

DEA를 활용한 방위산업 중소기업 품질효율성 분석 -항공분야를 중심으로-

최재호*, 박성제, 최형준, 지상용
국방기술품질원

Quality Efficiency Evaluation of small and medium defense suppliers by utilizing DEA - Focusing on Aeronautical Field -

Jae-Ho Choi*, Sung-Jae Park, Hyung-Jun Choi, Sang-Yong Ji
Defence Agency for Technology and Quality

요약 무기체계의 복잡성과 현대화로 인해 군수품을 생산하는 방산업체의 역할은 점점 더 중요시되고 있다. 과거 내수 위주의 방위산업은 가격 경쟁력이 제품 선택의 주요 요소였다. 하지만, 오늘날 가격 경쟁력 보다는 제품 품질의 중요성이 대두되고 있는 실정이다. 특히 방산 중소기업의 품질 효율성 향상은 완벽한 무기체계 실현에 반드시 필요하며 국방 분야 중소기업의 품질 효율성을 객관적으로 평가 할 수 있는 방안이 필요 시 되고 있다. 이에 본 연구에서는 의사 결정 방법론 중 하나인 자료포락분석기법 (DEA)를 활용 하여 국방산업의 항공분야 중소기업 품질 효율성을 측정하고자 한다.

DEA 분석을 위한 입력변수로 종업원수(품질부서), 개선사항건수(항공센터 현장품질지원반 활동)로 설정하였으며, 출력 변수로 매출액 및 인증획득수(품질경영시스템 등) 설정하였다. 항공분야 중소기업의 품질 효율성 분석을 위해 CCR 모형과 BCC 모형을 모두 분석하였으며 규모 효율성 값을 도출하였다. 분석 결과를 바탕으로 국방산업 항공분야의 중소기업 품질 효율성을 저해하는 원인을 도출 하였으며, 향후 개선 및 발전 방안을 도출하였다.

Abstract Owing to the complexity and modernization of weapon systems, the role of the defense industry in producing military companies has become increasingly important. In the past defense industries, price competitiveness is a key factor in product choice. On the other hand, product quality is becoming increasingly important compared to price competitiveness. In particular, improving the quality efficiency of small and medium defense suppliers is a necessary part of realizing completed weapon systems, and measures are required to evaluate the quality efficiency of small and medium defense suppliers objectively. This study measured the efficiency of quality using DEA, which is one of the decision methodologies. To use DEA, the number of employees (QA Team) and the number of improvement requirements (Through the activity of onsite quality-support team in aeronautical system center) were set as the input variables. In addition, the output variables were based on sales and the number of certification acquisitions (QMS). To analyze the quality efficiency of small and medium defense suppliers in the aeronautical field, both CCR and BCC models were analyzed, and the scale efficiency values were derived. Strategic development plans for small and medium defense suppliers can be guided using the research results.

Keywords : DEA, Defense Industry, Quality Efficiency Evaluation, CCR, BCC

*Corresponding Author : Jae-Ho Choi(Defence Agency for Technology and Quality)
email: jaeho-choi@dtaq.re.kr

Received January 9, 2020
Accepted May 8, 2020

Revised February 6, 2020
Published May 31, 2020

1. 서론

방위산업은 국가 방위와 연관하여 방위산업물자를 개발하고 공급하여 자주 국방력 강화를 위한 국가의 중요한 산업이며[1] 무기체계와 무기체계의 구성품 혹은 부품, 관련 장비를 개발하고 생산하는 산업분야다. 쌍방독점으로 계약 또는 가격이 결정된다는점 규제산업으로 기업의 신규 진입과 일부 활동영역에 제약이 따른다는 점 등에서 다른 산업과 차별화된다. 또한 생산과 연구개발을 위해 대규모 초기 자본 투자가 필요하며, 유사시 최대 생산 능력 확장에 대비하여 높은 고정비가 부담되는 업이다[2]. 국내 방위산업은 1983년 전문화 계열화 제도 시행 및 정부의 자주국방정책 등에 힘입어 단시간 내 급속한 양적 성장을 달성하였으며 1990년대 후반에는 첨단 무기체계 개발을 위한 핵심기술력 확보를 위해 연구개발에 매진하며 양적 성장과 더불어 질적으로도 많은 성장을 이룩하였다[3]. 하지만, 2008년 말 전문화 및 계열화 제도가 폐지되며 국내 방위산업시장에 본격적인 경쟁체제가 도입되기 시작했다. 이는 방위산업체로 하여금 재무적 비재무적 경영성과를 높이기 위해 조직의 효율성을 제고하고, 다각도적인 경영개선 대책을 강구토록 강요하고 있다[4]. 한편 대외적으로 세계 방위산업 시장의 국방비 지출 규모는 2016년도 1조 6,860억 달러로 추정되며, 이는 전 세계 GDP의 2.2%, 1인당 평균 지출액으로 환산하면 227달러 수준이다. 물가상승률을 고려한 2016년 실질 국방비 지출 규모는 2015년 비해 0.4%증가하였다. 또한, 2016년 국방비 지출 상위 15개국은 2015년과 동일하며, 2016년 국방비 지출 상위 15개국의 지출 총액은 1,360억 달러로 전 세계 국방비 지출액의 약 81%를 점유하고 있다. 최근 10년 동안의 국방비 지출 증가율은 중국이 118%, 러시아가 87%, 인도가 54%로 가장 크게 상승하였다[5]. 이처럼 국내 방위산업시장의 무한경쟁과 세계 방위산업시장의 규모가 증가되는 상황에서 국내 방위산업체의 효율성 및 생산성 향상의 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

