 예방하기 위해서는 주변 안전 확인이 무엇보다 중요하며 초 말단에 은박지와 같은 불연 재료로 마감 처리하는 등 안전규정을 도입하는 것도 하나의 방법이라고 생각한다.

**핵심용어:** 양초, 부주의, 촛불화재, 재연실험, 안전규정

Received | 31 May, 2018

Revised | 31 May, 2018

Accepted | 21 March, 2019

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

## 서론

불의 기원은 인류의 역사와 함께 한다. 고대 이집트의 벽화에서 동물의 지방을 이용한 촛불 형태로 빛을 밝혔던 흔적을 볼 수 있다. BC 3세기경에는 심지가 있는 양초를 사용한 것으로 추정되며, 고대 로마인들은 별집의 밀랍이나 식물의 수지를 파피루스(종이)에 채워 사용

했다는 기록이 있다. 종교적 행사에 사용되어 종교의식에 중요한 역할을 담당하였다는 기록들 역시 성서에도 전해지고 있고, 부활절에 양초를 사용했다고 한다.

우리나라의 경우에는 과거 등잔을 많이 사용하였다. 등잔이 만들기 쉽고 연료를 구하기 쉬워 일찍 필수품이 된 것에 반해, 양초는 연료의 희소성과 제조법의 어려움으로 늦게 상용화가 되었다. 우리나라에서 양초가 언제부터 사용되어졌는지는 정확하지는 않지만 문헌과 삼국시대 때의 것으로 추정되는 마촉이라는 발전된 양초의 형태를 보거나 경주 안압지에서 출토된 초가위를 보았을 때 삼국시대 때 이미 양초가 사용되어 졌음을 알 수 있다.

최근에 양초들이 전기나 가스 등 다른 에너지를 사용한 이후 과거보다 사용이 줄었으나 일부 특수한 용도로 사용하고 있어 부주의 등에 의한 화재로 이어지고 있다. 이러한 의미에서 화재조사결과로 나온 촛불화재의 사례를 살펴보고 특히 화재발생을 일으키는 요인 중 가장 많은 양초의 하부 받침 부분에 대해 일반가연물, 포맥스, 아크릴, 자연소화 등 4가지 형태에 대하여 재현실험을 통해 화재발생 위험성을 알아보고자 한다.

## 본 론

### 촛불화재 발생현황

Table 1에서 보는 바와 같이 최근 5년간 촛불화재는 1,466건이 발생하였다. 연간 화재발생건수가 보통 4만 5천건 내외임을 고려했을 때 많은 건수에 비해 화재발생 건수 대비 사상자가 많은 편이다. 2013년 281건 발생하여 사망3명, 부상44명, 2014년 301건 발생하여 사망2명 부상32명, 2015년 284건 발생하여 사망2명 부상25명, 2016년 282건 발생하여 사망1명, 부상45명, 2017년 318건 발생하여 사망3명 부상37명으로 전체 화재 중에 약 1% 인명피해가 발생하여 발생빈도에 비해 사망자수 및 부상자 발생이 많이 발생하고 있다. 그리고 촛불화재 자체의 원인만을 고려해 볼 때 부주의가 1,466건 중 1,454건을 차지하고 있어 99%로 거의 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 한편, 촛불화재를 원인(장소)로 분석해 보면 장식장, 종교적 제단, 전자제품 등 일상생활 장소에서 부주의로 인한 화재가 대부분을 차지하고 있다.

