

Print ISSN: 2233-4165 / Online ISSN: 2233-5382
doi:http://dx.doi.org/10.13106/ijidb.2018.vol9.no2.47.

An Empirical Study on Nonlinear Relationship between Product Modularity and Customer Satisfaction

제품의 모듈화 전략과 고객만족의 비선형적 관계에 대한 실증적 연구

Sunil Hwang(황선일)*, Eung-Kyo Suh(서응교)**

Received: January 15, 2018. Revised: January 31, 2018. Accepted: February 15, 2018.

Abstract

Purpose - To meet the needs of various customers in an uncertain market environment, many companies use product modularization strategies. Modularization of a product means that one product consists of several components and that the type of product can be changed according to the combination of components. The greatest feature of modularity is that changes in one component do not significantly affect the physical changes in the other component to which they are connected. Modularization of products is recognized as a very important strategy to reflect increasingly complicated customer requirements to products and respond to the needs of various markets. Many studies have been made in connection with the concept of mass customer satisfaction. There are many prior studies that modularization of such products positively affects the operational performance (manufacturing cost, fast delivery, etc.) and innovation of the product. However, excessive modularization has been found to have a negative effect on this performance. However, there are very few studies on the nonlinear relationship between product modularization and customer satisfaction. Supplementing these academically insufficient parts is very necessary when considering the current market environment.

Research design, data, and methodology - In order to make up for the shortcomings of academic research in Korea, this study collects data through questionnaires in electronic, auto, and defense industry. This is because these industries are using modularity of products. based on lots of previous studies and information overload theory, we made two hypothesis and verify with empirical analysis. All 108 data were used. We used the R program and SPSS program for statistical verification.

Results - As a result of the study, modularization of products showed positive relationship with customer satisfaction to a certain level. However, it has been found that when the modularization is over and beyond a certain level, there is a negative relationship with customer satisfaction.

Conclusions - Excessive modularization of products can have a negative impact on customer satisfaction. This result can be understood as a result of human limited rationality due to information overload. Therefore, it is important for companies to apply appropriate modularity to product design.

Keywords: Product Modularity Strategy, Customer Satisfaction, Non Liner Relationship.

JEL Classifications: D22, D24, O32.

1. 서론

모듈화란 하나의 제품이 여러 개의 구성품으로 이루어지고 그것이 독립적으로 디자인되어 있지만, 하나의 제품으로서 기능을 할 수 있는 것을 의미한다. 많은 연구자들은 이와 같은 모듈화의 특징이 다양한 제품을 생산할 수 있다고 주장하고 있다. 실제로 초창기 IBM의 컴퓨터는 모듈화 방식을 적용하여 시장의 요구에 빠르게 대응하면서 다양한 제품을 고객들에게 제공함으로써 경쟁적 우위를 가질 수 있었다는 점은 이와 같

* First Author, Research Professor, School of Business, Yonsei University, Seoul, Korea, E-mail: hwangsunil@gmail.com

** Corresponding Author, Professor, Graduate School of Business, Dankook University, Gyeonggi, Korea.

Tel: +82-31-8005-3981, E-mail: eungkyosuh@dankook.ac.kr

은 주장을 더욱 근거 있게 만들고 있다. 아울러 제품의 모듈화는 점차 복잡해지는 고객의 요구사항을 제품에 반영하고 다양한 시장의 필요에 대응하기 위해서 매우 중요한 자원으로 인식되고 있다. 이러한 모듈화는 컴퓨터 산업뿐만이 아니라 각종 가전산업과 비행기 및 자동차산업에 이르기까지 많은 분야에서 활발히 적용되었다. 특히 스마트폰이 우리 생활에 없어서는 안 될 중요한 가전기기로 주목받으면서 스마트폰의 하드웨어 부분에서도 모듈화가 적용되기 시작하였다.

가장 주목을 받은 것은 구글의 Ara 프로젝트였다. 이 프로젝트는 스마트폰에서 모듈화된 소프트웨어의 사용뿐만이 아닌 하드웨어에서도 모듈화를 적용하는 것을 목표로 추진되었다. 즉 스마트폰에 사용되는 프로세서, 디스플레이, 배터리, 스피커 및 카메라 등의 일반적 구성품 뿐만이 아니라 의료용 기기, 영수증 프린터, 레이저 포인터 및 게임컨트롤러까지 다양한 소비자의 니즈에 맞게 여러 가지 조합을 통하여 스마트폰을 조립할 수 있도록 계획되었다. 이러한 특징은 하드웨어의 성능향상을 위해서 스마트폰 전체를 구입할 필요가 없이 업그레이드된 구성품만 구매하여 부착할 수 있기 때문에 제품의 수명주기를 늘려줄 수 있다고 평가되었다. 그리고 소비자의 입장에서 특정부품의 고장 시 해당 구성품만 구매하여 교체를 할 수 있기 때문에 수리비용을 절약할 수 있었고, 산업전반적으로도 전자제품의 낭비를 줄여줄 수 있다는 장점도 거론되면서 많은 사람들의 주목을 받았다. 구글은 이러한 모듈화 스마트폰을 50달러의 저렴한 가격으로 60억명의 사람들에게 제공한다는 계획을 공표하기도 하였다. 그러나 2017년 중 출시를 목표로 진행하던 Ara 프로젝트는 2016년 9월 공식적으로 중단되었다. 이와 같은 현상에 대하여 여러 가지 의견과 분석이 나오고 있는 가운데, 지나친 모듈화의 적용이 프로젝트의 중단을 불러왔다는 분석이 주목을 받고 있다.

학계에서도 이와 같은 현상에 대한 몇몇 연구가 진행되었다. 과도한 모듈화로 인한 제품의 다양성이 가격상승을 초래하였다는 연구(Bayus & Putsis, 1999)와 제품의 혁신성에 부정적 영향을 미칠 수 있다는 연구(Ulrich, 1995; Lau, Yam, & Tang, 2011)가 대표적이다. 그러나 제품의 모듈화는 여러 구성품의 조합을 통해서 고객의 다양한 니즈를 만족시킬 수 있다는 측면에서 보았을 때, 과도한 제품의 모듈화가 고객만족도와는 어떤 관계가 있는지 알아보는 것은 의미 있는 연구주제가 될 수 있다. 하지만 아직까지 제품의 모듈화와 고객만족도 간 비선형 관계를 검증한 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구는 이러한 학문적 호기심을 채워줄 수 있는 가치가 있다고 판단한다.