이에, 대한민국 정부는 '18~'22 방위산업육성기본계획에서 첨단 무기체계 개발능력 확보 및 국내 방위산업체들의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 "자주국방의 핵심기반, 방위산업"이라는 비전을 설정하였으며, 정책적 방향으로 유망 중소기업 육성 및 수출형 산업구조로 전환 및 양질의 일자리 창출을 제시하였다. 특히, 유망 중소기업 육성을 육성하기 위해 중소기업의 기술경쟁력을 향상시키기 위한 지원을 확대하였으며, 대·중소기업 간

협력을 통해 중소기업 진화 발전적 방위산업의 환경을 구축하겠다는 중점과제를 제시하였다.[6]

이렇듯 국가차원에서 국내 중소기업체를 위한 다양한 지원제도가 존재하지만 국내 방산분야에서의 대기업과 중소기업의 수준차이는 심각한 상황이다. 방위산업 중소기업이 가지는 문제점으로는 규모의 영세성과 저조한 가동률, R&D 투자 저조에 따른 기술경쟁력 미흡, 부품국산화 실적 미흡, 수출 역량 부족에 따른 미래 성장한계[7]등을 들 수 있으며 특히 품질경영시스템 이행능력 부족에 따른 수준차이가 심각하다. 방위산업분야의 품질경영시스템인 DQMS 심사 결과를 바탕으로 방위산업 업체 규모별 품질경영시스템의 수준차이를 분석한 김영현 등[8]의 연구 결과에 따르면 DQMS 인증기업의 70% 이상을 차지하는 중소기업에서는 자원의 부족 및 품질경영시스템 담당자의 잦은 변경, 부족한 교육시간 등으로 품질경영시스템을 실행, 유지 및 개선 활동을 수행하는 데에 어려움을 겪고 있으며, 이로 인해 DQMS 인증을 받은 많은 중소기업체라도 QMS의 성숙도가 미흡한 경우가 많다고 보았다. 이렇듯 방위산업분야 중소기업체 경쟁력 향상 및 품질경영시스템의 수준 향상을 위해 회사 운영과정에서의 비효율적인 부분을 정확하게 측정하고 평가한 다음 개선의 방향을 잡는 것이 중요하다. 이에 본 연구에서는 국내 방위산업 중소기업체의 경쟁력 제고 및 품질 효율성을 평가하기 위해 의사결정에 사용되는 자료 포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)를 통하여 항공분야의 방위산업 중소기업체의 효율성을 분석해 보고 발전방향을 모색하고자 한다.

DEA는 DMU(Decision Making Unit, 의사결정단위) 들간 상대적 효율성을 정량화해주고 베스트 프랙티스(Best Practice) 또는 벤치마킹(Benchmarking) 등을 통해 비효율적인 부문에 대한 계량화된 수치 정보를 제시하는 장점을 가진 분석 기법이다[9,10].

본 연구에서는 DEA 방법론을 활용하여 DMU간의 효율성을 분석하고 비효율적인 DMU와 효율적인 DMU간의 관계를 파악하여 항공분야의 국내 방위산업 중소기업체들의 품질효율성 평가 및 향상을 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 연구에서 활용되는 DEA방법론에 대해 살펴보고, 3장에서는 분석 대상, 투입변수, 산출변수의 선정과 선정된 변수들간 관계를 설명한다. 4장에서는 분석 결과를 통해 평가 및 시사점을 도출하고 5장에서는 결론 제시를 통해 의의 및 한계에 설명한다.