**Table 1.** Fire caused by candle

구분	계	부주의	방화	방화의심	미상	기타
2017	318	312		5	1	
2016	282	281	1			
2015	284	282	1			1
2014	301	299		1		1
2013	281	280		1		
계	1,466	1,454	2	7	1	2

### 초의 연소현상

초의 주재료는 파라핀 왁스이다. 석유제품의 부산물로서 원유의 분류에 의해 얻어지는데, 중유 유분에 함유되어 있으며 냉각되어 석출된 것을 압력을 가하여 여과해서 얻는다. 착색에는 안료가 사용된다. 파라핀은  $C_nH_{2n+2}$ 의 화학식으로 표현되는 알케인(알칸) 탄화수소의 통칭이다. 물에 녹지 않으나 에테르나 벤젠, 에스테르에는 녹는다. 탄소원자수는 16~40에 분

포하며 특히 20~30의 것이 많다. 융점은 약40~70℃이며 비중은 약0.9g/cm<sup>3</sup>이다. 전기절연성이 뛰어나고 잠열이 커서 축열재로 이용한다. 파라핀 왁스는 탄소(C) 입자와 수소(H) 입자의 결합된 것으로 왁스의 성분중 하나인 수소(H) 입자와 공기중의 산소(O)입자와 결합하여 물 (H2O) 입자가 배출되고, 왁스 탄소(C)입자와 산소(O)가 결합하여 이산화탄소(CO2) 입자가 배출이 된다. 즉 양초의 연소는  $C_nH_n + nO_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$  형태의 화학식에 의한다(kspe, 2011).

초는 파라핀으로 만든 고체이지만 다른 석유류와 마찬가지로 고체 자체의 연소가 아니라 초에 불을 켜놓으면 열에 의하여 녹아서 액체로 변한다. 초에 불을 붙일 때 불꽃을 대면 바로 켜지는 것이 아니라 심지에 불이 붙어 열에 의해서 초가 녹으면서 액체로 변하는 과정을 거치며 연소가 일어나는 것을 볼 수 있다. 초가 녹아서 액체가 된 파라핀은 초의 심지를 타고 올라가는 데, 여기에서 생기는 현상을 모세관 현상이라고 한다. 굵기가 다른 여러 가지 심지로 실험을 해보면 굵기가 가늘수록 높이 올라가는 것을 알 수 있다. 촛불의 심지는 여러 가닥을 꼬아서 만들어 모세관과 같이 좁은 통로가 여러 군데가 생긴다. 심지의 이곳을 액체가 타고 위로 올라가면서 지속적인 연소현상이 일어나는 것이다. 즉 초에서 심지는 지속적인 연소를 일으키는 역할을 매우 중요한 통로 역할을 한다.

초가 연소할 때 불꽃심, 속불꽃, 겉불꽃 등 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 꽃심은 심지를 타고 올라온 액체 파라핀 불꽃으로 가열되어 기체로 되는 부분으로 약 400~900℃ 정도이다(Michael, 1990). 속불꽃은 가장 밝게 빛나는 부분인데, 온도는 약 1,200℃이며 불완전 연소하여 탄소의 알갱이가 가열되어 빛을 낸다. 겉불꽃은 산소와 충분히 반응하여 완전연소하고 불꽃 중에서 가장 온도가 높아 약 1,400℃정도이고 불완전 연소가 발생하여 입자가 완전히 타지 않고 그을음이 배출되기도 한다 (Jin, 2013).

## 사고사례

### (1) 화재사례 1 (FISK, 2009)

Fig. 1은 부주의에 의한 양초 불에 의하여 발생한 대표적인 화재로 전북 이리시 이리역(현. 익산역)에서 1977년11월11일 화약호송차량 내부폭발사고가 발생하여 인명피해 1,402(사망59, 부상1,343), 재산피해는 이리역 반경 500m 건물 완파, 1km이내 반파, 이재민 7,873명이 발생하였다. 원인은 호송원이 술을 마시고 화차 속에서 양초에 불을 붙이고 잠든 사이 화약 상자에 불이 옮겨 붙으면서 폭발한 것이다. 이 조사 결과 화약운반 열차는 인천 한국화약에서 화약 30톤을 싣고 광주로 가는 중이었다. 원래 화약류 같은 위험물은 정차하지 않고 목적지로 곧바로 가야하는 규정을 어긴 사례이다.



