

E³(Eco, Ergonomics, Economy) 친화형 제품 개발을 위한 아이디어 개발 방법

이원섭, 박장운, 이백희, 김은하, 유희천

포항공과대학교 산업경영공학과

Ideation of E³(Eco, Ergonomics, and Economy)-Friendly Products

Wonsup Lee, Jangwoon Park, Baekhee Lee, Eunha Kim, and Heecheon You

Department of Industrial and Management Engineering, Pohang University of Science and Technology

Abstract

제품 개발 시 환경 친화적 요구가 증대됨에 따라 다양한 친환경 제품 개발들이 개발되고 있으나 기존 친환경 제품들은 대부분 친환경적 측면에만 주로 특화되었으므로 사용자 친화적 및 경제 친화적인 측면의 고려가 요구된다. 본 연구는 시장 경쟁력을 높일 수 있는 환경, 사용자, 그리고 경제 친화적 제품(Eco-, Ergonomics-, Economy-friendly product; E³-friendly product)을 개발할 수 있는 제품 아이디어 개발 방법을 제시하고자 한다. 본 연구는 E³ 친화형 제품의 아이디어 개발을 위해 기존 친환경 제품들을 조사하여 E³ 친화형 제품 개발에 필요한 설계 요소들을 파악한 후, E³ 친화형 제품 개발을 위한 환경 문제를 정의하고 E³ 제품 설계 요소들을 기반으로 E³ 친화형 제품의 아이디어를 개발하는 일련의 제품 설계 절차를 제안하였다. E³ 친화형 제품 아이디어 개발 방법은 향후 친환경 제품 시장에서 환경, 사용자, 그리고 경제적 측면에서 보다 경쟁력 있는 제품을 개발하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

1. Introduction

환경 보전 및 지속가능한 성장에 대한 요구가 증대함에 따라 친환경적 제품 설계의 중요성이 점차 증대되고 있다. 친환경적 제품 설계(eco-friendly product design)란 제품이 자연생태계에 더 이상 피해를 주지 않으면서 자연의 순환과정에 순응할 수 있도록 설계하는 것이다(서흥석, 1998). 최근 지구 온난화 등으로 환경문제에 대한 관심이 높아짐에 따라 선진국들 대부분이 환경문제를 해결하기 위해 각종 규제정책을 펼치는 등 본격적인 제품 환경규제가 적용되고 있고, 환경을 주요 가치로 여기며 친환경적인 생활을 영위하는 엘리트 계층인 에코보보스(eco-bobos)족이라는 소비자 유형이 나타나고 있다(한상복과 송복희, 2010). 따라서, 사회적으로 변화된 친환경적 의식을 반영하고 지구를 건강하게 보전하기 위한 환경규제 충족을 위해서는 친환경적 제품 설계가 필요하다.

친환경 제품 개발을 위하여 제품과 환경의 복합적인 문제를 체계적으로 해결하기 위한 전과정평가가 적용된 친환경 제품 설계 방법론들이 연구되고 있다. 전과정평가(Life-Cycle

Assessment, LCA)란 서비스를 포함한 제품 및 공정의 환경성을 종합적, 객관적으로 평가하기 위한 기법이다(Klopffer and Hirschier, 2004). LCA는 제품의 원료채취, 제조, 사용 및 폐기처리에 이르는 전과정에 걸쳐 소모되고 배출되는 물질과 에너지의 양을 정량화하여 친환경적 측면에 특화된 해결책을 제시할 수 있어 친환경 제품 개발 방법에 적용되어 오고 있다. 예를 들면, Schischke et al.(2005)는 6단계로 구성된 친환경 개발 절차(S1. planning, S2. conception, S3. detail design, S4. product estimation, S5. introduce to market, S6. research/prototype)을 제시하였으며, 환경산업기술원(2010)은 6단계로 구성된 친환경 제품 디자인 절차(S1. 제품모델링, S2. 제품 환경성 분석, S3. 이해관계자 요구사항 분석, S4. 개선대상 부품 도출, S5. 전략 및 과업도출, S6. 개념설계)를 정립하였다.