2. 자료포락분석기법(DEA) 분석 모형

DEA는 효율성을 측정하는 방법중 비모수적 방법으로 Shephard[11]의 거리함수의 개념과 Farrel[12]의 효율성 개념을 바탕으로 다수의 투입물과 다수의 산출물이 있는 경우로 확장한 것이다. DEA는 의사결정단위 DMU(Decision Making Unit)가 가지고 있는 자료를 바탕으로 효율적 프론 티어를 생성하고 해당 프론티어상에 있는 DMU를 효율적인 DMU로 정의하고 그렇지 않은 DMU를 비효율적 DMU로 정의한다. 즉 효율적 DMU는 투입을 추가적으로 줄이거나 산출을 더 늘리지 않아도 되는 상태를 가진 DMU를 말하는 것이다[13].

DEA는 산출 기준 모형과 투입 기준 모형으로 구분이 되며 불면 규모수익을 가정하는지 가변 규모수익을 가정하는지에 따라 CCR(Charnes, Cooper and Rhodes) 모형과 BCC(Banker, Charnes and Cooper) 모형으로 구분된다.

CCR 모형은 규모에 대한 수익불면(CRS : Constant Return to Scale)이라는 가정하에 모형이 도출되기 때문에 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 지니고 있다.

이에 반에 BCC 모형은 CCR모형의 단점을 보완하고자 수익 고정모형을 확장하여 수익변동모형(VRS: Variable Reutrn to Scale)을 설명하였다.

한편, 투입 및 산출 변수 중 어느 변수에 초점을 두는 지에 따라 투입지향 모형과 산출지향모형으로 분류되며, 투입지향모형은 현재 산출을 유지하면서 투입을 최소화, 산출지향모형은 현재 투입을 유지하면서 산출의 최대화에 초점을 맞추고 있다[14].

본 연구의 분석대상인 방위산업 중소기업의 경우 대부분 제조업에 종사하고 있으며 타 업종에 비해 경쟁이 심한 상황이다. 본 연구에서는 불면 규모수익을 가정하는 CCR 모형 및 규모에 대한 수익가변을 가정하여 경쟁상황을 설명할 수 있는 BCC모형 모두 분석하였다. 일반적인 사기업의 경우 이윤 창출과 이윤 극대화가 기업의 목표이기에 산출모형을 많이 적용하였지만 본 연구에서는 매출액과 같은 산출의 경우 기업의 의지만으로 목표를 달성하기는 쉽지 않다고 판단하였고 산출을 늘리기 위한 투입변수는 기업의 의지에 따라 줄일 수 있는 여지가 있으므로 현실적인 상황을 고려하여 투입기준의 모형을 적용하였다.

2.1 DEA-CCR 모형

규모의 증가에 따라 산출물도 증가한다는 불면규모수익을 가정한 CCR모형은 DEA의 가장 기본적인 모형이다. CCR모형은 모든 DMU의 투입에 대한 산출의 비율이 '1'을 초과해서는 안 되며, 각 투입변수 및 산출변수의 가중치는 0보다 크다는 제약 하에 투입과 산출비율을 최대화 시킬 수 있는 가중치를 결정하는 모형이다. 그러나 CCR모형은 모든 의사결정단위들이 최적의 규모에 위치하고 있다는 규모에 대한 수익불변 가정 하에 모형이 도출되기 때문에 현실에서의 불완전경쟁과 같은 다양한 제약조건을 반영하지 못하기 때문에 규모수익불면(CRS) 모형이라 표기할 수도 있다. 결국 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점이 있으며 이를 보완한 것이 BCC모형이다[15].

(공식1) CCR모형

$$Maximize E_k = \frac{\sum_{r=1}^s y_{kr} u_{kr}}{\sum_{i=1}^m y_{ki} u_{ki}}$$

$$s.t \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_{kr}}{\sum_{i=1}^m x_{ji} v_{ki}} \leq 1, \quad j=1, 2, \dots, n$$

