

# 국내 방위산업체의 규모수익 효율성 분석

## - 제조원가 및 연구개발 투입을 중심으로 -

전계룡<sup>1</sup> 정성민<sup>2†</sup> 유한주<sup>3</sup>

### 내용목차

1. 서 론
2. 이론적 고찰
3. 연구모형 설계
4. 실증분석
5. 결 론

---

1 송실대학교 경영학과 박사과정

2† 송실대학교 경영학과 박사과정

(교신처자 Tel : 02-2079-5248 E-mail : nv007@hanmail.net)

3 송실대학교 경영학과 교수

논문접수일: 2012년 11월 8일 게재확정일: 2012년 12월 24일

논문수정일: (1차: 2012년 11월 15일 2차: 2012년 11월 29일)

# Analysis of the Efficiency of Domestic Defense Industries Considering a Return to Scale - Focused on Production Costs and R&D Inputs -

Jun, Kye Ryong<sup>1</sup> Jung, Sung Min<sup>2†</sup> Yoo, Han Joo<sup>3</sup>

## Abstract

At the end of 2008, specialized and affiliated institutions were abolished, and the introduction of competition in the domestic defense market began to intensify competition between companies, which is expected to keep accelerating.

Thus, defense companies must gain a competitive advantage in this competitive environment by continually improving the efficiency of their research and development efforts.

In addition, accurate measurement of the efficiencies that may arise in the course of operating inefficiencies is important for the enhancement of the efficiency and competitiveness of new research and development efforts to make them internationally competitive, and effective improvement methods must be pursued through practical improvement activities.

Accordingly, the authors of this study on defense industries aim to provide indicators of the degree of inefficiency of defense companies, to improve their planning and conduct of practical activities to improve their efficiency. In addition, financial indicators were identified and research and development activities were carried out to take advantage of the input/output variables of the efficiency in the two-phase analysis.

<Key Word> *TE, PTE, SE, Efficiency, Inefficiency*

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

2012년 8월 30일 이명박 대통령은 방위사업청에서 진행된 제133차 비상경제대책회의에서 "방위산업 발전은 기본적으로 대한민국의 기초과학을 강화해야 한다는 생각을 갖고 출발해야 한다"고 말했다.[18]

특히, "민·군 간 연구개발(R&D) 협력이 필요한 시점"이라며 방산 분야에서 대한민국은 어떤 나라와도 상황이 다르므로 단순한 산업이 아니라, 국방이라는 목표가 있으므로 더욱 열심히 해주기 바란다"고 당부하였다.

이날 방위사업청은 회의에서 국방 R&D 사업을 '업체투자 우선 원칙'으로 전환하고 복수업체가 참여하는 R&D 사업을 활성화하겠다고 밝혔다. 또한, 해외·민간 수요를 감안해 국방 R&D 사업추진 전략을 수립하고 국외 구매대비 경제적 효과가 크거나 해외 도입이 불가능한 사업에 R&D 역량을 집중하기로 했다.

이처럼, 정부 및 방위사업청은 향후 업체주도 연구개발 사업을 지속적으로 확대해 나갈 전망이며, 그 중요성이 매우 커지고 있는 시점이다.

2010년 말 기준, 방산업체 인원은 150,530명, 방산부문은 25,439명으로 회사 전체 인원 대비 16.9%의 비중을 차지하는 것으로 한국방위산업진흥회는 분석하였다.

방산연구원은 5,503명으로 방산부문 인원대비 21.6%를 차지하고 있으며, 방산 연구원의 학위별 구성은 박사 306명, 석사 2,076명, 학사 2,734명 등으로 <표 1>과 같다.[19]

<표 1> '10년 방산업체 인원 현황

구분	업체수 (개)	인원수(명)			방산 연구원 수(명)				
		민수	방산	계	박사	석사	학사	기타	계
대기업	28	120,394	20,620	141,014	267	1,816	2,207	302	4,592
중소기업	62	4,697	4,819	9,516	39	260	527	85	911
계	90	125,091	25,439	150,530	306	2,076	2,734	387	5,503

2010년 기준 방산업체의 신규 연구개발투자 누계를 살펴보면, 회사 전체는 1조 1,583억원으로 전년보다 1,045억원 감소하였고, 방산부문은 전년보다 1,255억원이 증가한 6,997억원을 투자한 것으로 나타났다.

방산부문 신규 연구개발투자 실적은 방산부문 매출액 기준의 7.5% 수준으로 이는 회사전체 매출액 기준의 1%에 비해 방산부문의 연구개발투자 비중이 약 7.5배가 더 많은 것으로 <표 2>와 같이 나타났다.

신규 연구개발투자 실적 비중이 가장 많은 부분을 차지한 분야는 화력(24%) 분야이고, 그 다음으로 항공유도(22%), 기동(21%), 통신전자(18%) 순으로 나타났다.

기업 규모별 신규 연구개발투자 실적은 대기업이 1조 787억원으로 93%를 차지하고

있으며, 중소기업이 796억원으로 7% 수준을 차지하고 있는 것으로 분석되었다.[19]

이러한 현상은 2008년 말 전문화 및 계열화 제도가 폐지되면서 국내 방산시장에 본격적인 경쟁체제가 도입되기 시작하면서 대기업 위주의 방산 연구개발이 이루어진 결과라 할 수 있다. 기업 간 경쟁은 현재에도 심화되고 있으며, 앞으로도 가속화 될 전망이다.[10][12]

<표 2> '10년 매출액 대비 연구개발투자 실적

구 분	회사전체	방산부문
매 출 액	1,211,679 억원	93,303 억원
연구개발 투자액	11,583 억원	6,997 억원
비 중	1.0 %	7.5 %

방위산업체들은 방산분야에서 경쟁우위를 차지하기 위해 경영효율성 향상 및 규모의 경제를 실현해 나가고자 노력할 것이며, 업체 간 인수·합병 등의 구조 조정 등도 활발히 진행될 것으로 예상된다.[1][14]

결국, 업체들은 경쟁환경 속에서 살아남기 위해서는 자사의 경쟁력 향상을 위해 연구개발 효율성을 높여 나갈 필요가 있겠다.[3]

방위산업체들이 국제적 경쟁력을 갖추어 나가고 신규 연구개발을 수행함에 있어서 효율성 및 경쟁력을 향상시켜나가기 위해서는 연구개발 운영과정에서 발생하는 비효율성을 정확하게 측정하고 객관적인 평가를 통해 효과적인 개선전략과 개선방안을 수립, 개선활동을 추진해 나가야 한다.