기존 친환경 제품 설계 방법들은 대부분 친환경적 측면에는 특화되어 있어 사용자 친화적 및 경제 친화적인 측면의 고려가 필요하다. 기존 친환경 제품 설계 연구들을 주로 LCA를 적용하여 제품의 전과정 측면에서 친환경적 해결책을 도출할 수 있도록 고안되었다. 예를 들면, 환경산업기술원(2010)의 6단계 친환경 제품 디자인 절차는 제품의 환경성(예: 부품 수, 유해물질, 재활용률)과 제품 이해관계자들(예: 정부-환경단체, 기업, 소비자)의 환경에 대한 요구사항만을 주로 반영할 수 있도록 고안되었다. 또한, 이백희 외(2012), 최영근 외(2012), 그리고 이지형 외(2012)는 각각 소형온풍기, 스탠드형 전기온풍기, 그리고 선풍기를 대상으로 친환경적 디자인 절차 적용과 더불어 사용성(예: 심미성, 운용/성능관련 주관적 만족도)을 평가하였다. 한편, 친환경 제품은 제품의 환경 친화적 특성뿐만 아니라 제품의 사용성 및 시장 경쟁력이 함께 고려될 필요가 있다.

본 연구는 지속가능성을 고려한 제품 개발에 있어 환경 친화적(eco-friendly) 요소뿐 아니라 사용자 친화적(ergonomics-friendly) 및 경제 친화적(economy-friendly)인 제품 설계 요소(E³ design aspect)를 고려한 제품 개발 아이디어 도출 방법을 제안하고자 한다. E³ 친화형 제품 개발 아이디어 도출을 위해 본 연구는 기존 환경 제품들을 조사하고, E³ 측면에서 제품 설계 요소들을 추출한 후, E³ 친화형 신제품 개발을 위한 아이디어들을 도출하는 일련의 방법을 제안하였다. 본 연구에서 제안된 제품 개발 아이디어 도출 방법은 물 관련 문제(예: 물 재사용, 물 절약)를 해결하기 위한 E³ 친화형 제품 개발 단계에 적용되었다.

2. Methods and Application

E³ 친화형 제품 개발을 위한 아이디어는 4단계 절차(환경 제품 조사, E³ 제품 설계 요소 추출, E³ 친화형 제품 개발을 위한 문제 정의, E³ 친화형 제품 아이디어 개발)를 통해 도출될 수 있다.

2.1 환경 제품 조사

E³ 친화형 제품 개발에 적용될 수 있는 설계 요소(design aspect)들을 benchmarking하기 위해 다양한 환경 친화형 제품들을 조사한다. 환경 제품 조사 시, 제품의 종류, 적용 기술, 특히 여부 등의 측면에서 서로 다른 특성을 가진 제품들이 선정될 수 있도록 한다. 예를 들어, 본 연구는 2011년 녹색성장 박람회 참가하였거나 조달청에 등록된 친환경 인증 제품 중 제품의 부류가 서로 다른 40개 국내 제품들을 선정하였다(유희천 외, 2012). 본 연구에서 선택한 제품은 생활용품(예: 사무용품, 식품 용기, 섬유/세제, 탈취제, 생활용품 재료), 전자제

품(예: 세탁기, PC, 토너공급기, 프로젝터), 물 관련 제품(예: 수도꼭지, 샤워기, 양변기, 소변기), 건축자재(예: 벽지, 블라인드, 컨테이너 부스, 강판), 공공시설(예: 손 건조기, 자가발전형 운동기구, 맨홀뚜껑, 다공성 환경블록, 옥상녹화 시스템), 에너지 관련 제품(예: 풍력발전기, 수소발생기, 지하수 중금속 처리기술, 수질정화 시스템, 수질오염진단 키트) 등으로 분류되었다.

2.2 E³ 제품 설계 요소 추출

E³ 제품 아이디어 개발 시 필요한 제품 설계 요소들을 추출하기 위해 선정된 환경 친화형 제품들의 핵심 가치를 파악한다. 제품의 핵심 가치를 표현할 수 있는 제품 개발 요소 (design aspect)들은 환경 친화적(eco-friendly), 사용자 친화적(ergonomic-friendly), 그리고 경제 친화적(economy-friendly) 측면에서 추출된다. 예를 들어, 본 연구는 선정된 40개 제품을 환경 친화적, 사용자 친화적, 그리고 경제 친화적 측면에서 분석하여 55개의 E³ 친화형 제품 개발 시 고려할 수 있는 설계 요소들을 표 1과 같이 파악하였다. 환경 친화적 요소는 에너지 절약, 자원 절약, 그리고 환경 보호 측면의 세부 범주로 구분되었다. 가령, 에너지 절약 범주에는 에너지 낭비 요소를 최소화할 수 있는 설계 요소들인 에너지 사용량 최소화, 에너지 효율 증대, 폐에너지 재사용, 폐열 발생 최소화, 전기 누설 발생 요인 최소화, 보온/보냉 기능 향상 등과 같은 제품 설계 요소들이 파악되었다. 각 제품 설계 요소들은 제품의 생산 단계, 사용 단계, 그리고 폐기 단계에 따라 구분되었다. 파악된 E³ 제품 설계 요소들은 E³ 친화형 제품 아이디어 개발 시 guideline으로서 활용되었다.