$$v_{ki} \geq \epsilon, \quad i=1, 2, \dots, m$$

$$v_{ki} \geq \epsilon, \quad i=1, 2, \dots, s$$

E_k : k번째 DMU의 효율성

s : 산출물의 수

m : 투입요소의 수

u_{kr} : k번째 DMU의 r번째 산출물의 산출량

x_{ki} : k번째 DMU의 i번째 투입요소의 사용량

v_{kr} : k번째 DMU의 r번째 산출물의 가중치

v_{ki} : k번째 DMU의 i번째 투입요소가중치

2.2 DEA-BCC 모형

Banker, et al.(1984)는 규모수익이 변하는 방향을 반영하기 위해 CCR모형의 불면규모수익 가정을 완화하여 BCC모형을 제안하였다. BCC모형은 일반적 조직의 경우 예산과 인력, 기술수준 등의 규모는 DMU별로 효율성 평가에 영향을 미칠 수 있고, 이러한 경우 상이한 규모의 DMU들을 비교하는 것은 적절하지 않다. 더욱이 DMU의 비효율성 가운데 어느 정도가 조직의 규모로 인해 발생한 효율성인지 관한 정보는 매우 유용하기 때문에 이러한 조직의 규모 때문에 발생하는 비효율성을 고려한 규모수익가변 모형을 개발하였고 이것이 BCC모형이다.

CCR모형이 규모의 효율성(Scale Efficiency: SE)을 반영하지 못하고 기술효율성만을 측정할 수 있는 것에 반해 BCC모형은 규모효율성과 순수기술효율성을 구분할 수 있다. SE모형은 CCR모형에서 산출된 전체 기술효율성의 값을 BCC 모형에서 산출된 순수기술효율성의 값으로 나누어 줌으로써 측정할 수 있으며, 이 값이 '1'에 근접할수록 최적 규모에 가까운 것으로 해석할 수 있다.

따라서 SE값이 '1'이면 불변규모 수익의 특성을 가지며, 이는 최적규모 상태(CRS)에 있음을 의미한다. 만약 '1'보다 작은 경우 즉, 규모의 비효율성이 존재한다면 그것은 체증규모수익(IRS)이나 체감규모수익(DRS)을 의미한다.

(공식 2) BCC모형

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize } \theta \\
 & s.t \\
 & x_{ki} \theta \geq \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j, i = 1, 2, \dots, m \\
 & y_{kr} \leq \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j, r = 1, 2, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\
 & \theta = \text{unrestricted}
 \end{aligned}$$

2.3 규모효율성

규모효율성(SE)은 BCC 효율성 대비 CCR 효율성으로 산출 가능하며, CCR 효율성이 BCC 효율성보다 작거나 같아서 1보다 작거나 같은 값을 가진다. 일반적으로 규모의 효과를 고려하지 않은 CCR 효율성을 기술효율성(Technical Efficiency, TE), 규모 대한 수익가변을 가정하고 있는 BCC 효율성을 순수 기술 효율성(Pure Technical Efficiency, PTE)라 하며, 공식3 같은 식이 성립된다. 이 식을 이용하여 비효율적인 DMU들의 비효율성 원인이 자체 DMU의 문제인지 아니면 규모의 경제 미달성으로 인한 것인지를 판단할 수 있다[15].

(공식 3) SE모형

$$\frac{\theta^{*}_{CCR}}{\theta^{*}_{BCC}}$$

$$TE = PTE \times SE$$

3. 연구 방법

본 연구의 목적은 방산분야에서의 항공사업 중소기업체의 품질효율성을 분석하기 위한 것이다. 본 연구의 목적인 품질효율성을 분석하기 위해 Fig 1.의 연구절차(Research Process)를 정의하였다.

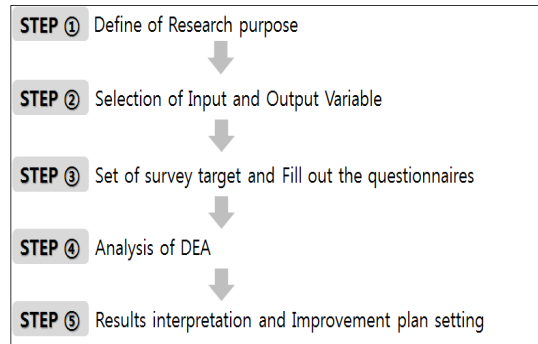


Fig. 1. Research Process

3.1 투입/산출 변수의 선택

DEA 모형의 장점은 평가대상의 효율성 정도를 분석할 수 있는 뿐만 아니라, 상대적으로 비효율적인 부문과 개선해야 할 정도를 제시해 준다는데 있다. DEA 분석을 위한 투입/산출 변수 선정에 관한 일반적인 가이드라인은 없지만 연구의 목적에 맞는 투입/산출 변수의 선정이 중요하다. 본 연구에서는 일반적인 경영 효율성 분석과 다른 품질효율성 분석을 위해 Table 1 같은 투입변수와 산출변수를 선정하였다.