이와 같은 연구목적 달성을 위하여 본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 이론적 배경을 통하여 제품의 모듈화에 대해서 알아보고 아울러 지나친 모듈화에 대한 선행연구 등을 분석하였다. 그리고 이를 바탕으로 두 가지 가설을 도출하였으며 가설에 따른 연구모형을 제시하였다. 그리고 자료수집 방법과 각 변수들에 대한 타당도 및 신뢰도를 분석하였으며, 이를 바탕으로 회귀분석을 실시하여 가설을 검증하였다. 이후에는 연구결과에 대한 분석과 토론을 하였으며, 마지막으로 학문적 공헌 및 시사점과 연구의 한계점에 대하여 언급하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 제품의 모듈화

모듈화에 대한 중요성은 일찍부터 여러 학자들에 의해서 논의되어왔다(Starr, 1965; Ulrich & Tung, 1991). 이러한 논의는 점차 발전되어 급변하는 시장환경 속에서 제품의 모듈화가 제조방식의 유연성을 제공할 수 있다는 점에서 많은 연구가 이루어졌다(Sanchez & Collins, 2001; Ketchen & Hult, 2002). 실제로 Baldwin and Clark(1997)는 빠르게 변화하는 고객의 요구사항과 점점 복잡해지는 기술환경 속에서 제품의 모듈화는 매우 유용한 제조전략이 될 수 있다고 강조하였다. 그리고 대량생산방식을 유지하면서도 다양한 고객의 요구사항을 만족시켜줄 수 있는 효과적인 방법으로 모듈화가 연구되었다(Pine, 1993).

모듈화의 가장 큰 특징은 하나의 구성품의 변화가 연결되어 있는 다른 구성품의 물리적 변화를 크게 초래하지 않는다는데 있다(Sanchez & Mahoney, 1996). 이러한 특징은 복잡한 제품일 경우 그것을 매우 간단하게 만드는 효과가 있다. 예를 들어 초창기 컴퓨터는 모니터와 키보드, 본체 등이 분리되지 않은 매우 복잡한 하나의 제품이었다. 그러나 모듈화의 디자인을 적용한 결과, 지금의 각 구성품으로 나누어지면서 가격은 유지하고 성능은 향상은 더욱 향상되었다. 그것은 제품을 구성하고 있는 구성품간 연결되는 인터페이스의 조건만 맞는다면 각 구성품을 담당하는 부서들은 자유롭게 독립적으로 개발할 수 있었기 때문이다(Baldwin & Clark, 1997). Sanchez and Mahoney (1996)는 이와 같이 제품을 생산할 때에 구성품간 연결되는 인터페이스의 조건을 내재된 조정의 메커니즘이 있는 것으로 보았다. 이러한 특징은 각 구성품의 조화를 이루기 위해서 관리 또는 통제 필요성을 매우 줄여줄 수 있기 때문에 느슨하게 연결된 조직의 구조가 가능하다고 하였다. 이와 같은 논리는 구성품을 담당하고 있는 각 조직들의 느슨한 연결은 다양하고도 새로운 시도와 실험을 할 수 있으며 이것은 제품의 혁신성을 높이는데 기여할 것이라는 주장으로 발전하였다(Sanchez & Mahoney, 1996). 이러한 연구결과를 바탕으로 Lau et al.(2011)은 제품의 모듈화가 제품의 혁신성을 증가시키고, 증가된 제품의 혁신성으로 인하여 신제품 개발성과가 높아지는 것을 실증적으로 증명하였다.

이와 같은 모듈화의 연구는 점차 공급자와의 관계로까지 확대되었다. Baldwin and Clark(1997)는 제품의 모듈화는 제조과정 프로세스의 모듈화로 이어지게 되고, 이는 부품을 납품하는 공급자와의 관계에도 영향을 미치게 된다고 주장하였다. 즉, 모듈화가 적용된 제품을 납품하거나 공동개발하는 경우에 구매자와 공급자간 긴밀한 연합이나 밀접한 정보교환 등의 필요성이 줄어들어 제품을 빠르게 시장에 출시할 수 있을 뿐만 아니라 (Hwang & Suh, 2017), 제품의 혁신성을 높일 수 있다고 하였다. 그리고 Gualandris and Kalchschmidt(2013)는 제품과 프로세스의 모듈화는 공급자와의 관계에서 유연성을 증대시켜 주고 공급실패의 위험을 감소시켜준다고 주장하였다. 이와 같은 연구는 모듈네트워크 디자인 개념으로 발전하였는데, Hoogeweegen, Teunissen, Vervest, and Wagenaar(1999)는 이와 같은 개념을 활용하여 컴퓨터 정보기술로 인한 제조업과 자원의 재배분을 어떻게 효율적으로 가능한지 소개하였다.

더불어 제품의 모듈화의 특성은 구매자와의 관계에서도 중

요한 연구주제였다. 특히 대량고객만족이라는 개념과 맞물려서 많은 연구가 이루어졌다. 제품과 프로세스의 모듈화는 제품의 다양성을 증가시켜 대량생산을 유지하면서도 다양한 고객의 요구에 대응할 수 있다는 연구가 대표적이다(Tu, Vonderembse, Ragu-Nathan, & Ragu-Nathan, 2004). Lau et al.(2011)을 비롯한 많은 학자들은 제품의 모듈화 구조는 구성품의 재결합을 통해서 제품의 다양성을 증대시킬 수 있고, 표준화를 통하여 제작 원가 절감 및 시장에 빠른 제품을 출시할 수 있다는 것을 주장하였다(Sanchez, 2000; Ulrich, 1995). 그리고 프로세스의 모듈화는 지연(postponement) 및 재배열을 통해 유연성을 증대시킨다는 연구들도 있다(Gualandris & Kalchschmidt, 2013; Van Hoek & Weken, 1998; Kang & Kim, 2014). 아울러 Gualandris, Golini, & Kalchschmidt (2014)는 패션산업에서도 대량고객만족 전략을 실행하기 위해서는 제품의 모듈화 디자인은 매우 중요한 이슈임을 주장하였다.

이와 같은 선행연구들을 분석한 결과 제품의 모듈화는 제품의 혁신성을 높여주고 (Lau et al., 2011), 시장으로의 빠른 출시를 가능하게 하며 (Sanchez, 2000; Ulrich, 1995), 제품의 다양성과 프로세스의 유연성을 증대시켜 고객들의 만족도를 높이는데 긍정적 영향을 미치는 것을 알 수 있다 (Gualandris & Kalchschmidt, 2013).

