Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 3, pp. 9-18, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.3.009

Kano 모델과 잠재적 고객만족개선지수(PCSI)를 활용한 스마트 공장 지원정책의 품질속성 분석

김호성[1], 지일용[2*]
[1]한국기술교육대학교 IT융합과학경영학과 석사과정, [2]한국기술교육대학교 IT융합과학경영학과 교수

A Study on the Service Quality of Smart Factory Support Policy Using Kano Model and PCSI

Hosung Kim[1], Ilyong Ji[2*]
[1]Master Course, Department of IT Convergence Science and Management, KOREATECH
[2]Professor, Department of IT Convergence Science and Management, KOREATECH

요 약 최근 4차 산업혁명 이슈가 부상하게 됨에 따라, 정부와 산업계에서는 스마트공장에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 정부에서는 스마트공장에 대한 정책지원을 제공하여 국내 중소·중견기업의 스마트 제조역량 구축을 유도하고 있다. 그러나 이러한 정책적 지원의 효과성이나 기업들의 만족도에 대해서는 거의 알려진 것이 없다. 이에 본 연구에서는 Kano 모델과 고객만족개선지수를 활용하여 스마트공장 지원정책의 요소별 기업들의 만족도를 분석하고 정책지원의 우선순위를 도출하고자 하였다. 연구 결과 총 11개 품질요소 중 8개가 일원적 품질요소, 3개는 매력적 품질요소였다. 또한 자금지원의 우선순위가 가장 높았으며, 외부전문가 파견, 고도화준비 컨설팅, 유지보수 관련 컨설팅 등도 순위가 높았다. 이러한 결과는 기업들이 스마트공장의 도입이나 기초수준 구축 정도의 지원보다는 유지보수와 고도화에 대한 지원을 더 많이 요구하고 있음을 시사한다.

주제어 : 스마트공장, Kano, Timko, PCSI, 정책지원, 4차 산업혁명

Abstract As the 4th industrial revolution has been an emerging issue, the government and industry has paid increasing interest to smart factory. The Korean government has made efforts to establish smart manufacturing capabilities of small-to-medium sized firms by providing supports for smart factory. However, the effectiveness of the supports and satisfaction of firms have hardly been analyzed. This study aims to analyze firms' satisfaction by attributes of policy suuports for smart factory and identify priorities for government supports. The results show that 8 out of 11 attributes were one-dimensional and 3 were attractive attributes. Among the 11 attributes, funding support was the top priority. The attributes such as dispatching external experts, consulting for sophistication of smart-factory, and consulting for maintenance and repair were also high priorities. These results imply that firms prefer supports for maintenance and sophistication to adoption or initial establishment of smart factory.

Key Words : Smart factory, Kano, Timko, PCSI, Policy support, 4th industrial revolution

*This research was supported by the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5C2A02082342).
*Corresponding Author : Ilyong Ji(iyji@koreatech.ac.kr)
Received November 19, 2019 Revised December 19, 2020
Accepted March 20, 2020 Published March 28, 2020

1. 서론

스마트공장(smart factory)은 제품의 기획부터 생산, 판매 등 전 과정에 정보통신 기술(ICT)을 적용하여 생산성 향상, 에너지 절감, 개인 맞춤형 제조 등이 가능한 미래형 공장을 의미한다[1]. 이는 전통적인 제조업에 사물인터넷, 사이버물리시스템, 스마트센서, 3D프린팅, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등 다양한 기술이 적용되어 구현되는 것으로, 특정 기술 분야가 아닌 이종 기술이 융합된 제조업 전주기의 플랫폼으로 이해될 수 있다[2].

스마트공장은 4차 산업혁명의 중요한 요소로서, 특히 제조업 분야에 특화된 선진국들을 중심으로 제조업 경쟁력 향상을 위해 적극적으로 도입되고 있는 추세이다[3]. 우리나라도 2014년『제조업 혁신 3.0 전략』, 2017년『스마트 제조혁신 비전 2025』등을 마련하여 국내 기업들의 스마트 공장 역량 강화를 추진하고 있다[4]. 또한 국내 중소·중견기업들을 대상으로 스마트공장 도입과 고도화를 촉진하기 위해 정부는 물론 민간에서도 다양한 방안을 마련하여 지원사업을 시행 중이다.

그러나 이러한 정책적 지원의 효과성이나 수혜 업체들의 만족도 등에 대해서는 거의 알려지지 않았다. 현재까지 스마트 공장과 관련된 국내 연구들은 스마트 공장의 개념 소개, 정책동향 분석, 도입 영향요인, 정책의 전반적인 효과 등에 대한 연구만 진행되어 온 상황이다[5]. 현재 국내에서 제공되고 있는 스마트 공장 관련 정책적 지원의 세부 요소들에 대해 기업들이 얼마나 필요로 하고 있고, 얼마나 만족하고 있으며, 정책적 우선순위는 어떠한지를 분석하여 향후 정책설계에 반영할 필요가 있으나, 이와 관련된 연구는 찾아보기 어렵다.

이에 본 연구에서는 국내 스마트 공장 지원정책의 요소별로 기업들의 만족도 현황을 분석하고, 정책지원의 우선순위를 파악해 보고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는, 민간 부문에서 서비스에 대한 고객만족 특성과 우선순위 파악을 위해 자주 사용되는 Kano 모델과 잠재적 고객만족개선지수(PCSI)를 스마트 공장 정책 분야에 적용하고자 한다. 이를 통해 국내 스마트 공장 지원 정책에 대한 시사점을 제공하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 이론적 배경

2.1 스마트 공장의 개념 및 국내 지원정책

스마트 공장(smart factory)은 제품의 기획부터 생산, 판매 등 전 과정을 정보통신 기술(ICT)을 활용하여 생산성 향상, 에너지 절감, 개인 맞춤형 제조 등이 가능한 미래형 공장을 의미한다[1]. 스마트공장이 구현되면 각 공장에서 수집된 수많은 데이터를 분석하여 효과적인 의사결정이 가능하게 되며, 생산 현장에서 발생하는 각종 문제들을 확인함으로써 생산의 효율성을 달성할 수 있다[6]. 또한 생산관리시스템(MES; Manufacturing Execution Systems), 전사적자원관리(ERP; Enterprise Resource Planning) 시스템, 제품수명주기관리(PLM; Product Lifecycle Management) 시스템, 공급사슬관리(SCM; Supply Chain Management) 시스템 등과 연동되어 맞춤형 다품종대량생산, 자동수발주, 에너지절감, 자동품질검사 등을 구현해 낼 수 있다[7].