본 연구에서 사용할 투입변수는 종업원 수(품질부서)와 현장품질지원반 활동을 통해 식별한 개선사항 건수이며 선정 이유는 다음과 같다. 많은 DEA를 활용한 연구에서 투입변수로 임직원수를 고려한다. 본 연구에서는 품질 효율성을 분석하기 것이 목표이므로 임직원수를 품질부서의 인원으로 한정하였다. 또한, 현장품질지원반 활동을 통해 식별한 개선사항수를 투입변수로 선정함으로써 객관적인 품질수준을 확인 하고자 한다.

산출 변수로는 대부분의 DEA 논문에서 활용되고 있는 매출액을 선정하였으며, 중소기업체의 수준에 따라 품질경영시스템(Quality Management System) 인증 개수가 상이 하므로 품질효율성에 측정을 위한 투입변수로 선정하였다.

Table 1. Input and Output Variables

Variables	
Input	QA Employee
	Number of Improvement requirements
Output	Sales (in Billion Won)
	Number of QMS Certifications

3.2 설문조사

본 연구의 목적은 항공분야 중소기업의 품질효율성을 분석하기 위한 것이다. 이에 데이터 획득을 위해 설문조사를 진행하였다. 설문대상은 '16~'17년 항공센터에서 진행한 현장품질지원반 수행업체 65개 이며 이중 39개(60%) 업체에서 응답하였다. 회신 방법으로는 이메일/우편 조사로 진행하였으며 설문 문항은 총 25개로 구성되었다. 응답에 참여한 39개 업체의 인력규모별 분석해보면 50명 이하인 업체 9개, 51명~200명 24개 업체, 200명 이상인 업체 6개로 분류가 되며, 본 연구에서는 샘플수가 가장 많은 51명~200명의 24개 중소업체를 선정하여 품질효율성을 측정하였다.

3.3 기초통계 분석

설문조사를 통해 수집한 데이터의 기초통계를 분석을 진행하였다. 설문대상자의 ①부서, ②직급, ③설문응답업체의 방산매출비율(전체매출대비)이며 분석한 결과는 Fig 2. Fig 3. Fig 4와 같다.

설문 응답자는 대부분 품질부서에서 근무하는 인원으로 약 79%(19명)로 가장 높았으며, 응답자의 직급은 차장급이 33%로 가장 높음을 알 수 있었다.

또한, 24개 업체 중 약 33%(8개) 업체는 전체 매출에서 방산분야의 매출이 70%이상을 차지하는 것으로 분석이 되었다.

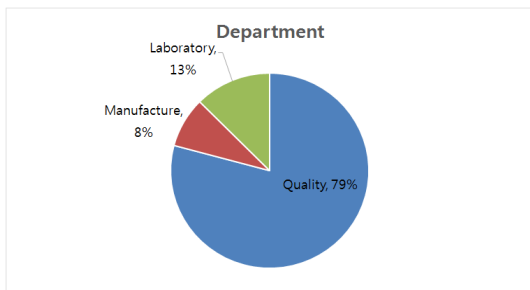


Fig. 2. Response Department

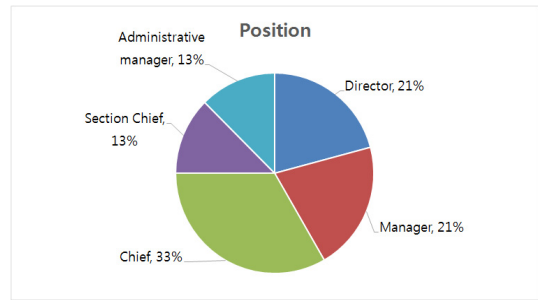


Fig. 3. Respose Position

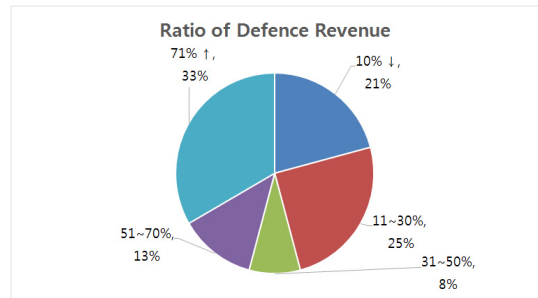


Fig. 4. Ratio of Defence Revenue

한편, 선정된 업체들이 대한 투입 및 산출 변수의 기초 통계정보는 Table 2 와 같다.

