

# DEA분석을 활용한 건설프로젝트 화물포워딩 업체의 효율성 분석

이준우, 박성훈, 오재균, 여기태\*  
인천대학교 동북아 물류대학원

## An Analysis of Forwarding Companies' Efficiency handling Overseas Construction Project Logistics using DEA

Jun-Woo Lee, Sung-Hoon Park, Jae-Gyun Oh, Gi-Tae Yeo\*  
Graduate school of Logistics, Incheon National University

요 약 최근 많은 물류 기업이 프로젝트 물류 관심을 가지고 있음에도 불구하고 기존 연구는 단순히 프로젝트 물류시장의 성장성과 프로젝트 물류의 높은 장벽과 중요성만을 언급하는 연구한계를 가지고 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 DEA분석을 활용하여 국내 주요 해외 건설 EPC기업에 등록되어 해외 플랜트 건설 프로젝트 물류 업무를 수행하고 있는 포워딩 업체의 운영 효율성을 분석하고자 한다. 효율성 분석을 위하여 DEA 분석 기법 중 Super-SBM 분석 및 Malmquist 분석을 활용한다. Super-SBM 분석 결과, DMU 5가 1.807로 1 순위로 나타났다. DMU 5는 모기업인 H사의 안정적인 물량공급과 대형 기업 중 가장 적은 투입과 산출 변수를 가지고 있어 다른 대기업에 비해 효율성이 높게 나타났다. Malmquist 분석결과로는 기술적 발전인 TCI는 변동이 많은 반면 TECI는 비교적 변동이 적은 모습을 확인하였다. 더불어 대기업과 중소기업의 차이가 있어 각 집단에 맞는 효율성 개선 전략을 파악하여 실무에 적용할 필요가 있다.

주제어 : 건설, 프로젝트, 포워딩, 효율성, Super-SBM, Malmquist

**Abstract** Although many logistics companies are interested in project logistics, the existing research has been limited to the growth potential of project logistics market and the high barrier and importance of project logistics. This study analyzes using DEA the operational efficiency of forwarding companies registered in major overseas construction EPC companies and performing logistics services for overseas plant construction projects. For efficiency analysis, Super-SBM analysis and Malmquist analysis are used among DEA analysis techniques. As a result of the Super-SBM analysis, DMU 5 ranked first at 1.807. DMU 5 is more efficient than the other large corporations because it has the stable supply of its parent company H and the smallest input and output variables among the large corporations. As a result of Malmquist analysis, TCI, which is a technological development, showed a fluctuation while TECI showed a relatively stable variation. In addition, there is a difference in scale between major companies and small and medium sized companies. So, it is necessary to identify the efficiency improvement strategy for each group and apply it to the practical work.

**Key Words** : Construction, Project, Forwarding, Efficiency, Super-SBM, Malmquist

\*Corresponding Author : Gi-Tae Yeo(ktyeo@inu.ac.kr)

Received April 3, 2018  
Accepted June 20, 2018

Revised May 14, 2018  
Published June 28, 2018

## 1. 서론

우리나라 물류 산업 중 포워딩 산업은 창고 운송관련 서비스업으로 구분되어, 2016년 3,800여개의 업체가 등록되어 있다[1]. 이중 한국 국제물류협회에 등록된 690여개 업체가 실질적으로 활동하고 있으나, 상당수의 업체는 50인 이하 중소 포워딩 업체이다. 한편 최근 들어 대기업 기본물량을 자산으로 운영 되는 대기업 소속 2자물류 업체들이 포워딩 시장에 적극적으로 진입하고 있다. 또한 오랜 경험과 노하우로 세계 최고기업들과 거래하는 글로벌 물류 기업 역시 국내 시장에서 적극적으로 활동하고 있어, 포워딩 시장은 경쟁이 심화 되고 있다.