스마트 공장을 구현하는 핵심적인 기술은 제조사물인터넷(IIoT; Industrial IoT)와 사이버물리시스템(CPS;Cyber-Physical System)이다[8]. 이들 기술은 공장 내외부 관리 자원을 연결하고, 실시간 데이터를 수집·처리하며, 정보통신 시스템과 제조 설비가 통합되어 지능적으로 제어될 수 있도록 한다. 우리나라는 여기에 스마트센서, 3D프린팅, 클라우드, 빅데이터, 홀로그램, 에너지절감 기술 등을 더해 8개 기술을 스마트 공장의 핵심기술로 정의하고 있다.

국내의 스마트 공장 수준은 과거에는 기초수준부터 고도화 수준까지 4단계로 구분되었으나[9], 최근 중소벤처기업부[10]는 스마트 공장을 ICT 활용정도 및 역량에 따라 총 5단계 수준으로 구분하고 있다. 1단계는 기초적인 ICT를 활용하여 부분적 표준화 및 데이터 관리를 수행하는 정도이며, 2단계는 센서 등을 활용하여 생산 정보의 실시간 모니터링이 가능한 수준이다. 3단계는 설비 정보를 최대한 자동으로 획득하여 기업 운영의 자동화를 지향하며, 4단계에서는 사전 대응 및 실시간 의사결정이 가능하다. 5단계에서는 사물, 서비스, 비즈니스 모듈간의 실시간 대화 체제를 구축하고 사이버공간 상에서 비즈니스를 실현하는 수준을 의미한다.

현재 스마트공장 지원 정책은 정부와 민간 양측 사업으로 진행되고 있다. 정부측 사업은 정부와 스마트공장 도입 희망 기업이 1:1 매칭 투자에 의해 진행하게 되며, 민간측 사업은 대기업들이 상생협력 자금을 통해 출연하는 형태이다. 이 가운데 정부 지원정책은 총괄기관으로 중소벤처기업부, 전담기관으로 제조혁신추진단이 참여하며, 실제 스마트공장을 사업을 추진하게 하기 위하여 제조혁신센터(각 지역별 테크노파크)를 설립하여 모집 및 선정평가 등을 실시하고 있다. 또한 각 지자체 및 테크노

파크별로 중소벤처기업부 사업과는 별도로 사업을 운영하기도 한다.

2.2 스마트 공장 관련 연구

현재까지 스마트 공장과 관련된 국내 연구들은 주로 스마트 공장의 개념 및 산업동향 소개, 정책동향 분석, 도입 영향요인, 정책의 전반적인 효과 등에 대한 연구가 주로 진행되어 왔다[5]. 예를 들어 스마트 공장 관련 주요 기술[1] 및 표준화 동향[11,12], 그리고 사례를 소개하는 문헌[1,13], 스마트 공장 산업 및 시장동향[14], 관련 연구개발 동향[2] 등의 문헌이 있다. 이외에 국내외의 스마트 공장 관련 정책 동향을 소개하는 문헌[4,15-17]도 다수 존재한다.

스마트 공장 도입과 관련한 문헌으로, 이현정 외[18]는 높은 시스템 구축 비용과 인력 부족, 관련 기업문화 부족 등이 도입의 방해요인임을 확인하였다. 김현득 외[19]의 연구에서는 CEO의 스마트 공장 추진 의지, 전담 추진인력 부족 등이 스마트 공장 도입의 걸림돌이었다. 또한 대기업보다는 중소기업에서 스마트 공장 도입에 어려움이 많았으며, 이는 특히 설비자동화가 미흡하기 때문인 것으로 조사되었다. 이에 하드웨어(HW)와 소프트웨어(SW) 구축이 필수적임을 지적하였다. 오주환 외[20]는 종업원들의 스마트 공장에 대한 수용 태도와 기술의 사용 용이성이 스마트 공장 도입의 중요한 영향요인으로 분석하였으며, 성창용[21]은 자금문제 해결, 스마트 공장 도입을 위한 사전검토 등이 필요함을 확인하였다.

이외에 스마트 공장 관련 정책적 지원 요소들에 대한 기업들의 요구, 현재의 만족도 수준, 정책적 우선순위 등에 대한 분석도 필요한 상황이나, 이와 관련된 연구는 찾아보기 어렵다. 강창석과 조근태[5]는 스마트 공장 구축을 위한 정부 지원사업의 효과를 성향점수매칭 방법론을 통하여 분석하였다. 그 결과 스마트 공장 지원사업은 어느 정도의 시차를 두고 매출액과 연구개발비에 긍정적 영향을 미침을 확인하였다. 이러한 결과는 정부의 스마트 공장 지원사업이 현장에서 긍정적인 성과를 내고 있으며, 앞으로도 적극 추진할 필요성이 있음을 시사한다. 그러나 세부 지원 요소별로 기업들이 실제 얼마나 만족하고 있으며, 지원정책 개선을 위한 우선순위는 어떻게 되어야 하는지는 아직 연구된 바가 없다.