2.2. 다양성의 역기능

앞에서 살펴보았듯이 제품의 모듈화는 여러 구성품들의 각기 다른 조합으로 제품의 다양성을 증대시켜 고객의 만족도를 높일 수 있는 특징이 있다. 이와 같은 모듈화로 인한 제품의 다양성은 시장의 변화에 빠르게 반응할 수 있고 (Martin, Hausman, & Ishii, 1998), 규모의 경제 및 범위의 경제를 달성함으로써 제작비용을 줄일 수 있다(Matutes & Regibeau, 1988). 하지만 이와 같이 제품의 다양성이 증가하면서 이에 따른 부작용이 발생하였다. 제품의 다양성은 운영성과를 증대시키지만, 일정한 지점을 지나면 다양성을 증대시키는 비용이 운영성과를 증대시키는 비용보다 더 빠르게 증가한다는 연구 (Quelch & Kenny, 1994)가 대표적이다. 특히 Bayus and Putsis (1999)는 1981년부터 1992년까지의 컴퓨터 산업을 조사한 결과 지나친 제품의 다양성이 제품의 가격을 상승하였다는 것을 증명하였다. 또한 제품의 지나친 다양화는 규모의 경제의 효과를 감소시킬 수 있다는 주장도 제기되었다(Fisher, Ramdas, & Ulrich, 1999; Lawrence & Spiller, 1983). 이와 같이 지나친 제품의 다양화가 운영성과에 부정적 영향을 미친다는 주장과 더불어 제품의 혁신성에도 부정적 영향을 미칠 수 있다는 주장이 제기되었다(Schilling, 2000; Ulrich, 1995). 특히 Lau et al.(2011)은 모듈화가 지나치게 강조되면 각 구성품간 연결되는 인터페이스의 표준화가 오히려 제품의 혁신에 걸림돌이 될 수 있다고 주장하고 이를 실증적으로 증명하였다. 이와 같은 일련의 선행연구들을 통해서 볼 때에 제품의 모듈화 역시 지나치면 좋지 않다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 선행 연구들은 <Table 1>에 정리하였다. 하지만, 아쉽게도 이러한 결과는 운영성과(Matutes & Regibeau, 1988; Quelch & Kenny, 1994) 및 제품의 혁신성(Schilling, 2000; Ulrich, 1995; Lau et al., 2011)에 그치고 있다. 고객의 만족을 증가시키기 위하여 제품의 모듈화를 적용하였지만, 그것이 지나치게 되면 오히려 고객의 만족도에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 실증적으로 연구한 논문은 찾아보기 힘들다. 그러나 제품의

모듈화를 적용한 본래의 목적을 고려할 때, 이와 같은 연구는 필요하다고 판단된다.

<Table 1> Representative prior studies on the effects of modularity

	Contents	Studies
Positive Effects of Modularity	Quick response to market changes	Martin et al. (1998)
	Reduced production costs due to economies of scale and scope	Matutes & Regibeau (1988)
	Reduced supply failures due to increased product and process flexibility.	Gualandris & Kalchschmidt (2013)
	Efficient allocation of corporate resources	Hoogeweegen et al. (1999)
Negative Effects of Modularity	Increased cost to achieve diversity	Quelch & Kenny (1994)
	Diversity causes price of product increase	Bayus & Putsis (1999)
	Excessive diversity reduces the economies of scale	Fisher et al. (1999)
	Interface standardization resulting from excessive diversity has a negative impact on innovation	Lau et al. (2011)

3. 가설 도출 및 연구모형

3.1. 제품의 모듈화와 고객만족도 : 비선형적 관계를 중심으로

많은 선행연구에서 살펴보았듯이, 제품의 모듈화는 제품의 다양성을 증대시켜 다양한 고객의 요구를 만족시켜줄 수 있다. 즉, 표준화된 인터페이스로 연결된 구성품 간의 다양한 연결방법은 그 수만큼 다양한 제품을 고객에게 제공할 수 있는 것을 의미한다(Baldwin & Clark, 2000). 그리고 제품의 모듈화는 프로세스의 모듈화를 가능하게 한다(Tu et al., 2004). 순차적인 제작 프로세스 과정을 거칠 필요가 없게 되면, 여러 제작 프로세스들을 동시에 가동할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 프로세스의 모듈화를 통해 제품을 이루고 있는 각 구성품을 동시에 제작할 수 있으므로 고객의 요구에 빠르게 대응할 수 있다(Gualandris & Kalchschmidt, 2013; Van Hoek & Weken, 1998). 아울러 구성품을 담당하고 있는 조직간 개별적인 제품 개발이 가능하여 새로운 제품을 원하는 고객의 니즈를 만족시킬 수 있다 (Lau et al., 2011; Moon and Hwang, 2016). 따라서 다음과 같은 가설을 수립할 수 있다.

<가설 1> 제품에 적용되는 모듈화의 정도가 높을수록 고객 만족도는 증가할 것이다.

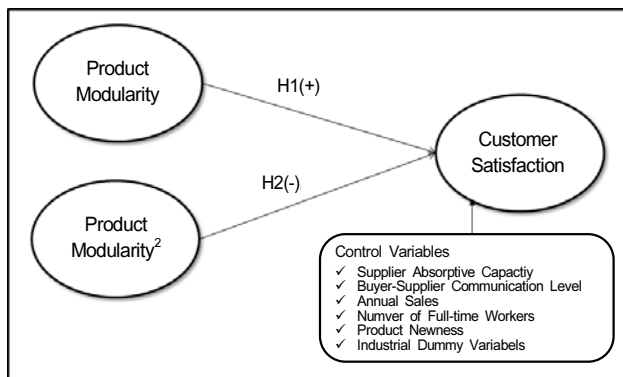
그러나 제품의 모듈화의 정도가 지나치게 되면 역효과가 발생할 수도 있다. 모듈화로 달성할 수 있는 제품의 다양성이 너무 지나치게 되면, 규모의 경제를 통해 달성할 수 있었던 제조비용이 감소되는 효과가 줄어들게 되어(Quelch & Kenny, 1994), 결국 고객에게 만족스러운 제품을 제공하지 못할 것이다. 이와 관련된 연구로 Ethiraj and Levinthal (2004)은 과도하게 모듈화로 나누어진 구성품을 담당하는 부서에서는 전체적