2.3 E³ 친화형 제품 개발을 위한 문제 정의

친환경 제품 개발에 위해 환경 문제들은 정의한다. 환경 문제들은 기존 문헌을 review하거나 사회적으로 issue가 되는 현상을 수집함으로써 파악될 수 있다. 예를 들어, 본 연구는 Drivers of Change 라는 다양한 환경 문제들이 적시되어 있는 카드(Luebke, 2009; 그림 1 참조)를 이용하여 국제적인 물 관련 문제들을 파악하여 이 중에서 제품으로 개발될 수 있는 문제들을 정의하고자 하였다. Drivers of Change에 제안된 물 관련 문제의 예로는 물 관련 위생교육, 물낭비, 수자원에 대한 접근성, 도시화에 따른 물 문제, 효과적인 물 분배, 담수화, 물 채집, 강수량, 식수, 물 관리기구, 수자원 재활용, 지하수 과잉 채수, 염류화, 물 가격, 물 사용 권리 등이 있다. 본 연구는 인간공학 연구진 5명 및 학생 10명의 토의를 통해 (a) 물 낭비, (b) 수자원 재활용, 그리고 (c) 식수에 관련된 문제들을 해결할 수 있는 제품을 개발하기로 하였다. 물 낭비 문제의 예로, 제품 개발을 위한 문제를 보다 세부적으로 정의하기 위해 본 연구는 가정에서 일상 생활 중에 물이 낭비되는 원인을 조사하였다. 가정에서 주로 물이 낭비되는 장소는 욕실과 주방으로, 욕실에서는 세면 시 물을 받아서 사용하지 않거나 불필요하게 샤워를 길게 하는 등의 원인으로 물이 낭비되었으며, 주방에서는 식사 준비 및 설거지 시 물이 낭비되었다. 본 연구는 개발하고자 하는 E³ 친화형 제품 중 하나로 가정의 욕실과 주방에서 일상 생활 중 은연하게 발생하는 물 낭비를 줄일 수 있도록 하는 장치를 정의하였다.

Table 1. 추출된 E³ 제품 설계 요소 예

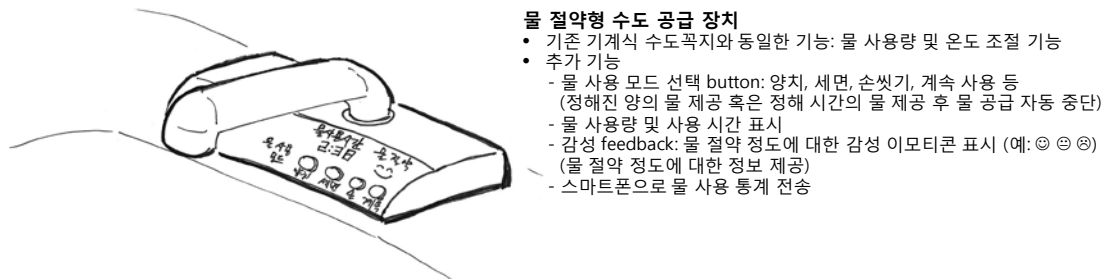
범주	제품 설계 요소	생산 단계	사용 단계	폐기 단계
에너지 절약 (에너지 낭비 요소 최소화)	에너지 사용량 최소화	○	○	○
	에너지 효율 증대	○	○	
	폐에너지(폐열) 재사용	○		○
	폐열 발생 최소화	○	○	
	전기 누설 발생 요인 최소화		○	
	보온/보냉 기능 향상		○	
	불필요 에너지 공급 (자동) 차단		○	
	생산 방식 변경을 통한 에너지 사용 최소화	○		
환경 친화적 요소	목적 달성에 필요한 제품 구동 시간 최소화		○	
	원료 사용량 최소화	○	○	
	친환경 대체 원료 사용	○	○	
	잔여 자원 재사용	○		○
	폐물질 재사용	○		○
	재료 재활용 가능성을 고려한 생산공정 설계	○		
	부품 재사용 가능성을 고려한 제품 설계	○		
	설치 공간 절약		○	
	포장재 크기/사용량 최소화	○		
	목적 달성에 필요한 자원 사용 최소화		○	
환경 보호 (환경 파괴 영향 최소화)	폐수 발생 최소화	○		○
	이산화탄소 발생 최소화	○	○	
	화학 성분 사용 최소화	○	○	○
	부패 발생 최소화		○	○
	독성 발생 최소화	○		○
	악취 발생 최소화		○	○
	환경호르몬 발생 최소화	○	○	○
	손상(예: 부식, 마모, 누수, 누전) 발생 최소화		○	
	자연 분해성 극대화			○
	제품 수명 극대화		○	
	화재 발생 영향 최소화		○	
	환경 사랑 인식 고취		○	○
	사용자 친화적 요소 (사용성, 안전성 등)	설치 용이성 증대		○
사용 용이성 증대			○	
보수 용이성 증대			○	
관리 용이성 증대			○	
폐기 용이성 증대				○
수작업 최소화(자동화 기능)			○	
소음 발생 최소화			○	
진동 발생 최소화			○	
휴대성 향상			○	
무게 적절성 증대			○	
신속 정확한 사용			○	
사용 시 안전성 증대			○	
디자인 심미성 향상			○	
유용한 기능 탑재			○	
사생활 보호 기능 향상			○	
경제 친화적 요소 (비용 절감 등)	원가 절감	○		
	에너지 발생 비용(예: 전기료) 절감	○	○	
	생산 비용 절감을 위한 생산체제/제조공정 변경	○		
	설치 비용 절감		○	
	유지 보수 비용 절감		○	
	폐기 비용 절감			○
	부품 교체 주기 향상		○	
	제품 내구성 향상		○	
	도난 방지 기능 향상		○	
	공익성 증대		○	