2.3 Kano 모델과 PCSI 지수

Kano 모델이란, 제품이나 서비스에 대한 소비자의 만족도를 만족과 불만족으로 구분하고, 이의 패턴에 따라 제품이나 서비스의 품질을 구분하는 방법이다. 이 방법을 사용할 경우, 단순히 어떠한 제품이나 서비스의 품질에 만족 여부를 넘어, 어떠한 형태의 만족 패턴을 보이는지까지 알아볼 수 있어서, 고객 만족에 대한 더욱 상세한 분석을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

Kano 외[22]는 아래 Fig. 1과 같이 소비자의 만족 패턴을 구분하고 있다. 일반적으로 만족의 반대는 불만족으로 인식하는 경우가 많다. 그에 따라 어떤 제품이나 서비스의 품질이 물리적으로 충족(Fulfilment)되면 소비자는 그로부터 만족감(Satisfaction)을 느끼게 되고, 불충족(Unfulfilment)되면 불만족감(Dissatisfaction)을 느끼게 되는데, 이러한 경우를 일원적(O: One-dimensional) 품질이라고 부른다.

그러나 만족의 반대는 항상 불만족인 것이 아니라 무(無)만족이며, 불만족의 반대는 무(無)불만족인 경우가 있다. 따라서 어떤 경우에는 품질이 물리적으로 충족되었을 때 만족감을 느끼는 반면, 충족되지 않아도 만족감이 없을 뿐 불만족하지 않기도 한다. 또한 품질이 물리적으로 충족되지 않으면 불만족하나, 충족된다고 하더라도 만족감이 상승하지 않는 경우도 있다. 이 가운데 전자의 경우를 매력적(A: Attractive) 품질이라고 하고, 후자를 당연적(M: Must-be) 품질이라고 부른다. 이외에 품질이 충족될수록 불만족하고, 충족되지 않을수록 만족하게 되는 역품질(R: Reverse)이 존재하며, 만족·불만족에 영향을 미치지 않는 무관심(I: Indifference) 품질도 존재한다.

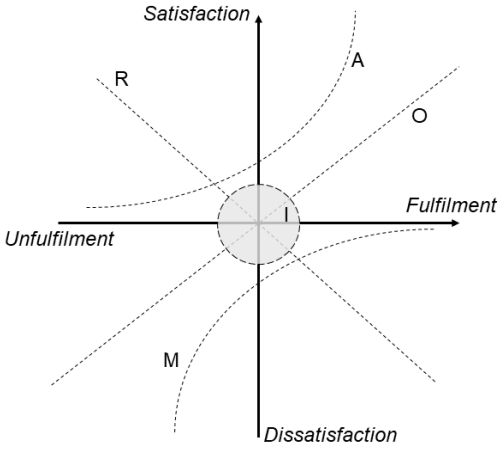

Fig. 1. Kano Model (Source[19])

Kano 모델은 이상과 같이 고객만족의 패턴을 알아볼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 다수의 소비자를 대상으

로 한 설문을 통해 품질 특성을 결정할 때, 해당 품질의 성격이 강한 것과 약한 것의 차이를 구분하기 어렵다는 문제가 존재한다. 이에 Timko[23]는 Kano 설문결과를 이용하여 만족계수와 불만족계수를 계산하여 품질 특성을 분류하는 방법을 개발하였다.

또한 Kano 모델과 Timko 계수는 고객 만족의 패턴을 확인하는 데에는 유용하게 사용될 수 있으나, 고객 만족도 개선이 얼마나 시급한지까지 확인하는 데에는 한계가 있다. 이에 임성욱과 박영택[24]은 잠재적 고객만족 개선지수(PCSI; Potential Customer Satisfaction Improvement)를 개발하였다. 이 지수는 Timko의 계수에 현재의 만족도 수준을 추가하여, 고객의 요구사항이 충족되었을 때 고객 만족도가 얼마나 개선될 수 있는지를 계량화하여 보여준다.

Kano 모델, PCSI 지수 등은 주로 소비자를 대상으로 한 제품 및 서비스의 만족도 조사에 사용되어 왔다. 이지혜와 함동환[25]은 내비게이션에 대한 사용자 요구사항 분석에, 진하연 외[26]는 홈오토메이션 기기의 기능 요구사항 분석에 이들 방법을 사용하였다. 이종원과 이명성[27]은 Kano 모델을 이용하여 의료관광 서비스의 품질 속성을 분류하였으며, 김성태와 김한성[28]은 전자정부 서비스 품질을 분석하였다.

근래에 들어서는 Kano 모델과 PCSI 지수를 정부 정책이나 사업에 대한 만족도 분석에 사용하려는 시도가 나타나고 있다. 예를 들어 유홍림 외[29]는 Kano 모델과 PCSI 지수를 활용하여 정부의 정책과제에 대한 만족도 패턴을 분석하였고, 이를 바탕으로 정책과제 우선순위를 도출하기도 하였다. 따라서 Kano 모델을 스마트공장 지원정책 분석에 활용하는 데 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한 전절의 스마트공장 관련 문헌연구를 통해 확인한 바와 같이, 스마트공장 세부 지원 요소별 기업의 만족도 및 지원 우선순위에 대한 분석이 이루어지지 않은 상황에서, Kano 모델을 적용할 경우 관련 정책 및 지원활동에 대한 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 연구방법

3.1 Kano 모델과 PCSI 분석방법

Kano 모델[22]에서는 어떤 품질요소가 매력적(A), 일원적(O), 당연적(M), 무관심(I), 역(R) 품질요소인지를 평가하기 위해, 아래 Table 1과 같이 개별 품질요소마다 긍정적(품질요소가 충족되었을 때) 질문과 부정적(품질요소가 충족되지 않았을 때) 질문을 사용한다. 긍정적 질문에 대한 응답과 부정적 질문에 대한 응답을 Table 2에 대입하여 품질요소를 도출한다.