Table 2. Statistical Information

	Ave.	Std.	Min	Max
QA Employee	8.375	4.53	1	18
Number of Improvement requirements	4.04	3.03	0	11
Sales (in Billion Won)	22.6	16.3	3.8	80
Number of QMS Certifications	2.08	0.77	1	4

또한, 효율성 및 생산성 측정치의 신뢰도 향상을 위해 투입변수와 산출변수간의 상관관계 분석을 수행하였으며, 분석결과 Table 3 와 같다. 분석결과를 살펴보면 품질부서의 인원수와 개선사항의 건수의 관계는 -0.13으로 음의 상관관계를 가지고 있다. 이는 품질부서의 인원수가 많을수록 개선사항의 건수가 적다라고 판단할 수 있다. 이를 제외하고 0.32~0.44로 전반적으로 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 분석되어 변수 선정이 적절하다고 볼 수 있다.

Table 3. Correlation among Variables

	QA Employee	Number of Improvement requirements	Sales (in Billion Won)	Number of QMS Certifications
QA Employee	1.000			
Number of Improvement requirements	-0.13	1.000		
Sales (in Billion Won)	0.44	0.33	1.000	
Number of QMS Certifications	0.39	0.33	0.32	1.000

4. DEA를 통한 효율성 분석 결과

본 연구에서는 항공분야 중소기업체의 품질효율성을 측정하기 위해 EnPas 프로그램을 이용하였으며 임직

원수(품질부서)와 식별된 개선사항건수(현장품질지원반 활동을 통해)를 투입변수로 설정하였다. 산출변수로는 매출액과 업체에서 획득한 인증수(품질경영시스템)을 설정하여 품질효율성을 분석하였다. 품질효율성 분석을 위해 CCR모형 및 BCC모형을 각각 사용하였으며 규모의 효율성(SE: Scale Efficiency)을 분석하였다. 분석 결과는 Table 4 와 같다.

Table 4 는 CCR 모형 및 BCC 모형을 이용하여 측정 한 품질효율성 값을 나타낸다. CCR에서 효율성 값이 1 인 DMU는 SE에서도 효율성 값이 1을 나타내므로 DMU 2, DMU 4, DMU 11, DMU 13, DMU 14, DMU 19, DMU 20 기업은 효율적으로 운영을 하고 있으며, 규모 또한 제대로 활용하고 있다고 할 수 있다.

CCR모형을 기준으로 분석을 해보면 효율적인 DMU 는 DMU 2, DMU 4, DMU 11, DMU 13, DMU 14, DMU 19, DMU 20로 총 24개의 DMU중에서 7개로 나타났다. CCR모형의 평균 품질효율성은 0.659로 집단 내에 평균 이하의 품질효율성을 보이는 기업은 13개이며

Table 4. Analysis results of Quality Efficiency

DMU	CCR(TE)	BCC(PTE)	SE	Reason of Inefficiency	
				IRS	DRS
DMU1	0.9136	0.9136	1		
DMU2	1	1	1		
DMU3	0.4031	0.5298	0.7609		●
DMU4	1	1	1		
DMU5	0.2926	0.2926	1		
DMU6	0.7933	0.8581	0.9245		●
DMU7	0.4103	0.4286	0.9573	●	
DMU8	0.4758	0.6154	0.7732	●	
DMU9	0.6248	0.7544	0.8282		●
DMU10	0.7538	1	0.7538		●
DMU11	1	1	1		
DMU12	0.2815	0.4615	0.61	●	
DMU13	1	1	1		
DMU14	1	1	1		
DMU15	0.4045	0.4324	0.9355	●	
DMU16	0.7635	1	0.7635	●	
DMU17	0.4803	0.5333	0.9006		●
DMU18	0.4324	0.4706	0.9188	●	
DMU19	1	1	1		
DMU20	1	1	1		
DMU21	0.4074	0.4306	0.9461		●
DMU22	0.5926	0.6	0.9877	●	
DMU23	0.3648	0.3648	1		
DMU24	0.4324	0.4706	0.9188	●	

Table 5. Analysis results of SE

		CCR Efficiency	BCC Efficiency	Scale Efficiency
DMU	Efficiency	7	9	10
	Inefficiency	17	15	14
	계	24	24	24
Value of Average Efficiency		0.659	0.714	0.91
RS (Return to scale)	CRS		10	
	IRS		8	
	DRS		6	