Figure 1. 다양한 환경 문제들을 제시하고 있는 Drivers of Change (Luebkehan, 2009) 및 물 문제 예시

2.4 E³ 친화형 제품 아이디어 개발

E³ 친화형 제품 아이디어는 파악된 E³ 제품 설계 요소들을 기반으로 발전될 수 있다. 제품 아이디어 개발을 위해서는 brainstorming과 같은 일반적인 아이디어 개발 방법들이 사용될 수 있다. 한편, E³ 친화형 제품의 아이디어 개발 시에는 기존 제품들을 분석하여 파악된 E³ 제품 설계 요소들이 제품 아이디어 개발의 guideline으로 활용될 수 있으므로, 환경, 사용자, 그리고 경제 친화적인 요소들이 두루 고려된 경쟁력 있는 제품 아이디어가 도출될 수 있다. 예를 들어, 본 연구는 Drivers of Change를 통해 파악된 세 가지 물 관련 문제들을 구체화하여 다음과 같은 세 가지 E³ 친화형 제품 개발 concept을 개발하였다. 세 가지 concept는 (a) 가정(화장실 및 주방)에서 일상 생활 가운데 낭비되는 물을 최소화할 위한 물 절약 장치, (b) 가정 및 공공기관에서 버려지는 가급적 깨끗한 물(예: 간단한 세척에 사용된 물, 마지막 세탁 행굼 물 등)을 수집하여 재활용할 수 있는 방안 및 장치, 그리고 (c) 물 하루 권장 섭취량(예: 성인의 경우 2ℓ)을 섭취할 수 있도록 도와주는 물병이다. 물 절약 장치의 예로, 본 연구는 세면, 양치, 샤워, 또는 식재료 준비 시 필요한 물의 양을 사용자가 선택적으로 받아서 사용할 수 있는 장치를 구상하고 있다. 본 장치는 그림 2와 같이 기존의 욕실이나 주방 설비를 기반으로 설치될 수 있으며, 사용자에게 물이 절약되거나 낭비되는 상황에 대해 감성적인 feedback을 제공한다(예: 물 절약 현황을 스마트폰으로 전송).



물 절약형 수도 공급 장치

- 기존 기계식 수도꼭지와 동일한 기능: 물 사용량 및 온도 조절 기능
- 추가 기능
 - 물 사용 모드 선택 button: 양치, 세면, 손씻기, 계속 사용 등 (정해진 양의 물 제공 혹은 정해 시간의 물 제공 후 물 공급 자동 중단)
 - 물 사용량 및 사용 시간 표시
 - 감성 feedback: 물 절약 정도에 대한 감성 이모티콘 표시 (예: ☺ ☹ ☹ ☹) (물 절약 정도에 대한 정보 제공)
 - 스마트폰으로 물 사용 통계 전송