Table 1. Kano Questionnaire Example

Question	Response
Positive (Fulfilled)	① I like it that way ② It must be that way ③ I am neutral ④ I can live with it that way ⑤ I dislike it
Negative (Unfulfilled)	① I like it that way ② It must be that way ③ I am neutral ④ I can live with it that way ⑤ I dislike it

Table 2. Kano Quality Evaluation

		Negative				
		①	②	③	④	⑤
Positive	①	Q	A	A	A	O
	②	R	I	I	I	M
	③	R	I	I	I	M
	④	R	I	I	I	M
	⑤	R	R	R	R	Q

* Q: Questionable, A: Attractive, O: One-dimensional, M: Must-be, R: Reverse, I: Indifference

다수의 응답자에 대한 Kano 설문을 종합할 때에는 Timko[23] 계수를 활용한다. Timko 계수는 고객만족계수(S: Satisfaction)와 고객불만족계수(D: Dissatisfaction)으로 구분되는데, S는 A와 O의 합을 R을 제외한 나머지 4개 요소의 합으로 나누어 계산한다. D는 M과 O의 합을 R을 제외한 나머지 4개 요소의 합으로 나누어 계산하며 이를 음의 값으로 표시한다. 이 결과와 Fig. 2를 사용하여 품질요소를 도출한다.

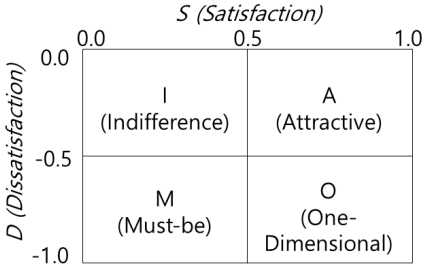

Fig. 2. Timko Evaluation (Source: [23])

$$S = \frac{(O+A)}{(A+O+M+I)} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$D = \frac{(O+M)}{(A+O+M+I)}(-1) \quad \cdots\cdots (2)$$

잠재적 고객만족 개선지수(PCSI)는 임성욱과 박영택[24]에 따라, 아래의 방법으로 구한다. 우선 Kano 설문 시에 개별 품질요소별 긍정적 질문과 부정적 질문 이외에 응답자들의 현재 만족도 수준에 대한 질문을 5점 척도로 조사할 수 있도록 포함한다. 현재 만족도 수준을 파악한 후 아래의 식을 이용하여 현재 만족위치(P: Current Position)를 구하는데, 여기서 Max는 척도의 최고값(5), Min은 척도의 최저값(1), L(Current Level)은 만족도의 평균값을 사용한다. PCSI는 S에서 P를 뺀 값으로, 해당 품질요소를 개선할 경우 소비자의 만족도가 얼마나 증가할 수 있을지를 나타낸다. PCSI는 0에서부터 2의 값을 가질 수 있는데, 0은 현재 모든 사람들이 만족감을 느끼는 것을 의미하며, 2는 현재 모든 사람들이 불만족하게 느끼는 경우이다. 즉 PCSI 값이 커질수록, 해당 품질요소를 개선할 경우 소비자 만족도가 크게 증가할 것이므로, PCSI가 큰 품질요소의 우선순위가 높아야 함을 의미한다.

$$PCSI = \frac{(S-D)\times(Max-L)}{(Max-Min)} + D \quad \cdots\cdots (3)$$

P: Current Position
S: Satisfaction Coefficient
D: Dissatisfaction Coefficient
L: Current Level
Max: Maximum value in the Scale
Min: Minimum value in the Scale

3.2 스마트 공장 지원정책의 품질요소 도출

Kano 모델 및 PCSI 분석을 하기 위해서는 우선 스마트공장 지원정책의 세부 품질요소를 도출할 필요가 있다. 이에 아래와 같이 스마트공장 지원사업의 내용을 파악한다.

2019년 현재 정부의 스마트공장 지원사업[30]은 중소벤처기업부에서 지원 중이며, 크게 스마트공장 구축 및 고도화 사업, 로봇활용 제조혁신지원, 스마트 마이스터, 스마트화 역량강화 사업, 스마트공장 수준확인 사업 등으로 구분된다.

스마트공장 구축 및 고도화 사업은 신규구축 및 고도화사업, 대중소상생형 스마트공장 지원, 시범공장 구축지원, 업종별 특화 스마트공장 구축 지원 등을 포함한다. 이 사업은 미구축 기업이 스마트 공장을 신규구축하고, 기구축기업은 고도화를 할 수 있도록 자금을 지원한다. 로봇활용 제조혁신지원은 로봇 엔지니어링, 도입, 활용교육 등 패키지 지원을 하는 사업으로, 로봇자동화 공정설계, 로봇시스템 설치 및 시운전, 로봇활용 교육지원, 산업용 로봇 안전검사 지원 등이 있다. 스마트화 역량강화와 스마트 마이스터 사업은 각각 전문 컨설팅기관 및 대한상공회의소 소속 대기업출신 전문가의 기업진단 및 자문을 통해 스마트공장을 구축하여 기업의 생산성 향상 및 성과 제고를 위한 것이다. 스마트공장 수준확인 제도는 기업이 제조수준에 대하여 인식할 수 있도록 기업 수준확인 및 수준확인서를 제공하며, 스마트공장 구축 및 고도화 방향 결정에 활용할 수 있도록 진단보고서 및 로드맵을 제공한다.

이외에 지자체 및 지역별 테크노파크 수준에서 제공되는 정책적 지원 중 주요한 것은 아래와 같다. 경남테크노파크에서는 사전컨설팅을 통해 기본적인 요구사항 파악 지원, 사업계획서 작성 지원 등을 제공하며, 사후 컨설팅을 통한 기구축 시스템 활용도 제고 및 고도화 제고를 지도하고 있다. 울산테크노파크와 경기테크노파크에서도 이와 유사하게 사전컨설팅 및 도입기업 발굴 사업을 진행 중이다. 세종테크노파크 역시 사전컨설팅을 제공하며, 스마트공장에 대한 교육을 제공하고 있다.