이를 위해 본 연구에서는 방위산업체가 경영 활동에서 필요한 객관적인 평가 자료를 제시하기 위해 일정의 투입요소와 산출요소를 활용하여 개별 업체의 연구개발 효율성을 객관적으로 평가하고, 비효율적 요소에 대한 경영개선 자료를 제시하고자 한다.

## 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 방위산업체들 간의 상대적 효율성을 평가하기 위해 2단계 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, 이하 DEA) 모형을 이용하고자 하며, 이를 통해 방위산업체들의 연구개발 효율성 제고를 위한 경영개선 목표를 실증적으로 분석하고자 한다.

일반적인 효율성 평가는 1단계에서 주로 이루어지나, 본 연구에서는 업체의 전반적인 경영활동 속에서 제조원가 측면과 연구개발 측면을 분리하여 객관적인 결과를 도출하고자 한다.

1단계 효율성 평가에서는 제조원가 중심의 투입/산출 요소를 활용하여 업체들의 상대적 효율성을 평가하고, 2단계에서는 연구개발 투입/산출 요소를 중심으로 업체 간 효율성을 평가한 후 총 효율성 값을 도출해내고자 한다.

신뢰성 있는 실증분석을 위해 DEA 분석 전용 모델인 EMS(Efficiency Measurement System) Version 1.3 Package를 활용하고자 하며, 연구의 범위는 2010년 기준 매출액 상위 30위 업체 중 투입/산출 요소 확보가 가능한 17개 업체를 대상으로 하고자 한다.

2011년도 경영분석 자료를 활용하기에는 방위산업체 경영분석자료 발간 시기 및 학회 일정 상 곤란하기 때문이다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 자료포락분석

DEA는 1978년 “European Journal of Operational Research”에서 텍사스 대학의 Charnes, Cooper, 그리고 Rhodes에 의해 발표된 경영분석 기법으로 이들의 이름을 따라 CCR 모델이라고도 불려진다.[17]

효율성 측정을 위한 DEA 모형은 다수의 투입물로 다수의 산출물을 생산하는 의사결정단위(Decision Making Unit, 이하 DMU)의 상대적 효율성을 측정하는 방법으로 구체적인 함수를 추정하지 않는 비모수적 선형계획법에 의한 추정방법이다.[4]

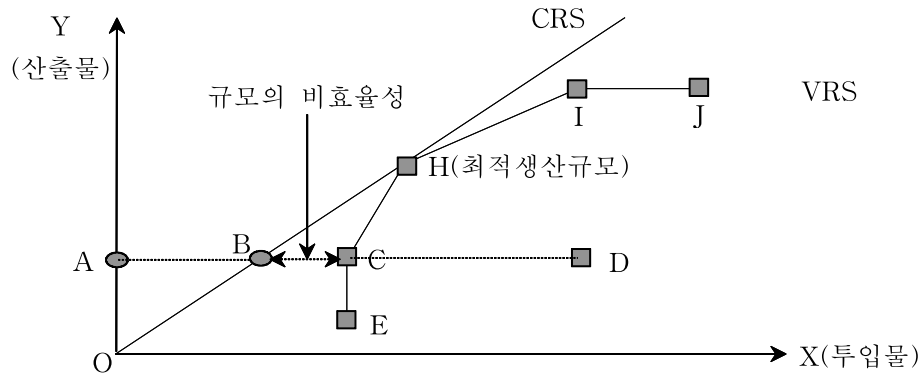
또한, 생산함수 혹은 비용함수를 규정하여 모수를 추정하는 기존의 분석 방법들과는 달리 경영부분의 투입요소, 산출요소들을 활용하여 DMU들의 효율성을 정량화된 수치로 평가할 수 있어 본 연구의 분석 방법으로 적용하였다.

CCR 모형은 규모에 대한 수익불변(CRS : Constant Return to Scale)이라는 가정하에 모형이 도출되기 때문에 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 지니고 있다.[6] 이에 Banker, Charnes & Cooper(1984)는 이러한 단점을 보완하고자 수익 고정모형을 확장하여 수익변동모형(VRS : Variable Return to Scale)을 설명하였으며, 이를 BCC 모형 혹은 VRS 모형으로 일컫는다.[16]

<그림 1>을 통해, BCC 모형에서 평가되는 효율성 지표들에 대해 살펴보면, CRS선 아래에 있는 DMU D의 기술적 비효율성은 선분 BD이고 VRS선 아래의 DMU D의 기술적 비효율성은 선분 CD이다.

따라서, CRS 가정하의 기술적 효율성은  $AB/AD$ 이고 VRS 가정하의 기술적 효율성은  $AC/AD$ 이며, CRS 및 VRS를 모두 고려한 규모의 효율성은  $AB/AC$ 가 된다.

CCR 모형으로부터 얻어진 효율성은 규모효과를 고려하지 않았기 때문에 기술적 효율성이라 하고, BCC 모형으로부터 얻어진 효율성은 규모수익가변 상황을 고려하고 있으므로 순수 기술 효율성이라고 한다.[5]



<그림 1> 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성

주어진 투입물 수준을 유지하면서 생산되는 산출물을 극대화하려는 산출 극대화 형태의 투입지향 BCC 모형은 다음과 같은 분수계획법 형태로 주어진다.[2]

s는 효율성을 측정하고자 하는 의사결정단위의 산출요소 수, m은 투입요소의 수를 나타내며,  $y_{rj}$ 와  $x_{ij}$ 는 산출물과 투입물의 실제 관찰치를 나타내는 상수이다.  $\epsilon$ 은 비아르키메데스 상수로  $v_i$ 와  $u_r$ 가 최소한의 양의 값이 되도록 제약하는 역할을 한다.