인 제품의 성능보다는 구성품의 성능에 초점을 맞출 가능성이 높아져서 전체적인 제품의 혁신성과 품질을 간과하는 경향이 있을 수 있다고 주장하였다. 아울러 제품의 모듈화는 그 다양한 구성품 간의 조합으로 인하여 제품의 혁신성을 달성하는데 (Pine, 1993), 지나친 모듈화는 조합방식을 너무 복잡하게 만들어 고객들로 하여금 오히려 혼란에 빠뜨릴 수 있다고 주장한 연구도 있다(Ethiraj & Levinthal, 2004). 그리고 Matzler, Waiguny, and Fuller (2007)는 비전문가인 일반 고객들이 너무 다양한 모듈 제품의 조합 선택을 하게 되는 경우, 임무 복잡성(task complexity)을 느낄 수 있기 때문에 오히려 이러한 혼란을 최소화하기 위하여 친숙한 조합 또는 표준적 조합을 추구하거나 아예 다른 선택을 포기하는 경우가 있다고 주장하였다. 이와 같은 일련의 선행연구들을 고려해보면, 제품의 모듈화의 정도가 일정 수준을 넘게 되면 오히려 고객의 만족도에는 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 예측할 수 있다. 따라서 다음과 같은 가설을 수립한다.

<가설 2> 제품에 적용하는 모듈화의 정도가 지나치게 증가하면 고객만족도는 오히려 줄어든 것이다.

3.2. 연구모형

앞서 언급한 가설들을 바탕으로 <Figure 1>과 같이 연구모형을 제시한다.



<Figure1> Research Model

4. 연구방법

4.1. 표본 추출 및 자료 수집

본 연구의 목적은 제품의 모듈화가 고객의 만족도에 어떻게 영향을 미치는지를 알아보는 것이다. 이러한 연구목적 달성을 위하여 제조업분야 중 모듈화가 적용된 제품을 많이 생산하는 산업분야를 선정하는 것이 필요하다. 우선 자동차 산업은 많은 연구자들에 의해 모듈화의 적용에 관하여 연구가 진행되어 왔음을 알 수 있다(Nevins & Whitney, 1989). 2만 개 이상의 부품이 모여 하나의 제품을 이루는 자동차 산업에서는 모듈화를 통해 제품의 다양성을 효과적으로 달성할 수 있기 때문이다(Tully, 1993). 또한 우리의 일상생활에서 밀접한 관계가 있는 전자제품을 생산하는 전자산업분야 역시 제품의 모듈

화를 적극적으로 도입하는 산업군으로서 많은 학자들에 의해 연구되어져 왔다(Sanderson & Uzumeri, 1990; Sanchez, 2000). 마지막으로 제한된 환경에서 효율적인 제품의 정비와 효과적인 공급을 위해서 모듈화의 디자인이 적극적으로 도입되는 방위산업을 들 수 있다(Utterback, 1994).

이와 같은 선행연구들을 바탕으로 자동차 산업은 한국자동차산업협동조합(KAICA)에서, 전자산업은 한국전자산업진흥회(KEA)에서, 그리고 방위산업은 방위산업진흥회(KDIA)의 도움을 받아 관련자료를 획득하였다. 이 중 기업주소가 정확히 기재된 기업 중 1,000개를 무작위 추출하여 설문지를 발송하였다. 모두 106개의 우편물이 도착하였지만, 3개는 분석할 수 있는 자료로서 가치가 없어 제외하였으며, 본 연구에 사용된 자료는 모두 103개이다. 전반적인 자료의 특징은 <Table 2>과 같다.

<Table 2> Sample demographics

	remarks	Frequency	Ratio(%)
Industry	Auto	43	41.74
	Electronic	30	29.13
	Defense	30	29.13
	Subtotal	103	100
Number of Full-time workers	below 100	29	28.16
	101 - 300	14	13.59
	301 - 500	9	8.74
	over 501	51	49.51
	Subtotal	103	100
Annual Sales (Billion)	over 9.9	12	11.65
	100 - 300	21	20.39
	301 - 500	6	5.83
	over 50.1	64	62.13
	Subtotal	103	100

4.2. 측정 변수 및 통제변수

측정변수의 신뢰성을 높이기 위하여 본 연구에서는 가능한 선행연구에서 사용하여 신뢰성을 검증 받은 문항을 우선적으로 사용하는 것을 원칙으로 하였다. 우선 독립변수로서 사용된 제품의 모듈화는 독립변수로 제시한 제품의 모듈화 디자인 전략은 Forza and Salvador(2000)와 Tu et al.(2004)의 연구논문에서 사용한 측정문항을 활용하였다. 세부적 내용으로는 납품 품목의 모듈화 디자인 적용여부, 다른 제품과 함께 일반적 모듈화 공유 여부, 제품 디자인의 표준화된 양식 적용 여부 및 기본 단위 형태 모듈의 확장 여부 등이 포함되었다.

독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 정확하게 측정하기 위해서 본 연구에서 사용한 통제변수는 다음과 같다. 첫째, 산업별 변수로서 자동차 산업을 기준으로 하여 더미 변수 두 개를 생성하고 통제변수로 적용하였다. 두 번째는 기업의 크기가 독립변수가 종속변수에 미치는 영향일 달라질 수 있다고 판단하여 기업의 크기를 나타내는 연 매출액과 종업원 수를 통제변수로 사용하였다. 그리고 마지막으로 자료수집 환경특성을 고려하여 소비자의 만족도에 영향을 미칠 수 있는 공급자의 흡수역량(Cho, 2016; Yoon, 2016)과 공급자와 구매자간 커뮤니케이션 수준, 그리고 제품의 새로움을 통제로 변수로 활용하였다. 이를 <Table 3>에 정리하였다.