Figure 2. 물 절약형 수도 공급 장치 아이디어 예

3. 토의

본 연구는 E³ 측면에서 추출된 제품 설계 요소들을 제품 개발 아이디어에 반영함으로써 친환경 제품 개발 시 환경 친화적 측면뿐만 아니라 사용자 친화적 및 경제 친화적 측면을 함께 고려할 수 있었다. 기존 친환경 제품 설계 방법들은 제품의 친환경 요소들만이 주로 제품 설계에 반영되었으며, 제품의 사용성 및 가격 경쟁력에 대한 보다 체계적인 고려가 필요하였다. 본 연구를 통해 E³ 제품 설계 요소들을 기반으로 개발하고자 하는 제품들은 기존 친환경 제품에 비해 보다 사용성 및 시장 경쟁력 측면에서 선호될 것으로 예상된다. 또한, 본 연구는 제품의 생산 단계, 사용 단계, 그리고 폐기 단계에 따른 E³ 제품 설계 요소들을 파악하였기 때문에 제품 life-cycle 전반에서 제품의 E³ 친화적 효과를 체계적으로 고려하여 제품 아이디어를 개발할 수 있었다. 따라서 E³ 제품 설계 요소들은 제품뿐 아니라 제품 개발에 필요한 생산공정 설계 및 원자재와 에너지 사용 측면에서도 환경, 사용자, 그리고 경제 친화적인 제품 생산 시스템 구축에 도움이 될 것으로 사료된다. 한편, 본 연구는 40개 기존 친환경 제품들을 분석하여 55개 제품 설계 요소들을 파악하였으나 보다 comprehensive한 E³ 친화형 제품 설계 요소들을 파악하기 위해서는 추가적인 기존 제품 benchmarking이 필요하다.

본 연구를 통해 제안된 E³ 친화형 제품 아이디어가 상용 제품으로 개발되기 위해서는 시제품 제작 및 평가와 같은 일련의 제품 개발 과정이 수반될 필요가 있다. 제안된 E³ 제품 아이디어는 일반적인 제품 개발 과정에 따라 아이디어 평가 및 발전, 시제품 개발, 시제품의 평가 등의 과정을 통해 상용 제품으로 개발될 예정이다. 아이디어는 환경 친화적 측면, 사용자 친화적 측면, 그리고 경제 친화적 측면에서 평가될 수 있으며, 아이디어가 발전되어 시제품이 개발되면 시제품 역시 E³ 친화적 평가 항목에 따라 평가될 수 있다. 이를 위해 E³ 측면에서 제품을 평가하기 위한 세부적인 평가 framework이 개발될 필요가 있으며, E³ 평가 framework은 본 연구를 통해 제안된 E³ 친화형 제품 설계 요소들을 기반으로 개발될 수 있다.

사 사

This work is financially supported by Korea Ministry of Environment (MOE) as “EcoDesign Human Resource Development Project.”

Reference

- 1) 서흥석, “환경친화적 제품 개발을 위한 분해디자인(DFD)에 관한 연구”, 홍익대학교 석사학위논문, 1998.
- 2) 유희천, 김은하, 박지운, 전은진, 박주영, 최영근, 이원섭, Design for Eco Life, (주) 휴머노피아, 2012.
- 3) 이백희, 유희천, 허준연, 이재훈, 김진율, 장필중, 이화조, “전과정평가(LCA)를 통한 소형운

풍기의 친환경적 디자인”, 한국정밀공학회 2012 춘계학술대회지.

4) 이지형, 박원식, 김재정, 박장호, 권력환, 유희천, “전과정평가를 통한 스탠드형 전기 온풍기의 친환경적 제품 설계 개선 전략”, 한국정밀공학회 2012 춘계학술대회지.

5) 최영근, 류성남, 정기욱, 박우람, Jason Ree, 유희천, 남택준, 정상태, 이영아, 이화조, “에코디자인 프로세스를 통한 날개 없는 선풍기의 환경영향 평가 및 개선전략 제안”, 한국정밀공학회 2012 춘계학술대회지.

6) 한상복, 송복희, “제품의 친환경적 디자인 개발을 위한 환경영향평가 적용 방안”, 디자인학연구회지, Vol. 24, No. 1, p. 15~26, 2010.

7) 환경산업기술원, “에코디자인 프로세스 적용 제품군별 매뉴얼”, 2010.

8) Klopffer, W., Hischer, R., “Life Cycle Assessment of Fitted Carpets – Part 1: From the Cradle to the Factory Gate”, Critical Review according to ISO 14040, 2004.

9) Luebkehan, C., Drivers of Change, Prestel, 2009.

10) Schischke, K., Hagelucken, M., Steffenhagen, G., “An Introduction to EcoDesign Strategies – Why, What and How?”, Brussels, 2005.