이 값은 항상 '0'이상의 값이 되어야 하며, 이는 곧 어떠한 투입이나 산출은 비효율적 손실을 초래한다는 것을 의미한다.[7] 또한,  $u, v$ 는 대상 의사결정단위의 각 산출요소와 투입요소의 가중치로써, 참조 집합으로 사용된 모든 의사결정단위들의 자료를 이용한 자료포락분석 계산 결과로 구해진다.

$$Max. h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}, \quad s.t. \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad \text{식 (1)}$$

$$j = 1, 2, \dots, n \text{ (DMU수)}, v_i \geq \epsilon > 0, \\ i = 1, 2, \dots, m, u_r \geq \epsilon > 0, r = 1, 2, \dots, s$$

식 (1)의 목적함수 분모인 투입 요소의 가중 합을 1로 고정시킨 후 일반적인 선형계획법 문제로 변형시키면 다음과 같다.

$$Max h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0 \quad \text{식 (2)} \\ s.t. \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 \leq 0, j = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad u_i, v_i \geq \epsilon, \forall r, i$$

위 선형계획법에서  $u_0$ 는 부호제약을 받지 않는 규모지수를 나타내는데 이 점이 투입 지향 CCR 모형과의 차이점이다. 최적 해를 구한 후 도출되는  $u_0$ 를 통하여 평가대상 DMU의 규모수익 현상을 파악할 수 있다.[8]

만약,  $u_0 < 0$  이면 규모수익체증,  $u_0 = 0$ 이면 규모수익불변,  $u_0 > 0$ 이면 규모수익체감이 된다. 위 선형계획 문제를 쌍대문제로 변형하면 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned}
 \text{Min } h_0 &= \theta && \text{식 (3)} \\
 \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{i0}, \quad i = 1, \dots, m. && \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 && s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0, \quad \forall i, r, j
 \end{aligned}$$

비모수적 프론티어의 분절적 선형형태는 모수적 함수형태에서는 발생하지 않는 여유 (Slack) 변수가 발생한다. 이는 곧, 의사결정단위들이 효율적이기 위한 조건은 효율성 값이 '1'이 되고, 투입 측면에서의 여유 변수들이 모두 '0'이 되어 다른 의사결정단위들에 비해 투입의 낭비가 없었다는 것을 의미하게 된다.[9]

## 2.2 선행연구 고찰

자료포락분석은 초기 공공기관 및 비영리기관의 비 계량화된 투입, 산출 요소들의 효율성을 평가할 목적으로 개발되었다. 이에 따라, 초기 연구는 의료기관, 교육기관 및 정부기관 등 공공기관의 효율성을 평가하는데 많이 활용되었다.[13]

<표 3> 자료포락분석 방법을 활용한 효율성 분석에 관한 선행연구

연구자(연도)	연구 주제
김영태(2012)	○ 2단계 DEA를 이용한 SCM 성과의 효율성 평가에 관한 연구
지가영(2012)	○ DEA를 활용한 대학운영효율성 평가
이철희(2012)	○ DEA를 활용한 국내 컨테이너 터미널 효율성 분석에 관한 연구
서영준(2011)	○ ASEAN 지역 항만의 효율성 평가에 관한 연구
정성민 외(2011)	○ Fuzzy-DEA를 활용한 방위산업체의 운영효율성 분석
방민석 외(2011)	○ 자료포락분석을 활용한 지방 R&D 사업의 효율성 분석
김무영 외(2011)	○ DEA 기법을 활용한 특성화 고등학교의 효율성 분석
이규웅 외(2010)	○ DEA 기법을 활용한 카지노 기업간의 경영 효율성 분석
이경제 외(2008)	○ DEA 모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가

이 후 자료포락분석을 적용한 선행연구는 그 평가대상이 매우 다양하게 적용되고 있으며, <표 3>과 같이 그 범위 또한 확대되는 추세이다.[11]

이 중, 김영태(2012)는 중소 방위산업체를 중심으로 2단계 DEA를 이용한 SCM 성과의 효율성 평가에 관한 연구에서 CCR 모형의 경우 전체 31개 업체 중에서 효율적인 기업이 총 9개 업체(29%)로 도출하였고 평균 효율성 값은 0.7324로 소기업의 효율성 평균 값은 0.8361, 중기업은 0.6066으로 나타나 소기업이 중기업에 비해 효율적으로 운영되어지고 있음을 분석하였다.[3]

또한, 이규웅(2010)은 투입요소를 콤프 비용, 인건비, 경비 및 관관비로 산출요소를 매출액으로 하여 한국 외국인 전용 카지노 16개 업체를 대상으로 상대적 효율성을 측정하였다. 연구자는 실증분석을 통해 국내 외국인 카지노 산업의 비효율성은 규모의 비효율성 보다는 운영의 비효율성에 기인하고 있음을 알 수 있었으며, CCR 모형 최소화 조건에서 비효율성 집단에 대한 개선 가능치를 정략적으로 제시하였다.[9]

이처럼, 자료포락분석은 업체 간의 상대적 효율성을 평가하고, 개선 가능한 목표를 구체적으로 제시한다는 점에서 매우 효과적이라 할 수 있다. <표 4>는 최근까지 연구된 방위산업체의 연구개발에 관한 선행연구들로 특히, 김장현·이선현·최형묵(2011)은 복합평가 모델을 활용하여 방산업체 연구개발 효율성을 평가하였다.

선행연구자들은 매출액 상위 7개 업체를 대상으로 상대적 효율성을 평가하였으며, 정성적 가중치를 반영한 정량적 지표를 활용하였다.[4] 하지만, 위 연구는 7개 방위산업체들에 대해 연구가 진행되어 표본이 매우 작다는 한계점이 있으며, 활동 지표, 생산 지표, 수익 지표, 성장 지표, 유동성 지표, 자본구조 지표를 투입요소로 매출액을 산출요소로 선정하여 제한된 효율성을 평가하였다는 단점이 있다.