<Table 3> Measurement of Construct Variables

Variables	Nr.	Questions (1=Not at All 4=Somewhat, 7=Very Well)
Product Modularity (PM)	PM1	The design of the item to be delivered was part of the modularized product.
	PM2	The delivered items could be combined with other parts as needed to respond to the buyer's order.
	PM3	The products used for delivery were sharing common modules with other products.
	PM4	The items to be delivered were designed in a standardized form.
	PM5	The delivered parts could be used to reassemble into other types of products.
Supplier Absorptive Capacity (AC)	AC1	The team performing the project knew the technical status of the related industry.
	AC2	The team performing the project had no problem understanding the technical requirements of the buyer.
	AC3	The team performing the project had well formed consensus with the buyer.
	AC4	Our project team was well aware of the practices related to the performance of the industry in relation to the project.
Buyer - Supplier Communication Level (CS)	CS1	During the project, our project team communicated with the buyer on various topics.
	CS2	During the project, there were various ways of communication with the buyer for information exchange and communication.
	CS3	During the project, the information exchange with the buyer was formalized and informally appropriate.
	CS4	During the project, our project team often talked to the buyer's staff.
	CS5	We were ready to respond to buyers and communications for project implementation at any time.
Product Newness (PN)	PN1	The technology applied to the item was applied to the new technology compared to the existing item.
	PN2	New materials were applied to the items in comparison with existing ones.
Buyer's Satisfaction (BS)	BS	Please indicate the buyer's satisfaction with the items you have delivered.

5. 실증분석

5.1. 측정도구의 단일차원성, 신뢰성 및 타당성

단일차원성은 개별 측정변수들이 예측된 하나의 잠재변수로 수렴하는 것을 의미한다. 본 연구에서는 단일차원성을 검증하기 위하여 Koufteros, Cheng, and Lai (2007)가 권고한 탐색적 요인분석(EFA)을 실시하였다. 정확한 단일차원성을 확보하기 위해 수차례의 분석을 통하여 0.6 이하의 로딩값이 나오는 측정변수들을 제외하였다. <Table 4>은 0.6 이하의 로딩값을 제외한 이후의 탐색적요인분석 결과를 나타내고 있다. <Table 4>를 보면 모든 측정변수들이 하나의 구성요인으로 높은 값을 가지고 수렴하고 있는 것을 알 수 있다. 이로써 본 연구에서는

단일차원성이 확보되었다고 할 수 있다.

<Table 4> Results of EFA

	Factors			
	1	2	3	4
CS2	.110	.813	.085	.111
CS3	.382	.632	.140	-.204
CS4	.218	.718	-.072	.023
CS5	.250	.826	.049	.055
AC1	.785	.146	-.059	-.052
AC2	.840	.268	.091	.105
AC3	.773	.282	.137	.160
AC4	.812	.148	-.026	.041
PM3	.133	.043	-.090	.808
PM5	.010	-.033	.041	.860
PN1	.021	.001	.899	-.049
PN2	.053	.093	.895	-.091

* Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

신뢰성이란 측정문항이 측정하고자 하는 현상을 일관성 있게 측정하는 능력 또는 동일한 개념에 대해 측정을 반복했을 때 동일한 측정값을 얻을 가능성을 의미한다 (Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2010). 이러한 신뢰성을 측정하기 위하여 Hair et al.(2010)에서 사용한 크로바흐 알파값을 사용하였으며, <Table 5>에서 보는 바와 같이 크로바흐 알파값이 권고수준 0.7을 넘고 있다. 이로써 측정도구의 신뢰성을 확보하였다고 할 수 있다.

본 연구에서 사용한 측정변수는 기존 연구에서 사용하여 그 타당성을 검증받은 변수이지만, Hair et al.(2010)의 권고에 따라 확인적 요인분석을 통하여 다시 타당도를 검사하였다. 확인적 요인분석을 위하여 본 연구에서는 R 프로그램을 활용하였으며 Lavaan 패키지를 적용하였다. 분석결과 모든 요인들은 적재량 0.6을 넘고 있으며 이 값들은 통계적으로 모두 유의하다. 따라서 본 연구에서는 수렴 타당성이 있다고 판단할 수 있다 (Hair et al., 2010). 그리고 모형 적합도 지수 중 CFI = .97, TLI=.96, 그리고 RMSEA=.052 를 나타내고 있다. 따라서 적합성을 확보하였다고 할 수 있다.

<Table 5> Convergent Validity, Reliability, and Statistical Values

Factors	Nr.	Loading Value	Mean	S.D.	Cronbach's Alpha
Product Modularity (PM)	PM3	.671	4.05	1.729	.621
	PM5	.790	4.77	1.71	
Supplier Absorptive Capacity (AC)	AC1	.775	5.22	1.275	.850
	AC2	.761	5.40	1.079	
	AC3	.853	5.09	1.011	
	AC4	.729	5.20	1.088	
Buyer - Supplier Communication Level (CS)	CS2	.692	5.16	1.109	.757
	CS3	.612	4.87	1.143	
	CS4	.890	5.60	.988	
	CS5	.849	4.93	1.293	
Product Newness (PN)	PN1	.714	4.02	1.603	.780
	PN2	.754	4.66	1.556	

* all significant at p<0.001

타당성은 측정하고자 하는 개념이나 속성을 측정도구가 얼마나 정확히 측정하는가를 말한다(Fornell & Larker, 1981). 타당성은 판별타당도를 이용하여 측정하였으며, 이를 위해 Fornell and Larker(1981)가 제안한 평균분산추출지수(Average Variance Extracted)을 활용하였다. 분석결과 모든 요인의 AVE 값이 0.5를 상회하고 있으나 CS 요인의 AVE 값이 0.5 이하인 것으로 나타났다. 하지만, Fornell and Larker(1981)는 평균분산추출지수가 각 요인간의 상관계수의 제곱값보다 크면 판별타당성이 있다고 주장하였다. <Table 6>를 보면 상기 저자들이 제시한 조건을 모두 만족하는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 판별타당성을 확보하였다고 할 수 있다.

<Table 6> Correlation Coefficient and AVE

Factor	PM	AC	CS	PN	AVE	SQRT AVE
PM	1				.54	.73
AC	.32**	1			.62	.78
CS	.24*	.36***	1		.47	.69
PN	.19*	.21*	.17	1	.57	.75

*** p < .01, ** p < .05, * p < .1

동일방법편의란 동일한 응답자로부터 독립변수와 종속변수를 측정했을 때, 두 변수간 상관관계가 실제보다 과장되어 나타나는 경우를 의미한다 (Podsakoff, MacKenzie, Lee, & Podsakoff, 2003). 이러한 현상은 연구결과를 왜곡할 수 있으므로 동일방법편의를 검증하는 것이 필요하다. 본 연구에서 동일방법 편의를 검증하기 위한 방법으로 사용한 방법은 Harman의 one-factor 테스트 이다. 검사결과 모든 측정변수들은 하나의 요인으로 수렴하지 않았다. 그리고 모두 설명된 분산은 69.8% 이었다. 아울러 가장 많은 설명력을 보유한 요인도 전체 설명된 분산 중 23.9%의 분산밖에 설명을 하지 못하고 있다. 따라서 이러한 결과는 동일방법편의가 본 연구에 크게 영향을 미치지 못하는 것을 의미한다고 할 수 있다 (Podsakoff et al., 2003).