경북테크노파크는 사전컨설팅부터 현장기술지도 및 사후컨설팅으로 이어지는 프로세스를 개발하여 적용하고 있다. 사전컨설팅에서는 스마트공장 타당성 검토, 스마트공장 교육, 도입솔루션 제안, 공급사 선정방법 조언, 사업계획서 보완, 사업비 조정, 고도화 로드맵 등을 포함한다. 중간 단계에서는 현장기술지도 및 도입 완료 점검을 실시하며, 사후 컨설팅 과정에서는 시스템 활용도 점검, 유지보수 상태 확인, 공급사 평가, 고도화 사업에 대한 지도 등을 수행한다.

이상의 스마트공장 지원정책 세부 지원활동을 종합하면 아래 Table 3과 같이 11개의 품질요소로 정리할 수 있다. 11개의 품질요소는 (1) 스마트공장 수준확인, (2) 스마트공장 관련 SW 교육, (3) 스마트공장 관련 HW 교육, (4) 사전요구사항 정리 및 범위 정의, (5) 사업계획서 컨설팅, (6) 외부전문가 지원, (7) 사후활용도 제고 컨설팅, (8) 유지보수 컨설팅, (9) 고도화준비 컨설팅, (10) 공급기업 선정 컨설팅, (11) 자금지원 등이다.

Table 3. Quality Attributes for Analysis

	Attribute
1	Smart-factory Level Examination
2	Smart-factory SW Education
3	Smart-factory HW Education
4	Ex-ante Consulting for Requirements and Scope
5	Consulting for Project Proposal
6	Dispatching External Experts
7	Ex-post Support for Improved Utilization
8	Consulting for Maintenance and Repair
9	Consulting for Sophistication of Smart-factory
10	Consulting for Supplier Selection
11	Funding Support

3.3 자료의 수집

본 연구에서는 스마트제조혁신추진단을 통하여 지원사업에 참여한 기업을 대상으로 Kano 설문조사를 실시하였다. 현재 중소벤처기업부에서 진행 중인 지원사업에 참여 중인 기업 전수에 대해 설문조사를 실시하는 것이 가장 좋을 것이나, 전체 기업에 접근하는 데에는 한계가 있다. 지원사업 참여 기술위원 별 담당 기업들의 정보를 취합하는 방법이 있으나, 위원 간 기업정보를 공유하는 것이 불가능하여 부득이하게 참여기업 중 연락처 확보가 가능한 294개 기업에 대해서만 설문을 진행하였다.

설문은 구글 설문지로 작성하여 설문대상 기업들에게 이메일로 배포하였으며, 응답 내용은 구글을 통해 수집·정리하였다. 총 294개 기업 가운데 설문에 응답한 기업은 56개로 응답률은 19%이다.

4. 연구결과

4.1 응답자 특성

설문에 응답한 기업은 총 56개이며, 이를 기업 규모별로 구분한 것은 Table 4에 요약되어 있다. 기업 규모는 중소기업과 중견기업, 대기업으로 구분하는 것이 일반적인데, 본 연구에서는 중소기업을 매출액 120억원을 기준으로 소기업과 중기업으로 다시 분류하였다. 그 결과 소기업은 20개, 중기업 24개, 중견기업 12개 등으로 분포되어 있다. 기업별 업종은 Table 5에 정리되어 있으며, 기계부품조립, 정밀가공, 제약, 화학 등은 물론 피혁 등까지 다양한 업체가 본 설문에 응답한 것을 확인해 볼 수 있다.

Table 4. Number of Firms by Size

Size	No.	Share(%)
Small-Sized Firm	20	35.7
Medium-Sized Firm	24	42.9
Middle Market Enterprise	12	21.4
Sum	56	100.0

Table 5. Number of Firms by Category

Category	No	Category	No
Assembly of Machinery Components	4	Precision Processing	2
Injection Moulding	2	Pharmaceutical	8
Chemical	8	Food	1
Electronic Appliances	4	Electr. Components	5
Cast	2	Molding	1
Plastic Working	1	Welding	2
Surface Processing	5	Non-Metalic Mineral	1
Textile Dying	1	Steam Production	1
Speakers	1	Auto-Components	2
Plastic Piping	1	Leather	1
Others	3	Total	56

기업별 응답자의 직급은 Table 6과 같이 임원 및 사장이 19.6%, 부장급이 37.5%, 차장 및 과장급이 32.1%로, 대부분 스마트공장 추진 프로젝트를 총괄하거나 담당하는 직급에서 응답한 것으로 나타났다. 종합적으로 설문응답자는 다양한 기업 규모, 업종 등이 포함되어 있으며, 실제 응답자의 직급은 총괄책임 및 담당자에 집중되어 있어, 스마트공장 지원사업에 대한 만족도 평가를 하는 데에 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

Table 6. Number of Firms by Category

Rank	No.	Share(%)
Director or CEO	11	19.6
Head of Department	21	37.5
Deputy Head of Dept. or Section Chief	18	32.1
Deputy Section Chief or Other Employee	6	10.7
Sum	56	100.0

4.2 Kano 모델 및 PCSI 분석결과

Timko 계수를 활용한 Kano 모델 분석 결과는 Table 7에 정리되어 있다. 총 11개 품질요소 가운데 8개가 일원적(O) 요소였으며, 3개가 매력적(A) 요소로 평가되었다.

일원적(O) 품질요소로 평가된 것은 2번(스마트공장 관련 SW 교육), 3번(스마트공장 관련 HW 교육), 4번(사

전요구사항 정리 및 범위 정의), 5번(사업계획서 컨설팅), 6번(외부전문가 지원), 8번(유지보수 컨설팅), 9번(고도화준비 컨설팅), 11번(자금지원) 등이었다. 이들 품질요소들은 충족될 경우 만족도를 향상시키지만, 그렇지 않을 경우 만족도를 저해하는 요소들이다.