**<표 4> 방위산업체의 연구개발에 관한 선행연구**

연구자(연도)	연구 주제
김장현 외(2011)	○ 방산업체 연구개발 효율성 평가에 관한 연구
황의상(2007)	○ 방산업체의 연구개발 투자활동이 경영성과에 미치는 영향
이종진(2004)	○ 한국 방위산업 발전방향연구-국방연구개발 활성화를 중심으로
최석철 외(2004)	○ 방위산업체의 자체 연구개발을 위한 촉진방안
곽영길(2002)	○ 국방 연구개발 체제의 재정립

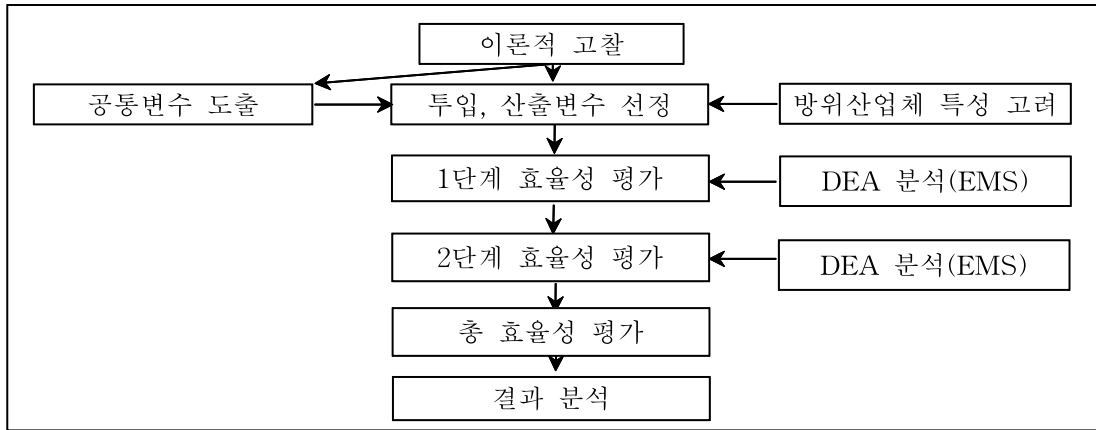
즉, 업체들이 연구개발 활동에 실제로 투입된 연구인력, 가동률, 총자산, 개발비 및 연구비 등이 효율성을 평가하는데 있어 기초자료로 활용되지 못하였다.[15]

이에 따라, 논자는 이러한 제한사항을 극복하고 방위산업체들의 연구개발 과정에서 발생하는 현실적인 자료를 활용하여 실증분석을 실시하고자 한다. 이를 위해 실제 방위산업체들의 연구개발 활동 속에서 발생하는 투입/산출 요소들을 중심으로 업체 간 상대적 효율성을 평가하고자 한다.

### 3. 연구모형 설계

#### 3.1 분석절차 및 표본선정

방위산업체들의 연구개발 효율성 분석을 위한 실증분석 절차는 <그림 2>와 같다. 앞에서 살펴본 선행연구 및 이론적 고찰을 토대로 방위산업 분야의 고유 특성을 고려하여 투입, 산출요소를 선정하고, DEA 분석방법을 활용하여 상대적 효율성을 평가하고자 한다.



<그림 2> 실증분석 절차

이후, 실증분석을 통해 도출된 계량화된 정보를 통해 효율적 DMU와 비효율적 DMU를 평가하고, 종합적인 해석과 결과 분석을 통하여 경영개선을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

본 연구의 실증분석을 위한 표본(DMU)은 국내 전 방위산업체 중 2010년 매출액 기준 상위 30위 중 투입/산출요소 확보가 가능한 17개 업체를 <표 5>와 같이 표본으로 선정하였으며, 13개 업체는 제조원가 및 연구개발 투입요소가 정량적으로 확보가 불가하여 분석대상에서 제외하였다.

<표 5> 표본(DMU) 선정 결과

구 분	업 체 명(표기 : Initial)	구 분	업 체 명(표기 : Initial)
DMU 1	St	DMU 10	Fu
DMU 2	Ds	DMU 11	Eo
DMU 3	Li	DMU 12	Sa
DMU 4	Ka	DMU 13	Ls
DMU 5	Ha	DMU 14	Hd
DMU 6	Hy	DMU 15	Sm
DMU 7	Sx	DMU 16	Yu
DMU 8	Ki	DMU 17	Hu
DMU 9	Dm		•

### 3.2 투입 및 산출변수 선정

DEA 모형의 장점은 평가대상의 효율성 정도를 분석할 수 있을 뿐만 아니라, 상대적으로 비효율적인 부문과 개선해야 할 정도를 제시해 준다는데 있다.

이와 같은 특징으로 인해 변수 선정시 개선 가능성(Improvability)이 있는 변수를 선정하는 것이 매우 중요하며, 제한된 평가 변수로 조직의 모든 투입과 산출을 나타낼 수는 없을지라도 대표성을 띤 변수를 선정해야한다.

<표 6> 투입 및 산출변수

구 분	투입변수(방산부문)	산출변수(방산부문)
제조원가 측면	노무비, 재료비, 경비, 판매비 및 관리비	매출액
연구개발 측면	연구인력, 개발비 및 연구비, 총 자산, 가동률	매출액

본 연구에서는 Cobb-Douglas 생산함수( $Y = K^\alpha L^\beta$ ) 개념과 선행 연구자들의 공통 변수들을 종합적으로 고려하여 2단계 DEA 분석을 위해 제조원가 및 연구개발로 구분하여 투입/산출변수를 <표 6>과 같이 선정하였다. 투입 및 산출변수에 대한 기초 데이터는 한국방위산업진흥회에서 발간되는 방위산업체 경영분석 자료를 활용하였으며, 입력 자료는 업체의 방산부문을 중심으로 정량적 데이터를 사용하였다.

## 4. 실증분석

### 4.1 1단계 효율성 평가(제조원가를 중심으로)

CCR 분석 모형은 규모수익 변화에 대한 상대적 효율성 평가가 이루어지지 못하여 업체의 비효율성 요인을 순수기술요인과 규모적 요인으로 구분하여 명확히 설명해 주지 못한다. 따라서, 업체의 효율성을 평가 시에는 규모수익 가변 상황을 고려한 BCC 분석 모형이 적합하다.