5.2. 가설의 검증

본 연구의 목적으로 제시했던 제품의 모듈화가 고객 만족도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 선행연구와 이론적 배경을 바탕으로 2가지 가설을 제시하였다. 제시된 가설을 검증하기 위해 본 연구에서는 SPSS 23.0 프로그램을 활용하였다. 본 연구는 제품의 모듈화와 이를 제공한 제품의 모듈화 2를 독립변수로 설정하고 고객만족도를 종속변수로 하였다. 그리고 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 정확히 측정하기 위하여 대량고객만족전략 및 산업별, 국가별 모의 변수 등 3가지 통제변수를 활용하였다. 이에 대한 결과는 <Table 7>에 잘 나타나 있다.

분석결과 제품의 모듈화가 증가하면 고객만족도가 증가하는 것으로 나타났다 (beta = .185, p < .05). 따라서 제품의 모듈화와 고객만족도가 긍정적 관계가 있을 것으로 예상한 가설 1을 채택할 수 있었다 (모형 1 참조). 다음으로 제품의 모듈화가 지나치게 증가할 경우 오히려 고객만족도에 부정적 영향을 줄 것이라는 가설 2를 검증하기 위해서 제품의 모듈화를 2차 함수로 하는 독립변수를 투입하여 분석하였다. 분석결과는 모

<Table 7> Results of Regression Analysis

		D.V. : Customer Satisfaction	
		Model 1	Model 2
Control Variables	Supplier Absorptive Capacity	.677***	.674***
	Communication Level	.131	.166
	Annual Sales	.023	.038
	Number of Full-time Workers	-.052	-.066
	Product Newness	.120**	.127**
	Industrial dummy	Electronic Defense	-.044 -.163
I.V.	Product Modularity	.185**	.404**
	Product Modularity2		-.128**
R2		.269	.289
Adjusted R2		.210	.225
F		4.507	4.577
p-value		<0.001	<0.001

*** p < .01, ** p < .05, * p < .1

형 2에 나타나있다. 분석결과 제품의 모듈화를 2차 함수로 하는 독립변수는 고객만족도라는 종속변수와 부정적 관계에 있는 것으로 나타났다 (beta = -.128, p < .05). 이러한 결과를 실증적으로 뒷받침하는 선행연구로서 Cohen, Cohen, West, and Aiken(2003)의 연구와 Lau et al.(2011)의 논문이 있다. 이들의 주장에 의하면 2차 함수가 반영된 독립변수 투입 전 모형(모형 1)과 투입 후의 모형(모형 2)의 R2 의 값의 변화가 유의한 경우 2차 함수가 반영된 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력이 유의하다고 하였다. <Table 7>에서 보면 모형 1에서 R2 값이 0.269 이고, 조정된 R2 값은 0.210 이다. 그리고 모형 2에서의 R²은 0.269 이며, 조정된 R²은 0.225이다. 이때의 F 값의 변화는 4.507에서 4.577로 변화하며 이러한 변화는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다 (p<.01). 따라서 본 연구에서 제시한 제품의 모듈화가 지나치게 증가하게 되면 고객만족도와 부정적 관계가 있을 것이라는 가설 2를 채택할 수 있다.

6. 토론 및 결론

6.1. 연구결과의 토론

본 연구는 제품의 모듈화가 고객만족도에 미치는 영향에 대하여 알아보는 것을 목적으로 실시하였다. 특히 제품의 모듈화와 고객의 만족도가 단순한 선형관계로 형성되는지 아니면, 일정 수준에 이르러서는 모듈화의 장점이 사라지고 오히려 고객만족도에 부정적 영향을 미치는 비선형 관계인지 알아보는 것을 중점적으로 알아보았다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해 기존의 선행연구를 검토한 결과 일정 수준까지는 모듈화가 진행될수록 고객만족도에 긍정적 영향을 미친다는 가설을 세웠다. 그리고 임계점을 넘어서 이후에는 제품의 모듈화가 고객의 만족도에 더 이상 긍정적인 영향을 미치지 못하고 오히려 부정적으로 작용할 것이라는 가설도 수립하였다.

이와 같은 가설을 검증하기 위하여 제조업이 발달한 한국에서 자동차 사업을 비롯한 3개 산업에서 분석 가능한 103개의

자료를 가지고 통계적 분석을 한 결과 제품의 모듈화가 진행될수록 고객의 만족도는 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 제품의 모듈화는 다양한 고객의 니즈를 만족시킬 수 있고, 시장에 빠르게 출시할 수 있으므로 고객의 만족도를 증가할 수 있다는 기존의 연구와 일치한다(Sanchez, 2000; Ulrich, 1995).

그리고 제품의 모듈화와 고객만족도와의 비선형적 관계를 검증하기 위하여 Cohen et al.(2003)의 연구와 Lau et al.(2011)의 논문에서 검증하였던 방법을 적용하여 제품의 모듈화를 제공한 독립변수를 회귀식에 포함한 분석을 실시하였다. 분석결과 제품의 모듈화를 제공한 변수와 고객 만족도와는 통계적으로 유의한 관계가 있다는 것이 나타났다. 그리고 그 관계는 긍정적 관계가 아닌 부정적 관계로 표현되었다. 고객만족도와 긍정적 관계에 있던 제품의 모듈화는 특정 지점이 지난 이후에는 역 U 자 모양의 형태를 보이는 것으로 해석될 수 있다(Lau et al., 2011). 이와 같은 결과는 제품의 모듈화가 지나치게 되면 운영성과(Matutes & Regibeau, 1988; Quelch & Kenny, 1994) 및 제품의 혁신성에 부정적 영향(Lau et al., 2011)을 미칠 수 있다는 기존연구 결과의 연장선상에서 이해될 수 있다.