해외 플랜트 건설 프로젝트 물류는 해외 플랜트 건설에 투입되는 모든 기자재 및 원자재를 생산지에서부터 건설 현장까지 건설일정에 맞춰 정시에 운송 하는 프로젝트 물류로서, 해외 플랜트 건설 EPC (Engineering, Procurement, Construction) 업체의 입찰 단계에서부터 함께 참여하는 물류 분야이다. 국내 물류 시장에서 생존을 위해 많은 물류 기업들은 새로운 시장에 대해 관심을 가지게 되었으며, 큰 수익을 얻을 수 있어 최근 많은 물류 기업이 프로젝트 물류에 관심을 가지고 있다.

일반적으로 해외에 건설되는 대형 플랜트들은 기존 일반화물이 이동하는 운송루트와 달리 도로가 없는 오지에 건설 되는 경우가 많다. 이 때문에 대형 플랜트 건설에 투입되는 대형 기자재 운반을 위해서 플랜트 입찰 참여 이전에 현지 운송여건 및 통관, 운송 법률에 대한 사전 조사가 이루어져야 한다. 플랜트 프로젝트 물류는 대형 건설 프로젝트에 필요한 중량화물을 포함한 모든 기자재 등을 공사일정에 맞춰 생산지에서부터 운송수단을 이용해 플랜트 현장까지 운송, 공급하는 특수물류이다.

폭발적으로 성장하던 해외 플랜트 건설 시장은 2000년대 말 글로벌 금융위기로 잠시 주춤하였지만, 2013년도에는 5,440억 달러의 사상 최고치 성과를 달성하였다[2]. 해외 플랜트 건설 기업들은 2014년 배럴당 100달러까지 상승한 유가상승 요인으로 인해, 석유자원 수출 통한 막대한 자금력을 가진 중동 주요 산유국가의 석유화학 관련 플랜트 건설에 적극적으로 투자하였다. 하지만 2016년 이후 유가가 배럴당 30달러 수준으로 하락하고, 세계 경기 침체가 이어지면서 해외 플랜트 건설시장은 급격히 위축되었다. 또한 무리한 투자와 저가수주로 해외 건설사업 부문의 대규모 적자에 직면한 국내 주요 건설사들은 해외 플랜트 건설 수주의 위험성을 인식하게

되었다. 더불어 중국, 인도 및 유럽의 주요 건설 업체들에 의한 수주경쟁과 환율 하락에 2016년 이후에는 국내 건설사들의 수주는 매우 부진한 수준으로 하락하게 되었다[3]. 그러나 큰 수익의 보상만큼 높은 진입 장벽의 존재로, 자금 조달에 강점을 가지고 있는 대기업 혹은 중견 기업에 의해 시장이 확장되고 있으며, 그 틈에 중소기업들의 진출이 동반되고 있는 상황이다. 한편 해외 플랜트 건설 시장은 글로벌 경기가 점차 회복 되고, 유가 역시 바닥을 탈출하며 안정적 수준에서 유지되면서 2016년을 바닥으로 점차적으로 회복 될 것으로 예상 되고 있다. 2018년에는 세계 경제성장률 수준인 3% 내외로 성장할 것으로 예상하며, 이후 2020년까지 완만하게 회복할 것으로 전망 된다. 향후, 해외 건설 시장을 이끌었던 중동 국가의 석유화학 플랜트 건설시장의 회복과 그 동안 주춤했던 중국의 인프라 투자와 인도 및 동남아 주요 국가들의 경제 성장으로 해외 건설시장은 지속적으로 성장할 것으로 예측된다. 아래 Fig. 1은 한국수출입은행에서 제시한 건설시장 예측 그래프이다.

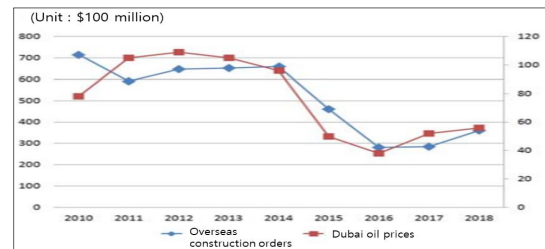


Fig. 1. 2018 Overseas Construction Market Forecast of Korea Eximbank

기존 연구는 분석 대상이 되는 DMU의 관계를 따로 규정하지 않고, 포괄적인 관점에서 서술하고 있는 연구들이 대부분이거나, 단순히 프로젝트 물류시장의 성장성과 프로젝트 물류의 높은 장벽과 중요성에 대해 언급하는 산업 전체에 대한 포괄적인 연구가 대부분이다.