CRS(TE)는 규모수익 불변하에서의 투입변수에 대한 기술효율성을 의미하며, 이 수치를 통해 기간 중 투입요소에 대한 비효율성의 정도를 판단할 수 있다.

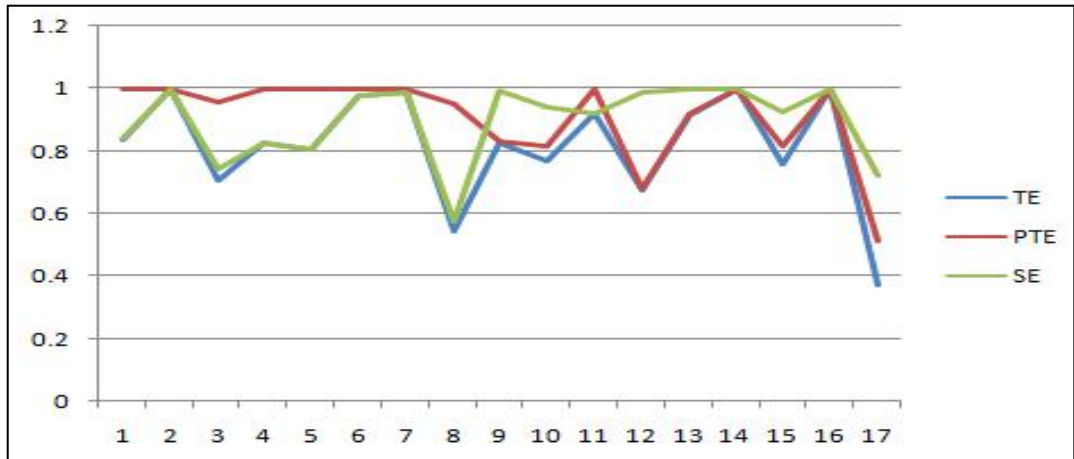
또한, VRS(PTE)는 규모수익 가변상황 하에서 DMU의 효율성을 순수기술 효율성으로 평가하고, SE는 VRS 가정 하에서 DMU의 효율성을 순수기술 효율성과 분리하여 규모의 경제에 입각하여 효율성을 평가하는 기준이다.

<표 7> 효율성 평가 결과

DMU	CRS(TE)	VRS(PTE)	SE	규모수익	참조 집단
1	0.8400	<b>1.0000</b>	0.8400	DRS	1
2	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	2
3	0.7070	<b>0.9559</b>	0.7396	DRS	1, 2, 16
4	0.8251	<b>1.0000</b>	0.8251	DRS	4
5	0.8063	<b>1.0000</b>	0.8063	DRS	5
6	0.9787	<b>1.0000</b>	0.9787	DRS	6
7	0.9902	<b>1.0000</b>	0.9902	DRS	7
8	0.5449	<b>0.9510</b>	0.5730	DRS	1, 2, 16
9	0.8268	<b>0.8317</b>	0.9941	DRS	2, 6, 7, 14, 16
10	0.7692	<b>0.8144</b>	0.9445	DRS	6, 7, 14, 16
11	0.9189	<b>1.0000</b>	0.9189	IRS	11
12	0.6771	<b>0.6828</b>	0.9917	IRS	2, 11, 14, 16
13	0.9181	<b>0.9192</b>	0.9988	DRS	2, 6, 14, 16
14	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	14
15	0.7591	<b>0.8192</b>	0.9266	IRS	14, 16
16	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	16
17	<b>0.3710</b>	<b>0.5134</b>	<b>0.7226</b>	<b>IRS</b>	<b>14, 16</b>

이러한 수치들이 <표 7>과 같이 DMU별로 상이하게 도출되는 이유는 투입요소에 대한 산출물의 정도가 상대적으로 각각 다르기 때문이다.

효율성 평가결과, 규모수익불변 상황 하에서 DMU 2, 14, 16이 효율성 값이 '1'로써 타 업종들에 비해 상대적으로 높은 효율성을 보였으며, DMU 1을 포함한 나머지 14개 업체가 비효율적으로 평가되었다.



<그림 3> 1단계 효율성 평가 값 도식화

또한, 규모수익가변 상황 하에서는 DMU 1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 14, 16의 9개 업체가 효율적으로 평가되었으며, DMU 3을 포함한 8개 업체가 비효율적으로 평가되었다.

특히, 가장 비효율적으로 평가된 업체는 DMU 17로 기술효율성(TE)은 0.3710, 순수기술효율성(PTE)은 0.5134, 규모효율성(SE)은 0.7226으로 나타나 투입변수에 대한 개선이 시급함을 알 수 있었다.

DMU 17의 경우는 제조과정에서 투입변수가 과다 투입되어 기술효율성이 낮게 평가되었으며, 규모의 비효율성이 약 28% 발생하는 바 분석결과를 바탕으로 제조 시설의 확장을 통한 규모의 경제실현이 시급함을 알 수 있겠다.

<표 8> 비효율적 DMU의 적정 투입규모

구 분(단위 : 천원)		노무비	재료비	경비	판매/관리비
DMU 3	현 규모	118,106,908	602,009,521	106,910,100	74,079,117
	준거효율규모	64,334,727	575,454,345	102,198,269	58,095,619
	투입과다분	53,772,181	26,555,176	4,711,831	15,983,498
DMU 8	현 규모	18,079,803	132,798,415	13,422,347	32,908,497
	준거효율규모	9,874,407	126,240,717	12,756,994	11,664,027
	투입과다분	8,205,396	6,557,698	665,353	21,244,470