제품의 모듈화 디자인은 제품을 구성하는 구성품들의 여러 가지 조합 방식을 통해 복잡하고 다양한 고객의 니즈에 대응할 수 있는 장점이 있다. 이와 같은 특징은 대량고객만족이라는 제조전략을 사용하는데 매우 유용한 도구로서 사용되었다(Gualandris et al., 2014). 그러나 과도한 제품의 모듈화는 오히려 고객만족을 위협하는 존재가 될 수 있다는 것을 본 연구는 보여주고 있다. 이는 제품의 지나친 모듈화로 인하여 너무 많은 구성품이 제시되면, 고객들은 오히려 혼란에 빠질 수 있다. 이와 같은 현상은 어떠한 의사결정을 내리는 과정에서 주어진 정보의 양이 너무 많은 경우, 인간의 제한된 합리성(bounded rationality)에 인하여 올바른 결정을 내리는데 혼란이나 어려움을 겪는다는 정보과부하(information overload)이론에서 잘 설명하고 있다(Jacoby, 1975). 그리고 정보과부하를 지속적으로 경험하는 소비자는 혼란을 겪게 된다는 연구(Mitchell, Walsh, & Yamin, 2005)와 선택대안이 너무 많아 복잡성이 증가하게 되면 소비자 만족에 부정적인 영향을 미치게 된다는 연구(Huffman & Khan, 1998)가 이를 뒷받침한다.

따라서 다양한 고객의 만족을 위하여 모듈화를 적용한 제품을 디자인하지만, 오히려 지나친 제품의 모듈화는 고객으로 하여금 정보의 과부하 상태에 빠지게 함으로써 혼란과 어려움을 가중시키게 되고 고객의 만족도에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 본 연구 결과는 잘 드러내고 있다고 판단한다.

6.2. 학문적 공헌 및 시사점, 향후 연구방향

본 연구는 기존의 연구에서 다루어지지 않았던 제품의 모듈화와 고객만족도의 비선형적 관계를 실증적으로 증명하였다는 데에 학문적 의의가 있다고 할 수 있다. 많은 선행연구들은 운영성과(Sanchez, 2000; Ulrich, 1995)와 제품의 혁신성(Lau et al., 2011)을 대상으로 제품의 모듈화와 선형적 관계를 분석한 논문이 대부분이다. 하지만 고객을 만족시키는 것이 기업의 궁극적 목적 중 하나임을 고려한다면 (Innis & La Londe, 1994), 제품의 모듈화를 적용하는 궁극적 목적 중에 하나인 고객만족과 제품의 모듈화가 어떠한 관계가 있는지 알아보는 것은 가치가 있다고 생각한다. 따라서 이러한 관점에서 볼 때에, 본

연구의 결과는 조금이나마 학문적 발전에 기여하였다고 할 수 있을 것이다.

아울러 너무 많은 제품의 모듈화 옵션을 제시하는 경우, 소비자는 선택의 폭이 넓어짐으로 인하여 만족도가 증가하는 것이 아니라 정보과부하 현상이 발생하여 만족도가 떨어질 수 있다는 점은 실무적으로 매우 유용한 시사점이라고 할 수 있다. 이는 최근에 스마트폰의 모듈화로서 전문가들에게 혁신적인 제품으로 평가받던 LG의 G5 모델이 시장에서 실패한 이유와 비슷하다. 즉, 시장조사 결과 고객들은 G5 모듈화 스마트폰의 많은 구성품을 가지고 여러가지 방법으로 조합하는 복잡함을 싫어한다는 것으로 나타났다 (Miller, 2016). 이는 앞으로 제품 모듈화를 적용하려고 할 때, 적극적으로 고려해야 할 사항이라고 생각한다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저 제품의 모듈화는 산업별로 차이가 많은 것으로 예상된다. 이러한 차이를 산업별 더미변수만을 통제변수로 적용하여 분석한 것은 산업별 모듈화의 차이를 제대로 반영하지 못한 것으로 판단된다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 산업별 차이를 명시적으로 통제할 수 있는 다층모형분석(multi-level analysis)이 필요하다고 판단된다. 둘째, 본 연구에서 사용된 독립변수는 1개로서 논문의 주제를 명확하게 전달할 수 있다는 장점이 있지만, 연구 자체가 다소 빈약할 수 있다는 단점을 가진다. 따라서 이와 같은 한계를 극복하기 위하여 추후에는 조절변수 또는 매개 변수 등을 고려하여 새로운 연구모델로서 연구를 진행하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 셋째, 기존 연구에서 모듈화를 적용한 산업군에 비해 본 연구에서 적용된 산업군은 다양해 졌으나 아직도 산업군을 넓힐 필요가 있다. 선행연구에서는 비행기(Woosley, 1994), 자동차(Nevins & Whitney, 1989; Tully, 1993), 가전제품(Sanderson & Uzumeri, 1990), 개인용 컴퓨터(Langlois & Robertson, 1992), 소프트웨어(Cusumano & Selby, 1995; Parnas, Clements, & Weiss, 1985; von Hippel, 1994), 전동공구(Utterback, 1994) 등이 연구되었다. 이러한 점을 고려하여 추후 연구에는 더 넓은 분야로 산업군을 넓히게 된다면 연구의 타당성을 더욱 높일 수 있을 것으로 판단한다.

References

- Baldwin, C. Y., & Clark K. B. (1997), Managing in an age of modularity. *Harvard Business Review*, Sept–Oct, 84–93.
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). *Design rules: The power of modularity* (Vol. 1). Cambridge, MA: MIT press.
- Bayus, B. L., & Putsis Jr., W. P. (1999). Product proliferation: An empirical analysis of product line determinants and market outcomes. *Marketing Science*, 18(2), 137-153.
- Cho, Y. (2016). The Moderating Effects of Specificity of Technology in the Knowledge Transfer of Distributive Manufacturing MNEs. *Journal of Distribution Science*, 14(9), 121-132.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2013). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge.