Iri Station (Iksan Station)



Explosion pool



Damaged neighborhood

Fig. 1. Accident scene

(2) 화재사례 2 (FISK, 2009)

Fig. 2는 공동주택(아파트) 거실 장식장 위에 촛불을 켜둔 상태로 장시간이 소요되면서 화재가 발생하여 인명피해 3명(중상1, 경상2)과 재산피해 7,753천원을 입은 화재로 아파트 503호거주자 임00이 독실한 카톨릭 신자로 거실장 위에 촛불을 켜둔 상태로 목재로 만들어진 거실장 상판에 켜둔 촛불이 불에 타 소진되면서 상판과 벽면 종이벽지 등에 장시간 훈소상태를 유지하면서 발화된 것으로 추정되었다. TV는 통전상태였으나 외부케이스만 소실된 상태로 수열로 인한 것으로 보이고 거실 상판 나무목재에 원형의 국부적인 탄화흔이 형성되어 있었다. 주변에 촛불이 2개가 발견되어 부주의에 의한 화재로 일정시간 동안 훈소상태를 유지하여 연기가 다량 흡입하여 인명피해가 발생한 것으로 보이는 화재였다. 감식결과 거실장 상판에 탄화흔과 쓰러져 있는 초로 보아 장시간 훈소 상태를 유지하다 벽지 등 주변 가연물로 연소한 패턴이 나타난 사례이다.



Fig. 2. Fire scene

(3) 화재사례 3 (FISK, 2009)

Fig. 3은 일반주택에서 안방 피아노위에 켜둔 촛불에 의해 발생한 화재로 건물구조는 양식 벽돌조 슬라브 지붕 2/1층중 274.51㎡로 인명피해는 없었으나 재산피해는 8,544천원이었다. 발화 지점은 안방 피아노 의자위로 추정되고 발화원인은 피아노 우측건반 부근으로 추정되었다. 이 부분은 소훼가 특히 심하였으며, 의자를 중심으로 상단 및 주변으로 연소가 진행된 형태를 보이고 있었다. 의자는 소훼되어 가장자리 뼈대와 다리만 남아있는 형태였으며 안방의 가구 등 벽면 등의 연소형태 및 탄화정도와, 거주자 진술 등을 종합해 볼 때 피아노 의자위에 냄새를 제거하기 피워 놓은 촛불(향초)이 소진되어 의자(인조가죽)에 착화 발화되어 피아노 우측 상단으로 연소가 진행된 것으로 보였다. 감식결과 피아노 의자 밑에서 발굴 후 확인한 결과 바닥에 촛농이 녹아떨어진 것이 발견되어 촛불 화재로 판정한 사례이다.



Fig. 3. Fire scene

## 화재재연실험

본 재현실험은 지금까지 전국에서 촛불로 인한 화재사례를 바탕으로 화재조사결과로 도출된 4가지(일반가연물, 포맥스, 아크릴, 자연소화) 방법으로 재현실험을 하여 부주의로 인한 위험성을 확인하여 알리고자함이다.

### 재연실험 방법

#### (1) 실험개요

양초에 의한 가연물의 연소실험으로 소방서 차고에서 하였으며 장비는 초, TV, 의자, 나무합판, 아크릴판, 열화상 카메라, 디지털 카메라, 비디오카메라, 풍향계, 온습도계, 수관 등을 사용하였다.

#### (2) 실험환경

가연물 실험(TV, 의자, 나무합판, 아크릴판(간판소재)) 일반생활 용품에서 촛불에 받침대 및 안전장치가 없이 연소시 가연물의 발화가능성 실험 및 안전장치를 설치하였을 때 발화 가능성 등에 대한 실험이다. 실험용 재료들은 흔히 양초를 사용할 때 볼 수 있는 재료들 중 가연성을 어느 정도 가지고 있는 재료들로 선정하였다. 실험당시 기상상황으로는: 날씨 맑음, 온도 28℃, 바람 남풍, 풍속 1m/s, 습도 43%였다.