국내 방위산업체의 규모수익 효율성 분석 : 제조원가 및 연구개발 투입을 중심으로

DMU 9	현 규모	10,439,058	44,072,805	16,168,801	5,309,430
	준거효율규모	8,682,246	36,654,713	13,447,889	4,415,937
	투입과다분	1,756,812	7,418,092	2,720,912	893,493
DMU 10	현 규모	14,749,154	37,473,860	11,759,750	5,618,381
	준거효율규모	6,726,351	30,526,420	9,583,365	4,576,612
	투입과다분	8,022,803	6,947,440	2,176,385	1,041,769
DMU 12	현 규모	13,365,474	25,030,555	6,707,913	5,363,058
	준거효율규모	4,049,506	17,118,536	4,581,803	3,663,057
	투입과다분	9,315,968	7,912,019	2,126,110	1,700,001
DMU 13	현 규모	6,154,170	18,209,433	20,159,969	3,282,272
	준거효율규모	5,656,299	16,722,330	6,847,708	3,016,293
	투입과다분	497,871	1,487,103	13,312,261	265,979
DMU 15	현 규모	6,570,600	18,501,944	7,529,571	3,105,727
	준거효율규모	5,383,060	11,140,539	6,105,838	2,544,227
	투입과다분	1,187,540	7,361,405	1,423,733	561,500
DMU 17	현 규모	6,409,835	25,926,732	4,179,853	7,930,249
	준거효율규모	1,367,782	2,811,895	2,145,793	4,071,155
	투입과다분	5,042,053	23,114,837	2,034,060	3,859,094

규모의 비효율성이 나타난 업체들은('1'이하 값) 규모수익 상황이 IRS인 경우, 시설의 확장이 요구되며, DRS인 경우는 규모의 축소를 통해 효율성을 개선해 나갈 필요가 있다.

또한, 비효율적으로 평가된 개별 업체들은 <표 8>의 적정 투입규모를 고려하여 과다 투입분에 대한 개선을 통해 기술효율성을 높여 나가야겠다. 다시 말해 규모수익이 IRS로 분석된 업체의 경우 시설의 확장을 추진하면서 동시에 생산단위별로 적정투입 비율을 유지하여 효율성을 개선해나가야겠다.

#### 4.2 2단계 효율성 평가(연구개발을 중심으로)

2단계에서는 연구개발 투입/산출변수를 활용하여 개별 업체의 상대적 효율성을 <표 9>와 같이 평가하였다.

효율성 평가결과, 규모수익불변 상황 하에서 DMU 1을 포함한 9개 업체가 효율성 값이 '1'로써 타 업종들에 비해 상대적으로 높은 효율성을 보였으며, DMU 6을 포함한 나머지 8개 업체가 비효율적으로 평가되었다.

<표 9> 효율성 평가 결과

DMU	CRS(TE)	VRS(PTE)	SE	규모수익	참조 집단
1	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	1
2	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	2
3	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	3
4	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	4
5	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	5
6	0.8068	<b>0.9941</b>	0.8116	IRS	2, 4, 5, 9
7	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	7
<b>8</b>	<b>0.4504</b>	<b>0.9048</b>	<b>0.4978</b>	<b>IRS</b>	<b>2, 9, 13</b>
9	0.4081	<b>1.0000</b>	0.4081	IRS	9
10	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	10
11	0.8475	<b>0.9240</b>	0.9172	IRS	2, 10, 16
12	0.7267	<b>1.0000</b>	0.7267	IRS	12
13	0.9026	<b>1.0000</b>	0.9026	IRS	13
14	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	14
15	0.9704	<b>1.0000</b>	0.9704	IRS	15
16	1.0000	<b>1.0000</b>	1.0000	CRS	16
17	0.2797	<b>0.9757</b>	0.2867	IRS	4, 15

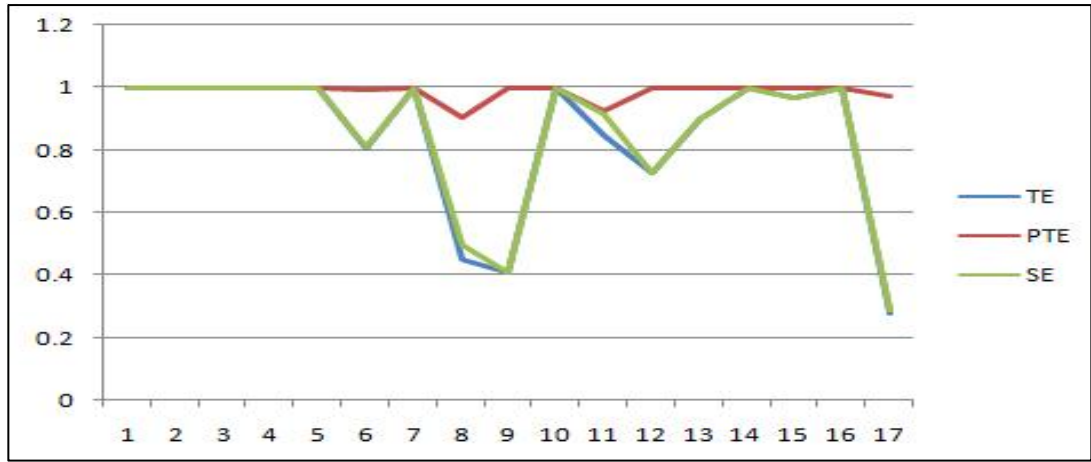
또한, 규모수익가변 상황 하에서는 DMU 1을 포함한 13개 업체가 효율적으로 평가되었으며, DMU 6을 포함한 4개 업체가 비효율적으로 평가되었다.

특히, 가장 비효율적으로 평가된 업체는 DMU 8로 기술효율성(TE)은 0.4504, 순수기술효율성(PTE)은 0.9048, 규모효율성(SE)은 0.4978로 나타나 투입변수에 대한 개선 및 규모의 경제 실현이 시급함을 알 수 있었다.

1/2단계 효율성 평가에서 모두 비효율적으로 평가된 업체는 DMU 8, 17로서 총체적인 경영개선이 요구됨을 알 수 있었다.

특히, DMU 8, 17의 경우는 순수기술효율성에 비해 규모효율성이 매우 낮게 평가됨을 알 수 있으며, 규모수익 상황이 IRS 임을 고려 시 규모의 확장을 통해 효율성을 개선해 나가야 함을 알 수 있었다. 또한, DMU 17의 경우 DMU 8에 비해 제조원가 효율성은 낮은 반면, 연구개발 효율성은 높게 평가되어 제조원가 효율성의 개선을 통해 전반적인 효율성을 향상 시켜 나갈 수 있음을 알 수 있었다.