- Cusumano, M. A., & Selby, R. W. (1995). [BOOK REVIEW] Microsoft secrets, how the world's most powerful software company creates technology, shapes markets, and manages people. *Economist*, 337(940), supp-5.
- Ethiraj, S. K., & Levinthal, D. (2004). Modularity and innovation in complex systems. *Management science*, 50(2), 159-173.
- Fisher, M., Ramdas, K., & Ulrich, K. (1999). Component sharing in the management of product variety: A study of automotive braking systems. *Management Science*, 45(3), 297-315.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1), 39-50.
- Forza, C., & Salvador, F. (2002). Managing for variety in the order acquisition and fulfillment process: The contribution of product configuration systems. *International journal of production economics*, 76(1), 87-98.
- Gualandris, J., & Kalchschmidt, M. (2013). Product and process modularity: improving flexibility and reducing supplier failure risk. *International Journal of Production Research*, 51(19), 5757-5770.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.), Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Hoogeweegen, M. R., Teunissen, W. J., Vervest, P. H., & Wagenaar, R. W. (1999). Modular network design: Using information and communication technology to allocate production tasks in a virtual organization. *Decision Sciences*, 30(4), 1073-1103.
- Huffman, C., & Kahn, B. E. (1998). Variety for sale: Mass customization or mass confusion?. *Journal of Retailing*, 74(4), 491-513.
- Hwang, S., & Suh, E. (2017). A Study on the Effect of Supplier's Strategy on New Product Development Performance. *Journal of Distribution Science*, 15(9), 95-107
- Innis, D. E., & La Londe, B. J. (1994). Customer service: the key to customer satisfaction, customer loyalty, and market share. *Journal of business Logistics*, 15(1), 1-27.
- Jacoby, J. (1975). Perspectives on a consumer information processing research program. *Communication Research*, 2(3), 203-215.
- Gualandris, J., & Kalchschmidt, M. (2013). Product and process modularity: Improving flexibility and reducing supplier failure risk. *International Journal of Production Research*, 51(19), 5757-5770.
- Gualandris, J., Golini, R., & Kalchschmidt, M. (2014). Do supply management and global sourcing matter for firm sustainability performance? An international study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(3), 258-274.
- Kang, S., & Kim, G. (2014). Profiling Approach for the Choice between Speculation and Postponement Strategy in Supply Chain Management. *Journal of Distribution Science*, 12(4), 47-54.
- Ketchen, D. J., & Hult, G. T. M. (2002). To be Modular or not to be? Some Answers to the Question. *The Academy of Management Executive*, 16(2), 166-168.
- Koufteros, X. A., Cheng, T. E., & Lai, K. H. (2007). "Black-box" and "gray-box" supplier integration in product development: Antecedents, consequences and the moderating role of firm size. *Journal of Operations Management*, 25(4), 847-870.
- Langlois, R. N., & Robertson, P. L. (1992). Networks and innovation in a modular system: Lessons from the microcomputer and stereo component industries. *Research policy*, 21(4), 297-313.
- Lau, A. K., Yam, R., & Tang, E. (2011). The impact of product modularity on new product performance: Mediation by product innovativeness. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 270-284.
- Lawrence, C., & Spiller, P. T. (1983). Product diversity, economies of scale, and international trade. *The Quarterly Journal of Economics*, 98(1), 63-83.
- Martin, M., Hausman, W., & Ishii, K. (1998). Design for variety. In *Product Variety Management* (pp. 103-122). Springer US.
- Matutes, C., & Regibeau, P. (1988). "Mix and match": Product compatibility without network externalities. *The RAND Journal of Economics*, 19(2), 221-234.
- Matzler, K., Waiguny, M., & Fuller, J. (2007). Spoiled for choice: consumer confusion in Internet-based mass customization. *Innovative Marketing*, 3(3), 7-18.
- Miller P. (2016). LG is reportedly abandoning its modular phone strategy after one try. *CircuitBreaker*. Retrieved November 20, 2017 from <http://www.theverge.com/circuitbreaker/2016/10/21/13362240/lg-g5-abandoning-modular-phone-android-strategy>
- Mitchell, V., Walsh, G., & Yamin, M. (2005). Towards a conceptual model of consumer confusion. *Advance in Consumer Research*, 32, 143-150.
- Moon, J., & Hwang, H. (2016). Case Study on Critical Success Factors and Unexpected Consequences of Structured OJT. *Journal of Distribution Science*, 14(2), 65-72.
- Nevens, J. L., & Whitney, D. E. (eds.) (1989). *Concurrent Design of Products and Processes: A Strategy for the Next Generation in Manufacturing* (1st ed.). New York: McGrawHill.

- Parnas, D. L., Clements, P. C., & Weiss, D. M. (1985). The modular structure of complex systems. *IEEE Transactions on software Engineering*, 3, 259-266.
- Pine, J. B. (1993). *Mass customization: The new frontier in business competition*. Boston: Harvard Business School Press.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of applied psychology*, 88(5), 879.
- Quelch, J. A., & Kenny, D. (1994). Extend profits, not product lines. *Harvard Business Review*, 72(5), 153-160
- Sanderson, S. W., & Uzumeri, V. (1990). *Strategies for new product development and renewal: Design-based incrementalism*. NY: Center Sci. Technol. Policy, Rensselaer Polytechnic Ins.
- Sanchez, R. (2000). Modular architectures, knowledge assets and organizational learning: New management processes for product creation. *International Journal of Technology Management*, 19(6), 610-629.
- Sanchez, R., & Collins, R. P. (2001). Competing—and learning—in modular markets. *Long Range Planning*, 34(6), 645-667.
- Sanchez, R., & Mahoney, J. T. (1996). Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic management journal*, 17(S2), 63-76.
- Schilling, M. A. (2000). Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *Academy of management review*, 25(2), 312-334.
- Starr, M. K. (1965). Modular production—a new concept. *Harvard Business Review*, 43(6), 131-142.
- Tu, Q., Vonderembse, M. A., Ragu-Nathan, T. S., & Ragu-Nathan, B. (2004). Measuring modularity-based manufacturing practices and their impact on mass customization capability: A customer-driven perspective. *Decision Sciences*, 35(2), 147-168.
- Tully, S. (1993). The modular corporation. *Fortune*, 8, February, 106-114.
- Ulrich, K. (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research policy*, 24(3), 419-440.
- Ulrich, K. T., & Tung, K. (1991). *Fundamentals of Product Modularity Issues in Design/ Manufacture Integration*, 73-79. Sharon, Ed. New York: ASME.
- Utterback, J. M. (1994). *Mastering the Dynamics of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*(1st ed.). Boston, MA: Harvard Business Press
- Van Hoek, R. I., & Weken, H. A. (1998). The impact of modular production on the dynamics of supply chains. *The International Journal of Logistics Management*, 9(2), 35-50.
- Von Hippel, E. (1994). “Sticky information” and the locus of problem solving: Implications for innovation. *Management science*, 40(4), 429-439.
- Woolsey, J. P. (1994). PREVIEWING THE 777-Boeing's new large twinjet that rolls out this month is a celebration of an entirely new concept in designing and developing a transport. *Air Transport World*, 31(4), 22-31.
- Yoon, K. (2016). The Effects of Management Consulting Quality and Consultant Capability on Entrepreneurial Firms' Performance. *Journal of Distribution Science*, 14(5), 81-89.