### 재연실험

#### (1) 아크릴 재연실험

Table 2에서 보는 바와 같이 양초의 연소시간을 측정한 표이다. 시중에 유통되는 양초는 크기 및 규격이 매우 다양하여 전체의 연소 시간을 구하기는 한계가 있으므로 대표적인 몇 가지만을 선정하여 연소 시간을 측정하였다. 양초 크기에 따라 당연히 연소시간의 차이가 발생하지만 무엇보다도 크기가 중간 이상인 것은 적어도 반나절 이상 연소하는 것으로 나타났다. 이는 연소시간이 길다는 의미는 그만큼 부주의 등에 의한 화재발생 위험성도 커진다는 개연성을 내포한다고 볼 수 있다.

**Table 2.** Burning time of candle

Contents	Length (cm)	Diameter (cm)	Weight (g)	Burning Time
Large	24.5	4.7	367.6	65h 51min
Medium	21.4	2.4	108.0	14h 27min
Small	19.3	41.8	32.5	5h 57min
Event	1.3	3.7	11.0	2h 17min

열가소성수지인 아크릴은 열가소성폴리머 중에서 비교적 우수한 기계적 성질을 갖고 있어 수세미, 물감, 인테리어재료, 간판 등 일상생활에 다양하게 쓰이고 있으며 강도와 용융점이 낮아 크리프(시간에 따른 하중에 따른 변화)실험 결과 열변형에 약하고 강도가 약한 것이 단점이다. 비정질(원자 배열이 불규칙함) 재료로서 상온에서는 체인의 공유결합력과 체인간의 2차 결합력 반델발스력의 크기가 비슷해 변형이 없다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 아크릴의 크리프현상은 60℃에서는 반델발스 결합력이 급격한 감소로 크리프 변형이나 파단 되어지는 현상이 있다. 열 변형온도인 85℃이상에서 크리프 응력에 대한 저항이 급격히 감소하여 저항성이 적어져 부재로 사용은 부적합하다. 아크릴은 온도증가에 따라 열저항력이 급격히 감소하



고, 상온에서는 응력에 의해 파손되는 강도가 약한 단점이 있다. 실험결과를 보면 열가소성 수지는 수지가 녹으면서 지속적인 연소가 이루어지는 것을 알 수 있어 주변에 가연물이 없어도 연소가 됨을 알 수 있다.



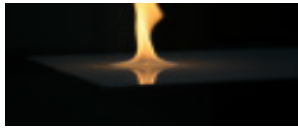
연번	실험별	실험사진	발화여부	비고
1	1차실험 아크릴판위에 촛불을 연소 시켜 발화 시험		재연실패	양초의 심지가 서있지 못하고 양초중심에 쓰러져 자연소화
2	2차실험 촛불 심지를 다시 세우고 연소를 재개함		재연실패	2차실험에서 도양초의 심지가 서있지 못하고 양초 중심에 쓰러져 자연소화
3	4차까지 발화에 실패하여 5차 시험까지 심지를 세우고 시험함		재연성공	열가소성 수지로 판이 녹으면서 지속적인 연소

Fig. 4. Acrylic plate reheating experiment

(2) 포맥스(FOMEX) 아크릴 재연실험

Fig. 5의 포맥스(FOMEX)는 PVC를 원료로 하여 발포 압축한 제품이며 플라스틱이나 목재의 장점을 그대로 갖추고 있어, 절단/절곡/진공성형/ 합지 등 일반아크릴에 비해 가공이 용이하고 녹거나 부식이 되지 않아 옥내, 외에 안심하고 설치 제작할 수 있는 최상의 인테리어 소품이다. 포맥스(FOMEX)는 다음과 같은 특징이 있다. 충격강도가 일반유리의 250배, 아크릴의 30~40배 강하다. 가공성이 뛰어나고 열의 흐름을 차단하여 방열성이 좋다. 비중이 일반아크릴에 1/2, 유리에 1/2.4로 가볍다. 실험결과 포맥스 소재는 연속적인 연소가 되지 않으며 다른 가연물의 접촉이 없으면 지속적인 연소가 이루어지기가 힘들어 보였다.