국내 방위산업체의 규모수의 효율성 분석 : 제조원가 및 연구개발 투입을 중심으로



<그림 4> 2단계 효율성 평가 값 도식화

1/2단계에서 비효율적으로 평가된 업체들은 <표 8>, <표 10>과 같이 정량적으로 도출된 적정 투입규모 결과를 경영개선을 위한 기초자료로 활용할 필요가 있겠다.

<표 10> 비효율적 DMU의 적정 투입규모

구 분(단위 : 명, 천원, %)		연구인력	개발/연구비	총 자산	가동률
DMU 6	현 규모	152	3,043,267	2,469,714,741	58
	준거 효율규모	151	3,025,217	2,174,368,194	58
	투입과다분	1	18,050	295,346,547	0
DMU 8	현 규모	77	3,014,248	7,146,570,092	62
	준거 효율규모	70	1,473,632	2,793,979,874	56
	투입과다분	7	1,540,616	4,352,590,218	6
DMU 11	현 규모	75	1,180,620	69,238,643	87
	준거 효율규모	42	1,090,872	63,981,393	66
	투입과다분	33	89,748	5,257,250	21
DMU 17	현 규모	85	421,501	139,538,605	61
	준거 효율규모	50	219,171	136,162,784	60
	투입과다분	35	202,330	3,375,821	1

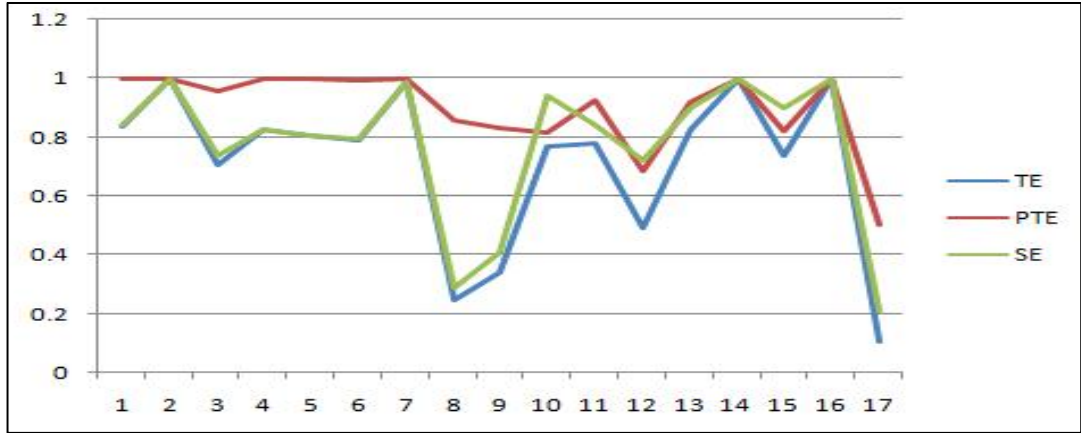
### 4.3 총 효율성 평가

3단계 총 효율성 평가는 1단계 및 2단계 효율성 평가 값을 상호 곱하여 도출한 결과로 <표 11>과 같다

총 효율성 평가 결과 CRS 상황 하 기술효율성은 DMU 2, 14, 16이 상대적으로 효율적인 업체로 평가되었고, VRS 상황 하 순수기술효율성은 DMU 1, 2, 4, 5, 7, 14, 17이 효율적으로 분석되었으며, 규모의 효율성은 DMU 2, 14, 16이 효율적으로 평가되었다.

<표 11> 총 효율성 평가 결과

DMU	CRS(TE)	VRS(PTE)	SE
1	0.8400	1.0000	0.8400
2	1.0000	1.0000	1.0000
3	0.7070	0.9559	0.7396
4	0.8251	1.0000	0.8251
5	0.8063	1.0000	0.8063
6	0.7896	0.9941	0.7943
7	0.9902	1.0000	0.9902
8	0.2454	0.8605	0.2852
9	0.3374	0.8317	0.4057
10	0.7692	0.8144	0.9445
11	0.7788	0.9240	0.8428
12	0.4920	0.6828	0.7207
13	0.8287	0.9192	0.9015
14	1.0000	1.0000	1.0000
15	0.7366	0.8192	0.8992
16	1.0000	1.0000	1.0000
17	0.1038	0.5009	0.2072
평균	0.7206	0.9002	0.7766



<그림 5> 총 효율성 평가 값 도식화

1, 2단계 평가에서 모두 효율적으로 평가된 업체는 DMU 2, 4, 16으로 제조원가 및 연구개발 측면에서 타 업체에 비해 상대적으로 운영관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 분석되었다.

총 효율성 평가 결과 가장 비효율적으로 평가된 업체는 DMU 17이었으며, 규모의 효율성 값이 타 업체에 비해 상대적으로 낮게 평가되어 전반적인 효율성 평가 값이 낮게 도출되었음을 알 수 있었다.

대체적으로 제조원가 측면의 효율성 값이 연구개발에 비해 낮게 평가되었으며, 전반적인 효율성 향상을 위해서는 제조원가 측면의 개선이 시급함을 알 수 있었다.

개별업체들은 1/2단계 효율성 실증분석을 통해 도출된 순수기술 효율성, 규모효율성, 규모수의 상황을 종합적으로 평가, 해석하여 '선택과 집중'을 통한 비효율성 개선을 통해 효율성과 생산성을 높여나갈 필요가 있겠다.

## 5. 결론

2008년 말 전문화 및 계열화 제도가 폐지되면서 국내 방산시장에 본격적인 경쟁체제가 도입되기 시작하면서 기업 간 경쟁은 심화되고 있으며, 앞으로도 가속화 될 전망이다.

경쟁환경 속에서 방산업체들이 경쟁우위를 확보하기 위해서는 자사의 경쟁력 향상을 위해 연구개발 효율성을 높여 나갈 필요가 있겠다.

또한, 국제적 경쟁력을 갖추어 나가고 신규 연구개발을 수행함에 있어서 효율성 및 경쟁력을 향상시켜나가기 위해서는 연구개발 운영과정에서 발생하는 비효율성을 정확하게 측정하고 효과적인 개선방안 수립을 통한 실제적 개선활동을 추진해 나가야 한다.