포워딩 산업의 경우 치열한 경쟁을 영위하고 있는 산업 분야이며 다양한 규모의 사업체가 존재한다. 본 연구에서는 여유분을 기반으로 효율성이 1인 기업 간에도 비교가 가능한 Super-SBM분석을 실시한다. 이를 이용하여 대기업에 해당하는 DMU와 중소기업에 해당하는 DMU 간에 차이를 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 국내 물류산업 효율성 관련 선행연구를 제시하고 3장에서는 연구 방

법론인 DEA에 대해 고찰한다, 4장에서는 DEA와 Malmquist를 통한 해외 플랜트 프로젝트 물류를 수행하고 있는 주요 포워딩 업체의 효율성을 분석하며, 마지막 5장에서는 이를 바탕으로 결론을 제시한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 DEA를 활용한 분석

문관식, 임채홍 안경섭[6]은 산업분야 기후변화대응 사업에 대해 효율성 분석을 실시했다. 26개의 DMU를 대상으로 기술 및 사회적 성과에 대한 분석결과를 제시하고 IRS 결과를 나타낸 DMU에 대해 규모 확대를 통한 효율성 제고 방안을 제안했다. 최기운, 윤정호, 이진규, 여기태[7]는 포워딩업체 효율성분석을 진행했고, 국내 상위 15개 포워딩 업체를 선정하고 DEA방법을 활용해 분석했다. 투입변수로 영업외비용, 자본금, 직원수를 사용하였고 산출변수로 영업이익과 매출액을 사용했다. 분석결과 규모에 대한 수익불변을 가정하는 CCR분석과 규모에 대한 수익 가변을 가정하는 BCC분석에서 3개 업체가 효율적인 기업인 것으로 나타났다. 저자는 연구의 차별성으로 포워더의 기능, 포워더와 선사간의 관계형성 요인분석 및 물류기업의 효율성에 관한 연구들이 이루어졌지만 그 대상이 해운기업 또는 선사로 국한되어 있어 포워딩 업체를 대상으로 한 연구가 필요했음을 언급했다.

### 2.2 물류기업 동태적 효율성 분석

물류관련기업에 관한 연구는 국우각[8]에 의해서도 이루어졌다. DEA 기법을 사용하였고, DEA를 변형하여 중·횡단면적 분석이 가능한 Malmquist 지수를 활용하여 육상, 해상, 물류시설 업계의 효율성을 분석했다. DEA 분석결과로는 육상화물 운송업이 0.5932, 해상화물 운송업이 0.3002, 물류시설운영업이 0.4945로 육상화물운송업의 효율성이 가장 높게 나타났다. 저자는 육상화물운송업의 효율성 증가 이유로 1999년 이후 규제완화로 인해 기업간 경쟁이 심화되었고 수급 불균형이 나타나는 등의 효과로 인해 효율성이 높아진 것이라 판단했다. 해상화물 운송업의 경우 2008년 금융위기로 인한 국제경기 하락과 선박 과잉공급 등의 이유로 효율성이 낮게 측정되었음을 주장했다. Malmquist 분석 결과로는 3개 업종 모두가 효율성이 낮게 도출된 것을 볼 수 있었으며, 특히