매력적(A) 요소로 평가된 것은 1번(스마트공장 수준확인), 7번(사후활용도 제고 컨설팅), 10번(공급기업 선정 컨설팅) 등이었다. 이들 품질요소들은 충족될 경우 만족도를 증가시키지만, 충족되지 않더라도 만족도를 저하시키지 않는 요소들이다. 따라서 불만족 사항을 개선하기보다는 추가적인 만족도 향상을 위해 제공될 때 큰 효과를 볼 수 있는 것들이다.

Table 7. Kano Result

Att.	A	O	M	I	R	Q	S	D	Class
1	11	20	4	21			0.55	-0.43	A
2	11	27	9	9			0.68	-0.64	O
3	12	24	8	12			0.64	-0.57	O
4	10	25	8	12		1	0.64	-0.60	O
5	12	21	8	15			0.59	-0.52	O
6	9	26	6	15			0.63	-0.57	O
7	11	19	6	20			0.54	-0.45	A
8	9	28	6	13			0.66	-0.61	O
9	9	29	4	14			0.68	-0.59	O
10	15	21	5	14	1		0.65	-0.47	A
11	7	39	6	4			0.82	-0.80	O

* For the title of each attribute, refer to Table 3.

4.3 PCSI 분석결과

각 품질요소별 우선순위를 분석하기 위해 현재의 만족도위치(P)와 고객만족개선지수(PCSI)를 분석한 결과는 아래의 Table 8에 정리되어 있다. 현재의 고객만족 정도(L)는 3.09에서 3.73까지 분포해 있다. 이를 바탕으로 구한 현재의 만족위치는 1번(스마트공장 수준확인), 3번(스마트공장 관련 HW 교육), 10번(공급기업 선정 컨설팅)이 양의 값이며, 나머지는 음의 값이다. 이들 세 품질요소를 제외한 나머지는 현재의 만족도가 낮음을 의미한다.

Table 8에 의하면 현재의 만족도 위치(P)를 이용하여 PCSI 지수를 구한 결과 PCSI 지수가 가장 높은 것은 11번(자금지원)이며 나머지는 0에서 1 사이의 값인 것으로 나타났다. 이 중에서도 PCSI 지수가 비교적 높은 것으로는 6번(외부전문가 지원, 0.75), 9번(고도화준비 컨설팅, 0.74), 8번(유지보수관련 컨설팅, 0.72), 2번(스마트공장 관련 SW 교육, 0.71) 등으로 0.7 이상으로 분석되었다.

Table 8. PCSI Result

Att.	S	D	Class	L	P	PCSI
1	0.55	-0.43	A	3.21	0.01	0.54
2	0.68	-0.64	O	3.16	-0.04	0.71
3	0.64	-0.57	O	3.09	0.01	0.63
4	0.64	-0.60	O	3.14	-0.03	0.66
5	0.59	-0.52	O	3.32	-0.05	0.64
6	0.63	-0.57	O	3.50	-0.12	0.75
7	0.54	-0.45	A	3.25	-0.02	0.55
8	0.66	-0.61	O	3.27	-0.06	0.72
9	0.68	-0.59	O	3.34	-0.06	0.74
10	0.65	-0.47	A	3.25	0.02	0.63
11	0.82	-0.80	O	3.73	-0.29	1.11

* For the title of each attribute, refer to Table 3.

이들 PCSI 지수를 바탕으로 우선순위를 평가한 결과는 Table 9와 같다. 우선순위가 가장 높은 것은 자금지원인 것으로 나타나, 많은 기업들은 스마트공장 사업을 추진하는 데 필요한 소요자금이 가장 필요한 것으로 이해될 수 있다. 2위는 외부전문가 파견으로, 이는 스마트공장 추진 시, 전문지식을 보유한 인력의 필요성을 시사한다. 3위는 고도화준비 컨설팅, 4위는 유지보수 관련 컨설팅으로, 이들 요소들은 초기 스마트공장 구축 단계라기보다는 스마트공장 구축 후 지속관리 또는 이후 스마트화 고도화에 해당하는 것으로, 기업별 스마트공장 수준의 향상에 대한 니즈가 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 이어 5위는 스마트공장 관련 교육 중 소프트웨어(SW)에 대한 것이다. 하드웨어 교육이 8위인 것과 비교하여 소프트웨어가 높게 나온 것은, 4차 산업혁명의 일환인 스마트공장의 경우 소프트웨어 역량을 필요로 하고 있으며, 이에 대한 기업의 역량 구축이 필수적임을 시사하고 있다.

이하 6위부터 11위까지에는 사전요구사항 정리 및 범위 정리, 사업계획서 컨설팅, 스마트공장 관련 HW교육, 공급기업 선정 컨설팅, 사후 활용도 제고 컨설팅, 스마트공장 수준확인 등이 포함되어 있다.

Table 9. PCSI Result

Priority	Attribute
1	Funding Support
2	Dispatching External Experts
3	Consulting for Sophistication of Smart-factory
4	Consulting for Maintenance and Repair
5	Smart-factory SW Education
6	Ex-ante Consulting for Requirements and Scope
7	Consulting for Project Proposal
8	Smart-factory HW Education
9	Consulting for Supplier Selection
10	Ex-post Support for Improved Utilization
11	Smart-factory Level Examination

5. 결론

본 연구는 국내 스마트공장 지원정책의 요소별로 기업들의 만족도 현황을 분석하고 정책지원의 우선순위를 파악하고자 하였다. 이를 위해 스마트제조혁신추진단을 통하여 지원사업에 참여한 기업들을 대상으로 Kano 설문조사를 실시하여 품질특성을 확인하였으며, 잠재적 고객만족개선지수(PCSI)를 통해 정책지원의 우선순위를 분석하였다.