이에 따라, 논자는 본 연구를 통해 방산업체들의 경영 개선방안 수립 및 실제적 개선

활동을 위한 업체의 효율성, 비효율성 정도를 계량화된 지표로 제공하고자 방산물자 제조과정에서 발생하는 재무적 지표와 연구개발 활동의 투입/산출 변수를 활용하여 2단계 효율성 분석을 실시하였다.

1단계 분석결과 규모수익가변 상황 하에서는 DMU 1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 14, 16의 9개 업체가 효율적으로 평가되었으며, DMU 3을 포함한 8개 업체가 비효율적으로 평가되었다.

특히, 가장 비효율적으로 평가된 업체는 DMU 17로 기술효율성(TE)은 0.3710, 순수기술효율성(PTE)은 0.5134, 규모효율성(SE)은 0.7226으로 나타나 투입변수에 대한 개선이 시급함을 알 수 있었다.

2단계 분석에서는 규모수익가변 상황 하 DMU 1을 포함한 13개 업체가 효율적으로 평가되었으며, DMU 6을 포함한 4개 업체가 비효율적으로 평가되었다.

특히, 가장 비효율적으로 평가된 업체는 DMU 8로 기술효율성(TE)은 0.4504, 순수기술효율성(PTE)은 0.9048, 규모효율성(SE)은 0.4978로 나타나 투입변수에 대한 개선 및 규모의 경제 실현이 시급함을 알 수 있었다.

또한, 총 효율성 분석에서는 VRS 상황 하 순수기술효율성은 DMU 1, 2, 4, 5, 7, 14, 17이 효율적으로 분석되었으며, 규모의 효율성은 DMU 2, 14, 16이 효율적으로 평가되었다. 분석된 결과 값은 방산업체들의 연구개발 효율성 및 생산성 향상을 위한 정량적 지표를 제공하였다는데 큰 의의가 있겠으며, '선택'과 '집중'을 통한 경영합리화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 분석된 연구 결과는 입력 변수의 제약으로 업체의 절대적 효율성을 평가하기에는 곤란하였으며, 다음과 같은 연구의 한계점을 가지고 있다.

첫째, 제한된 투입·산출변수로 인해 방산업체의 효율성 분석이 고정된 틀 안에서 제한적으로 이루어졌다는 점이다. 향후 연구에서는 효율성에 영향을 미치는 경영요소를 더욱더 세부적으로 식별해내기 위해서는 투입 및 산출변수 보다 확장하여 실증분석을 실시할 필요가 있겠다.

둘째, DEA 방법론을 통해 도출된 효율성 평가 결과는 선정된 변수 및 평가 대상의 상대적 비교를 통해 도출된 평가 결과로 절대적인 경영수준을 반영하고 있지는 못하다.

다시 말해, 효율성 값이 '1'로 평가되어 상대적으로 효율성이 높은 업체로 분석되었을 지라도, 해당 DMU가 경영개선의 여지가 전혀 없는 것은 아니다.

왜냐하면, 효율성 값은 선정된 표본 및 입력변수에 따라 값이 다르게 나타날 수 있기 때문이다.

따라서, 향후, 효율성을 평가하는 다양한 연구 방법론을 활용, 실증분석을 실시하고 도출된 결과 값을 상호 비교·분석해나갈 필요가 있겠다.

## 참고문헌

- [1] 광영길, “국방연구개발 체제의 재정립”, 『한국방위산업학회지』, 제9권, 제2호, 2002, pp.47-66.
- [2] 김무영 · 서화정 · 김병주, “DEA 기법을 활용한 특성화 고등학교의 효율성 분석”, 『교육정책경제연구』, 제20권, 제4호, 2011, pp.29-56.
- [3] 김영태. “2단계 DEA를 이용한 SCM 성과의 효율성 평가에 관한 연구”, 박사학위논문, 숭실대학교, 2012.
- [4] 김장현 · 이선현 · 최형목, “방산업체 연구개발 효율성 평가에 관한 연구”, 『한국방위산업학회지』, 제18권, 제2호, 2011, pp.81-105.
- [5] 박만희, 『효율성과 생산성 분석』, 한국학술정보, 2008, pp.75-82.
- [6] 방민석 · 정혜진, “자료포락분석을 활용한 지방 R&D사업의 효율성 분석”, 『지방행정연구지』, 제25권, 제4호, 2011, pp.287-310.
- [7] 서영준, “ASEAN 지역 항만의 효율성 평가에 관한 연구”, 석사학위논문, 한국해양대학교, 2011.
- [8] 이경제 · 김재전 · 조건, “DEA 모형을 활용한 인터넷 기업의 효율성 평가”, 대한경제학회지』, 제20권, 제1호, 2007, pp.109-136.
- [9] 이규웅 · 윤지환 · 최규완, “DEA 기법을 활용한 카지노 기업간의 경영효율성 분석”, 『관광레저연구』, 제20권, 제5호, 2010, pp.361-380.
- [10] 이종진, “한국 방위산업 발전방향에 관한 연구”, 석사학위논문, 한남대학교, 2004.
- [11] 이철희, “DEA를 활용한 국내 컨테이너 터미널 효율성 분석에 관한 연구”, 석사학위논문, 숭실대학교, 2012.
- [12] 정성민 · 유한주, “Fuzzy-DEA를 활용한 방위산업체의 운영효율성 분석”, 『한국방위산업학회지』, 제18권, 제2호, 2011, pp.62-80.
- [13] 지가영, “DEA를 활용한 대학운영효율성 평가”, 석사학위논문, 성균관대학교, 2012.
- [14] 최석철 · 이만희, “방위산업체의 자체연구개발을 위한 촉진방안”, 『한국방위산업학회지』, 제11권, 제1호, 2004, pp.99-120.
- [15] 황의상, “방산업체의 연구개발 투자활동이 경영성과에 미치는 영향에 관한 실증연구”, 석사학위논문, 국방대학교, 2007.
- [16] Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W., “Some Models for Estimating Technical and Scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, Vol.30, 1984, pp.1078-1092.
- [17] Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., “Measuring Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operations Research*, Vol.2, 1978, pp.429-444.
- [18] [www.dapa.go.kr](http://www.dapa.go.kr)
- [19] [www.kdia.or.kr](http://www.kdia.or.kr)