2008-2009년 기간의 화물운송업의 생산성이 급격히 낮아진 것으로 보아 해당 기간에 제조업과 교역량이 줄어들어 미친 영향이라고 판단했다. 저자는 2001-2009년 3개 영역의 기업군을 DEA기법을 사용하여 분석하였다. 정진구, 김기석[9]은 국내 내화물 업체의 상대적 효율성을 분석했다. 연구의 차별성을 획득하기 위해 그동안 연구되지 않았던 내화물 산업에 대해 연구했다. 투입변수로 직원 수, 고정자산, 총자본을 삼입하였고 산출변수로 당기순이익, 매출액을 사용하였다. 분석에 사용된 업체의 수는 14개이고 2004년부터 6개년의 자료를 사용하여 DEA-Window분석을 실시했다. DEA-Window 분석은 투입물과 산출물의 수에 비해 DMU의 수가 충분하지 못할 때 사용한다. 분석대상 14개 업체 가운데 6개사가 효율적으로 운영되고 있는 것으로 나타났으며 효율성이 낮게 나타난 기업들에 대하여 각각의 벤치마킹 DMU를 나타내고 효율성 제고 방안을 제시했다. 오승철, 안영효[10]는 DEA 분석과 DEA의 동적 분석인 Malmquist 분석을 실시했다. 34개의 종합물류기업을 대상으로 하였고, 선행연구를 기반으로 투입변수와 산출변수를 선정했다. 매출액을 포함한 모형 1의 CCR 분석 결과는 현대 글

Table 1. Used variables in DEA analysis

| Author           | Object  | Variable  |   |
|------------------|---|---|---|
|                  |   | Input Variable  | Output Variable   |
| Choi et al.[7]   | 6 low cost / national airlines                                | Number of employees, wages, operating expenses, non-operating expenses, capital | Passenger transportation revenue, other revenue, the number of flights, passenger |
| Kook[8]          | Freight forwarding, 86 logistics facility operation companies | Labor, assets, operating costs  | Sales, operating profit   |
| Jeong et al[9]   | 14 Domestic Refractories                                      | Number of employees, fixed assets, total capital                                | Net income, sales   |
| Oh et al.[10]    | 34 comprehensive logistics companies                          | Assets, capital, employees  | Sales, Operating Profit, Net Income   |
| Hwang et al.[11] | 25 foreign shipping companies                                 | Assets, capital, ship holdings, fleet capacity, number of employees             | Sales, Operating Profit, Net Income   |

로비스, 범한판토스 두 기업이 가장 높은 효율성을 가진 것으로 분석이 되었고, 그 밖에 0.8 이상의 효율성을 기록한 기업으로 장금상선, 고려종합국제운송, 한국파레트폴이 도출되었다. 저자는 비효율적 기업들은 벤치마킹을 통해 효율성 제고방안을 모색해야함을 주장했다. 황경연, 성봉석, 송우용[11]은 외향해운 25개 기업을 대상으로 DEA 분석과 Malmquist 분석을 실시했다. 투입변수로는 자산, 자본, 선박 보유척수, 선복량, 직원수를 사용했고, 산출변수로는 매출액, 영업이익, 당기순이익을 선정했다. 2006-2010년 까지 자료를 통해 각각 년도에 대한 CCR, BCC 분석결과를 제시했다. 또한 Malmquist 분석을 활용하여 각 년도별 분석에 대한 상승, 하락 %를 제시했으며 종합적으로 기술혁신을 통한 기술변화의 필요성을 제시했다. 또한 생산성, 증가 또는 감소에 미친 영역이 효율성 변화임을 고려하여 생산성 향상을 위해 개별기업의 노력이 필요함을 지적하였다.

### 2.3 연구의 차별성

기존 물류 분야에 적용된 DEA 분석은 대체로 CCR, BCC 분석을 활용하여 분석하는데 그치고 있다. 그러나 동일한 효율경계상에 위치한 DMU 사이에도 효율성의 차이가 존재하여 정확한 효율순위를 산정할 필요가 있다. 더불어 SBM 분석을 통해 변수의 여유분, 부족분을 도출할 수 있는 여유분기반 모형을 활용한 연구가 필요하다. 이러한 측면에서 본 연구는 Super-SBM을 활용해 비교 가능한 효율성 순위를 도출하고, 변수들의 제거 혹은 추가요소를 산정하여 분석대상이 되는 DMU의 개선 정도를 살펴보고자 한다.