이는 약 54.1%가 비효율적인 것으로 나타났다. 규모의 상태가 최적인 아닌 규모의 경제성과 비경제성을 동시에 고려한 BCC모형에서는 효율성 값이 1인 효율적인 DMU는 DMU 2, DMU 4, DMU 10, DMU 11 DMU 13, DMU 14, DMU 16, DMU 19, DMU 20으로 CCR 모형보다 2개 증가한 총 9개로 나타났다. BCC모형에서는 효율적인 DMU 이지만 CCR모형에서는 비효율적인 DMU로 분류된 DMU 10와 DMU 16의 경우 기업의 내부 운영은 효율적이었으나 규모의 측면에서 비효율적인 것으로 볼 수 있다. 결국 이러한 DMU 기업들은 규모를 조정함으로써 비효율성을 제거 할 수 있을 것이다.

다음으로 Table 5 규모의 수익을 살펴보면 10개의 중소기업체가 불면규모수익(CRS) 상태이며 규모의 비효율성을 가지는 12개의 중소기업체중 체증규모수익(IRS) 상태인 중소기업체는 8개이며 6개의 중소기업체는 체감규모수익(DRS) 상태로 분석되었다. 좀 더 자세히 설명하자면 체증규모수익(IRS) 상태인 DMU 7, DMU 8, DMU 12, DMU 15, DMU 16, DMU 18, DMU22, DMU 24의 경우 비효율성의 원인은 운영의 비효율성에 의한 것이 더 크므로 향후 효율성 개선을 위하여 업체의 규모 확대보다는 신기술 도입 및 투입요소의 경영개선을 통해 업체의 효율성성을 높여나가야 될 것이다. 반대로 체감규모수익(DRS) 상태인 DMU 3, DMU 6, DMU 9, DMU 10, DMU 17, DMU 21의 경기업의 비효율성의 원인은 운영의 비효율적인 측면보다는 규모의 비효율적인 측면이 더 크므로 규모의 경제 실현을 통해 품질효율성 향상 및 매출액 상승을 기대 할 수 있다.

종합적으로 분석한 결과는 다음과 같다. 본 연구에서 선정한 24개의 항공분야 중소기업체의 품질효율성 값은 CCR 모형을 기준으로 보면 평균 대비 약 29.1%(7개 업체) 효율적이며, BCC 모형에 의한 효율성은 평균 기준으로 약 37.5%(9개 업체) 효율적으로 운영됨을 알 수 있다. 또한, 전체적인 평균 또한 BCC모형의 평균이 0.714이며 SE 효율성의 평균은 0.915이므로 규모의 비효율적

인 측면 보다는 운영의 비효율적인 측면이 높음을 알 수 있었다.

5. 결론

국내 방위산업은 정부의 정책적·제도적 뒷받침 속에 안정적으로 운영되어 왔으나, 전문화 및 계열화 제도가 폐지되면서 국내 방위산업시장도 본격적인 경쟁체제가 도입되기 시작했다. 이러한 국내 방위산업시장의 경영환경 변화는 조직의 효율성을 향상시키기 위해 다양한 방안을 요구하고 있다.

본 연구에서는 이러한 환경 변화에 대응하기 위해 효율성을 측정하기 위한 비모수적인 분석방법인 DEA를 활용하여 방산업체에 종사하고 있는 항공분야 중소기업체의 품질효율성을 평가하고자 한다. 또한 평가 결과를 통해 비효율적 부분에 대한 경영개선의 기초 자료를 제공하고자 한다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, CCR 모형으로 분석한 결과 7개의 업체가 효율적으로 운영됨을 알 수 있었으며, BCC 모형으로 는 9개의 업체가 효율적으로 운영됨을 알 수 있었다.

또한, 비효율적인 DMU에 대해 규모의 효율성 분석을 통해 원인이 규모 측면인지 운영 측면인지 알아보았다. 그 결과 분석대상인 24개의 DMU 중에서 8개의 DMU에서는 운영상의 비효율성이 원인이 되었으며 신기술 도입 등 투입요소의 개선을 통해 효율적인 기업으로의 발전 가능성이 있음을 알 수 있었다. 6개의 DMU에서는 규모의 비효율성이 원인이 되었으며 규모의 경제 실현을 통해 효율적인 방위산업체로 될 수 있음을 알 수 있었다.