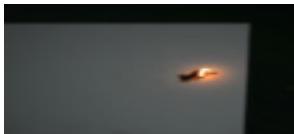


연번	실험별	실험사진	발화여부	비고
1	1차실험 포맥스소재 위에 촛불을 연소 시켜 발화 시험		재연실패	양초의 심지가 서있지 못하고 양초중심에 쓰러져 자연소화됨
2	2차실험 촛불 심지를 다시 세우고 연소를 재개함		재연실패	2차 실험에서도 양초의 심지가 서있지 못하고 양초 중심에 쓰러져 자연소화
3	3차까지 발화에 실패하여 4차 시험까지 심지를 세우고 시험함		재연성공	발화는 되었으나 연쇄반응이 일어나지 않고 자연 소화됨

Fig. 5. FOMEX Acrylic rehearsal experiment

(3) 일반 가연물 재연실험

Fig. 6의 촛불화재를 원인(장소)별로 분류해 보면 TV, 냉장고, 세탁기 등 가전제품 및 테이블, 서랍장등 일상생활 용품들이 대부분을 차지하고 있어 일반가연물의 발화가능성에 대한 실험이다. 일반가연물의 열이 축적될 수 있는 공간이 없거나 주변에 가연 물이 없으면 복사열에 의한 발화는 힘들어 보이고 화재현장에서도 촛불화재 대부분은 주변 가연물 접촉으로 발화의 가능성이 클 것으로 판단된다.




연번	실험별	실험사진	발화여부	비고
1	레자(인조가죽) 소재의 의자의 재연실험		3차례의 실험만에 재연성공	발화가 된 후 연쇄 반응을 일으키면서 계속 연소가 이루어짐
2	일반 나무 합판 의 재연실험		4차례의 실험만에 재연성공	발화는 되었으나 지속적인 연소는 되지 않고 자연소화
3	일반 가전 TV의 재연실험		1차례의 실험만에 재연성공	조건이 맞아 1회만에 발화되었으나 지속적인 연소가 되지 않음

Fig. 6. General Flammability Experiment

(4) 촛불의 자연소화 재연실험


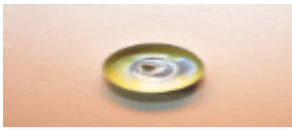




연번	실험별	실험사진	연소후 사진	비고
1	금속소재의 불연재료가 있을 때 연소 지속 여부			바닥에 있는 물체에 피해없이 자연 소화됨
2	촛불위에 포일을 씌워 놓았을 때			산소가 차단되어 약 2초만에 바로 소화됨
3	초의 심지를 끝에서 3cm 정도 빼내서 연소 시킬 경우			모세관현상의 중단으로 약 1분정도 되어 자연 소화됨

Fig. 7. Natural digestion rehearsal experiment of candle

Fig. 7에서 보는 바와 같이 촛불이 마지막까지 연소가 되지 않고 가연물에 직접 영향 없이 자연 소화가 될 수 있는 방법에 대한 재연실험이다. 촛불화재를 예방하기 위해서는 주변 안전 확인이 필수적이다. 담배처럼 끝부분에 은박지를 넣어 놓거나 불연 재료로 마감 처리하는 등 개선을 하면 촛불화재를 어느 정도 줄일 수 있을 것으로 판단되어진다.