Kano 분석 결과, 총 11개 품질요소 중 8개가 일원적(O) 요소였으며, 3개가 매력적(A) 요소로 나타났다. 스마트공장 관련 SW 교육, 스마트공장 관련 HW 교육, 사전 요구사항 정리 및 범위 정의, 사업계획서 컨설팅, 외부전문가 지원, 유지보수 컨설팅, 고도화준비 컨설팅, 자금지원 등은 일원적 요소로, 충족 정도에 따라 만족도가 달라지는 요소들이다. 스마트공장 수준확인, 사후활용도 제고 컨설팅, 공급기업 선정 컨설팅 등은 매력적 요소로, 불만족 사항을 개선하기보다는 추가적인 만족도 향상을 위해 제공될 때 큰 효과를 볼 수 있는 것들이다.

PCSI 분석 결과, 자금지원에 대한 현재의 만족도 위치가 가장 미흡한 수준으로 나타났으며, 지원의 우선순위가 가장 높은 것으로 분석되었다. 이외에 외부전문가 파견, 고도화준비 컨설팅, 유지보수 관련 컨설팅 등도 높은 우선순위를 차지하였다. 이들 요소들은 스마트공장 지속관리 또는 구축 이후 고도화에 해당하는 것들이다. 반면 Kano 분석에서 매력적(A) 요소로 평가되었던 공급기업 선정 컨설팅, 사후 활용도 제고 컨설팅, 스마트공장 수준확인 등은 우선순위가 가장 낮았다.

이상의 결과는 대략적으로 기업들이 스마트공장의 도입이나 기초수준 구축 정도의 지원보다는 스마트공장의 유지보수와 고도화에 대한 지원을 더 많이 요구하고 있음을 시사한다. 따라서 중소·중견기업 생산현장의 스마트화를 유도하기 위한 노력이 필요함은 물론, 실질적인 기업들의 만족도 제고를 위해서는 기구축된 스마트공장을 유지보수하고 고도화하는 데 많은 정책적 지원이 투입되어야 할 필요성이 있다.

본 연구는 제품이나 서비스 품질요소 분석에 사용되던 Kano 모델을 정책지원 분야에 적용하여 정책지원 요소별 우선순위를 분석하였다는 데에 의의가 있다. 특허분석 등을 통해 분야별 기술경쟁력을 측정하고 정책적 지원의 필요성을 주장하는 연구도 필요한 반면[31,32], 정책지원의 세부요소별 만족 형태와 우선순위 분석도 필요한 상황에서 향후 정책지원 설계에 중요한 시사점을 제공해준다. 특히 4차 산업혁명 시대를 맞아 정부와 산업계가 의욕적으로 추진하고 있는 스마트공장 분야에 적용함으로써, 중소·중견기업 정책지원에 기여하였다. 또한 Kano 모델을 정책분석에 활용 가능함을 확인하였다는 학술적 의의도 있다.

그러나 이러한 성과에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계를 지닌다. 우선 전체 설문 대상이 294개, 응답기업이 56개로, 분석 샘플의 수가 적다. 이는 기술위원간 기업정보를 공유하는 것이 불가능하여 부득이하게 참여기업 중 연락처 확보가 가능한 294개 기업에 대해서만 설문을 진행하였기 때문이다. 본 연구에서 Kano 모델이 스마트공장 지원정책 분석에 효과적으로 활용 가능함을 확인한 만큼, 향후 더 많은 참여기업에 대한 본격적인 분석을 실시할 필요가 있다. 또한, 본 연구에서는 11개의 품질요소를 대상으로 분석하였으나, 향후 연구 진행시에는 더욱 다양하고 대표성 있는 품질요소를 도출하여 분석에 활용할 필요도 있다.

REFERENCES

[1] KATS. (2015). *Smart Factory Technology and Standardization Trends*. Chungbuk: Korea Agency for Technology and Standards.

[2] S. J. Kim. (2017). *The Current Trends and Implications of Smart Factory R&D in Resonse to the Fourth Industrial Revolution*. Seoul: KISTEP.

[3] M. S. Yim. (2016). The Convergence between Manufacturing and ICT: The Exploring Strategies for Manufacturing version 3.0 in Korea. *The Journal of Digital Convergence. 14(3),* 219-226. DOI : 10.14400/JDC.2016.14.3.219

[4] D. P. Shin & Y. N. Yang. (2018). *An Analysis of Smart Factory Policy and Its Implications for Leading Innovation in the Manufacturing Industries*. Seoul: KISTEP.

[5] J. S. Kang & K. T. Cho. (2018). An Analysis of the Effect of Government Support on Automation and Smart Factory. *Journal of Korea Technology Innovation Society, 21(2),* 738-766.

[6] H. Cho. (2017). *Manufacturing Innovation by ICT, Smart Factory*. Daejeon: IITP.

[7] MOTIE. (2015). *R&D Strategy of Smart Factory Industry*. Sejong: Ministry of Trade, Industry and Energy.

[8] D. H. Byun. (2016). Trend of Smart Factory and Model Factory Cases. *The e-Business Studies, 17(4),* 211-228. DOI : 10.20462/TeBS.2016.08.17.4.211

[9] MOTIE. (2017). *2017 Smart Factory Support Program Guidebook*. Sejong: Ministry of Trade, Industry and

Energy.

[10] KOSMO. (2019). *Introduction to Smart Factory.* [Online]. https://www.smart-factory.kr/smartFactoryIntro

[11] J. C. Shin, K. I. Kim. (2018). The Necessity of Smart Factory's Standards and Certification System Based on Grounded Theory. *Journal of Convergence for Information Technology, 8(2),* 203-208. DOI :10.22156/CS4SMB.2018.8.2.203

[12] K. I. Kim. (2017). The Study on Perception of Adoption of Certification System for Smart Factory. *Journal of Convergence for Information Technology, 7(3),* 153-158. DOI : 10.22156/CS4SMB.2017.7.3.153

[13] J. Park. (2017). Analysis on Success Cases of Smart Factory in Korea: Leveraging from Large, Medium, and Small Size Enterprises. *The Journal of Digital Convergence. 15(5),* 107-115. DOI : 10.14400/JDC.2017.15.5.107

[14] Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes. (2018). *Smart Factory Industry and Market Trends.* Seoul: Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes.