둘째, 본 연구에서 CCR 모형으로 분석한 결과와 BCC모형으로 분석한 결과 모두 품질효율성이 1인 업체는 총 7개이다. 이들 업체들의 항공센터 현장품질지원반 평가결과를 살펴보면 평균 87.48점으로 비효율적인 17개 업체의 평균 83.52점 보다 약 4점 이상 높았다. 또한,

효율적인 기업 7개 중 ○○통신, ○○레인, ○○파트너, ○○○마스터, ○○테크 등 5개 업체의 경우 항공센터에서 감사장을 수여한 업체로서 품질효율성 뿐만 아니라 품질경영시스템 수준 또한 높음을 알 수 있었다.

본 연구의 한계점으로는 자료수집의 한계로 인하여 항공분야 중소기업체를 대상으로 분석을 실시하였으나 향후 지역 타센터 기술팀의 협조를 통해 타 체계분야에도 확대 분석해볼 필요가 있을 것이다. 또한, 국내 중소기업체의 품질효율성에 영향을 미치는 정성적인 요소를 계량화하여 입출력변수에 반영이 필요할 것이다. 향후에는 항공분야 뿐만 아니라 타 무기체계 중소기업체로의 확장이 필요할 것이며, 대기업과 중소기업 간의 규모별 품질효율성을 비교하는 후속연구를 기대해 볼 수 있다.

References

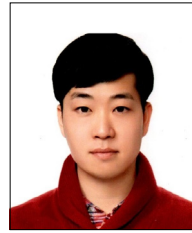
- [1] C. S. Kim, "Development of National Defence Industry." Defense and Technology, Korea, 407, 28-35.
- [2] S. S. Shon, G. B. Gwon, B. H. Jang, "Weekly KDB Report." KDB Bank, Korea.
- [3] Y. I. Song, "Defense Acquisition Project Management." KNDU, Korea, 27-31.
- [4] S. M. Jeong, J. S. Oh, Y. I. Song, "An analysis of Efficiency and Productivity for Defense Industries" *Korean journal of Policy Analysis and Evaluation*. Vol.20, No.4, pp.301-331, 2010
- [5] B. Y. Han, et al., "Defence Science & Technology Level Assessment by Country." Defence Agency for Technology and Quality, Korea.
- [6] DAPA. "18~22 Planning for Developing Defense Industry", DAPA, Korea.
- [7] W. J. Jang, et al., ". "Defense Small & Medium Enterprises' Competitiveness Strengthening Strategy." KIET, Korea, 1-36.
- [8] Y. H. Kim, et al., "Improving Certification System by Analyzing Audit Result of the Defense Quality Management System" *Journal of Korean Society for Quality Management*. Vol.46, No.3, pp.465-482, 2018
- [9] A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6, pp. 429-444, 1978.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [10] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, "Models for the Estimation of Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, vol.30, pp.1078-1092, 1984.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>

- [11] Shephard, R.W., "Cost and production functions," Princeton University Press, New Jersey, 1953
- [12] Farrell, M.J., "The Measurement of Productivity Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A(General)*, Vol.120, No.3, pp.253-290, 1957
- [13] J. D. Lee, D. H. Oh, "Data Envelopment Analysis" Ji Pil Media, Vol.2, 2013
- [14] K. K. Lee, J. L. Park, J. J. Kim, "Efficiency of Korean Construction Company Using DEA-AR/AHP", *Journal of the Architectural Institute of Korea: Structure and Construction*, Vol.29, No.12, pp121-128, 2012
- [15] J. Y. Kim, J. Y. Hong "Global Competitiveness Analysis of National Defense Industry - DEA and Malmquist Production Analysis" *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.16, No.12, pp.8378-8385, 2015

최 재 호(Jae-Ho Choi)

[정회원]



- 2015년 8월 : 연세대학교 산업공학과 (공학석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

품질경영, 서비스품질, 항공우주

박 성 제(Sung-Jae Park)

[중신회원]



- 2012년 2월 : 한국항공대학교 항공공기시스템공학과 (공학학사)
- 2014년 8월 : 일리노이주립대학교 MBA (경영학석사)
- 2011년 8월 ~ 2013년 8월 : 캐세이퍼시픽항공 항공정비사
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

항공공학, 체계공학, 경영전략

최 형 준(Hyoung-Jun Choi)

[정회원]



- 2012년 2월 : 경상대학교 항공우주공학과 (공학석사)
- 2013년 2월 ~ 2015년 7월 : 국방과학연구소 연구원
- 2018년 11월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

항공우주, 체계, 유체

지 상 용(Sang-Yong Ji)

[정회원]



- 2010년 2월 : 부산대학교 재료공학부 (공학석사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

재료공학, 항공공학