## 결론

촛불화재는 부주의에 의한 화재로 대부분 일상생활에서 사용하다가 화재를 일으키는 경우를 화재사례를 통해 알 수 있었다. 이러한 촛불화재를 분석하기 위하여 재현실험을 하였는데 첫째, 아크릴 재현실험을 통해 열가소성 수지는 수지가 녹으면 서 지속적인 연소가 이루어지는 것을 알 수 있어 주변에 가연물이 없어도 연소가 됨을 알 수 있었다. 둘째, 포멕스(FOMEX) 아크릴 재현실험을 통해 포멕스 소재는 연속적인 연소가 되지 않았으며 가연물의 접촉이 없으면 지속적인 연소가 이루어 지기가 힘들다는 것을 확인하였다. 셋째, 일반가연물 재현실험을 통해 열이 축적될 수 있는 공간이 없거나 주변에 가연물이 없 으면 복사열에 의한 발화는 힘들다는 것을 실험을 통해 알 수 있었으며 화재현장에서도 촛불화재 대부분은 주변 가연물 접촉 으로 발화의 가능성이 클 것으로 판단된다. 넷째, 촛불의 자연소화 재현실험으로 촛불화재 대부분은 주변 가연물 접촉으로 발화의 가능성이 클 것으로 판단되며 촛불화재를 예방하기 위해서는 주변 안전 확인이 필수적임을 확인하였다. 초 끝부분에 은박지를 넣어 놓거나 불연 재료로 마감 처리하는 등 개선을 하면 촛불화재를 어느 정도 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

4가지 방법으로 재현실험한 결과 실험에서 보여준 것은 직접적인 화재발생의 인과관계를 규명하는 측면도 있지만, 인과 관계가 크지 않은 대신 주변의 가연물 상태에 따라 그리고 사용상 부주의에 따라 촛불화재가 많이 발생할 수 있음을 의미한 다고 볼 수 있다.

재난이 발생하면 자주 있는 일이지만 경주지진과 포항지진에서 특이한 사항으로 전기가 단전되어 밤에 촛불을 사용하면서 신 고 건수가 일시적으로 증가한 사례와 크리스마스를 전후해서 촛불로 인한 화재로 인명피해가 평상시 보다 약간 높은 편이었다.

결론적으로 다시 한 번 정리하면 4가지 실험을 통해 알 수 있듯이 촛불화재는 부주의에 의한 화재이며 언제든지 주변의 가 연물에 옮겨 붙어 화재를 일으킬 수 있다는 것을 확인하였다. 화재가 발생하는 경우가 매우 다양하여 모든 경우에 과학적 테 이터를 마련하기가 현실적으로 용이하지 않지만 분명한 것은 주변에 가연물이 있는 상태에서 촛불은 언제든지 부주의 등에 의해 화재를 일으킬 수 있음을 보여주었다. 게다가 사고사례에서 보았듯이 양초의 작은 불이 주택 내 국한된 장소에 화재를 일으킬 수 있음은 물론이고 이리역 폭발사고와 같이 화재폭발 발생 대상물이 매우 위험한 물질이라면 촛불화재로 인하여 한 구역을 초토화시킬 수 있다는 것도 사례를 통해 알 수 있었다. 촛불화재를 예방하기 위해서는 주변 안전 확인이 무엇보다 중 요하며 초 말단에 불연 재료로 마감 처리하는 등 안전 규정을 도입하는 것도 하나의 아이디어라 생각된다.

## References

- [1] FISK (Fire Investigation Society of Korea) (2009). "A Study on the Environment of the Aroma Candleling Fire." Fire Investigation Society of Korea Journal, Vol. 1, No. 2.
- [2] Jin, J.L. (2013). "Classroom science fiction."
- [3] Ko, J.-M. (2009). "Fire Investigation Society of Korea, 'An example of candle fire detection'." Fire Investigation Society of Korea Journal, Vol. 1, No. 1, pp. 134-133.
- [4] kspe (2011). "Creep Characteristics of Acrylic (PMMA) Depending on Stress and Temperature." kspe Journal, Vol. 28, No. 12.
- [5] Michael, F. (1990). "Candle science."
- [6] NFSA (National Fire Service Academy) (2013). A Study on the Effect of Candles on the Cause of Fire. National Fire Service Academy.