[15] J. W. Park. (2016). Government Policy for Smart Factory and Outcomes. *Industrial Engineering Magazine, 23(1),* 13-17.

[16] G. S. Lee. (2018). Trends of Smart Factory Policy and Industry. *The Magazine of the IEEE, 45(6),* 31-34.

[17] I. J. Lee & Y. H. Choi. (2019). Smart Factory Policy in Korea. *Information and Control Symposium, 4,* 45-45.

[18] H. Lee, Y. J. Kim, J. Lim, Y. W. Kim, S. H. Lee. (2017). Analysis of Field Conditions and Requirements for Deploying Smart Factory. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 34(1),* 29-34. DOI : 10.7736/KSPE.2017.34.1.29

[19] H. D. Kim, K. G. Lee, J. W. Yoon & S. Youm. (2019). Effect of SMEs Business Conditions on Smart Factory Level. *Korean Journal of Business Administration, 32(9),* 1561-1579. DOI : 10.18032/kaaba.2019.32.9.1561

[20] J. H. Oh, J. H. Seo & J. D. Kim. (2019). The Effect of Both Employees Attitude toward Technology Acceptance and Ease of Technology Use on Smart Factory Technology Introduction level and Manufacturing Performance. J*ournal of Information Technology Applications & Management, 26(2),* 13-26. DOI : 10.21219/jitam.2019.26.2.013

[21] C. Sung. (2019). A Study on the Actual Condition of Construction in Smart Factory by Small and Medium-sized Manufacturing Companies. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 20(9),* 182-187. DOI : 10.5762/KAIS.2019.20.9.182

[22] N. Kano, N. Seraku, F. Takashi & S. Tsuji. (1984). Attractive Quality and Must-be Quality. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control, 14(2),* 39-48.

[23] M. Timko. (1993). An Experiment in Continuous analysis. *The Center for Quality of Management, 2(4),* 17-20.

[24] S. U. Lim & Y, T. Park. (2010). Potential Customer Satisfaction Improvement Index Based on Kano Model. *Journal of Korean Society for Quality Management, 38(2),* 248-260.

[25] J. Lee & D. H. Ham. (2015). User-Centered Analysis of Functional Requirements of Navigation Systems Based on the Kano Model. *Journal of Integrated Design Research, 14(3),* 9-18.

[26] H. Jin, J. Park & D. Ham. (2016). Classification of Functional Requirements of Main Appliances of Home Automation by the Use of Kano Model. *Journal of Integrated Design Research, 15(4),* 107-120.

[27] J. W. Lee & M, S. Lee. (2018). A study on the classification of medical tourism service quality elements for Chinese tourists. *International Journal of Tourism and Hospitality Research, 32(1),* 125-139. DOI : 10.21298/IJTHR.2018.01.32.1.125

[28] S. T. Kim & H. S. Kim. (2015). A Study on the Classification of the Quality of E-Government Service Using the Kano Model : Focusing on Civil Servants and Citizens. *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation, 25(3),* 235-258.

[29] H. L. Yoo, K. S. Ahn & S. H. Hyun. (2015). A Study on the Priority of Policy Agenda Using the Kano Model"s PCSI Index - Focusing on Lee Myung-bak administration's "Fair Society" National Agenda. *Korean Policy Sciences Review, 19(1),* 113-141.

[30] MSS. (2019). *Smart Factory Dissemination & Diffusion Program. MSS Announcement 2019-75.* Ministry of SMEs and Startups. [Online] https://www.mss.go.kr/site/smba/ex/bbs/View.do?cbIdx=126&bcIdx=1010366&parentSeq=1010366&searchRltnYn=A

[31] J-S. Noh & I. Ji. (2019). A Comparative Analysis of Convergence Types and Technology Levels of Polymer Technologies in Korea and Other Advanced Countries: Utilizing Patent Information. *Journal of the Korea Convergence Society, 10(3),* 185-192. DOI : 10.15207/JKCS.2019.10.3.185

[32] S. H. Yoon & I. Ji. (2019). Analyzing Technology Competitiveness by Country in the Semiconductor Cleaning Equipment Sector Using Quantitative Indices and Co-Classification Network. *Journal of the Korea Convergence Society, 10(11),* 85-93. DOI : 10.15207/JKCS.2019.10.11.085

김 호 성(HoSung Kim) [정회원]

· 1990년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과 졸업(공학사)
· 1989년 9월 ~ 1994년 1월 : 태평양제약 근무
· 1995년 1월 ~ 1996년 12월 : 아모레퍼시픽 근무
· 2014년 6월 ~ 2014년 12월 : 에스트라(구 태평양제약) 근무
· 2014년 10월 ~ 2018년 12월 : (재)민관합동 스마트공장추진단 기술위원
· 2015년 10월 ~ : 기업경영기술원 재직
· 2018년 3월 ~ : 한국기술교육대학교 IT융합과학경영학과 석사과정 학생
· 관심분야 : 기술경영, 스마트공장, IT, 생산관리
· E-Mail : hskim6308@naver.com

지 일 용(Ilyong Ji) [정회원]

· 2003년 9월 : 영국 Surrey대학교 경영대학원(기술경영학 석사)
· 2005년 9월 : 영국 Sussex대학교 SPRU(산업혁신분석 석사)
· 2012년 8월 : KAIST 경영과학과 (경영학 박사)
· 2012년 7월 ~ 2013년 8월 : 산업연구원 부연구위원
· 2013년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 대학원 IT융합과학경영학과 조교수
· 관심분야 : 기술경영, 과학기술정책, 혁신체제
· E-Mail : iyji@koreatech.ac.kr