## 3. 연구 설계

### 3.1 DEA 분석

DEA (Data Envelopment Analysis) 분석은 1978년 Charnes, Cooper, Rhodes에 의해 비영리 단체, 공공기관 등의 효율성을 평가하기 위해 개발되었다[12]. DEA 분석은 분석 대상이 되는 DMU의 상대적 효율성을 나타냄으로 절대적인 효율성을 검증할 수는 없지만, 비교대상이 되는 DMU간의 효율성을 효과적으로 산출하므로 많은 연구들에 활용 되고 있다[13-15]. DEA 분석 기법 중 본 연구에서는 산출변수를 고정하고 투입물의 변화에 따르는 CCR-I, BCC-I 분석을 실시한다. 또한 CCR 분석에서

효율성 1을 기록한 DMU 간에도 효율성을 비교할 수 있도록 Super-SBM 분석을 실시한다. 더불어 DEA의 동태적 분석인 Malmquist 분석을 통해 시간에 따른 효율성 변화를 측정한다[16-18]. 정태적 분석에 사용된 프로그램은 DEA-Solver Learning version 3.0이며 Malmquist 분석에 사용된 프로그램은 Frontier Analyst 4이다.

Super-SBM 모형은 Super Efficiency 모형과 마찬가지로 효율성 점수를 0과 1 사이에 두지 않아, CCR 또는 BCC 분석 하에 효율성 1이 나타난 DMU 간에도 효율성을 비교할 수 있도록 하고, Super Efficiency에서는 고려하지 않는 여유분을 기반으로 값을 도출한다[19]. 본 연구에서는 Super-SBM 분석을 사용하여 DMU간 상대적 효율성을 도출하고, 각 변수에 해당하는 부족분과 여유분을 제시하여 기업의 효율성 제고 정도를 제시한다. 아래 식 (1),(2)는 Super-SBM의 수식이다.

$$\delta^k = \min \frac{\left[ \frac{1}{m} \sum_{m=1}^M \bar{x}/x_m^k \right]}{\left[ \frac{1}{n} \sum_{n=1}^N \bar{y}/y_n^k \right]}$$

$$s.t \bar{x}_m \geq \sum_{j=1, j \neq k}^J x_m^j \lambda^j (m=1, 2, \dots, M)$$

$$\bar{y}_n \leq \sum_{j=1, j \neq k}^J y_n^j \lambda^j (n=1, 2, \dots, N)$$

$$\bar{x} \geq x_m^k, \bar{y} \leq y_n^k$$

$$\lambda_j \geq 0, (j=1, 2, \dots, j \neq k)$$
(1)

$x^k$  : DMU k의 m차원 투입요소벡터

$y^k$  : n차원의 산출요소벡터

$\theta^k$  : 준거 집단내에서 DMU k의 산출요소벡터를 산출하기 위한 투입요소 벡터의 비율

$\delta$  : 초효율성 측정치

$x_m^k$  : DMU k의 투입요소

$\bar{k}$  : DMU k를 제외하고 만들어진 생산변경 상에 존재하는 투입요소 벡터

$\bar{y}$  : DMU k를 제외하고 프론티어 상에 존재하는 산출요소 벡터

위 식(1)에서 각 변수에 따르는 여유분을 고려하기 위해  $\bar{x}_m = x_m^k (1 + \phi_m)$ ,  $\bar{y}_n = y_n^k (1 + \psi)$ 로 수정하여 정리하면 아래식 (2)를 통하여, Super-SBM을 도출할 수 있게 된다.

$$\delta^k = \min\left(1 + \frac{1}{m} \sum_{m=1}^M \phi_m\right)$$

$$s.t \ x_m^k \geq \sum_{j=1, j \neq k}^J x_m^j \lambda^j - \phi_m x_m^k \quad (m=1,2,\dots,M)$$

$$y_n^k \leq \sum_{j=1, j \neq k}^J y_n^j \lambda^j \quad (n=1,2,\dots,N)$$

$$\phi \geq 0 (\forall m), \lambda^j \geq 0 \forall j (j=1,2,\dots,j \neq k) \quad (2)$$

### 3.2 Malmquist 분석

DEA 분석을 동적분석으로 확장한 Malmquist 생산성 지수(MPI : Malmquist productivity Index)는 Malmquist에 의하여 제시되었다, 이 후 Caves et al.에 의해서 정의되었고 생산성 변화를 측정하기 위해 활용되었다[20]. Fare[21]에 의해 DEA모형을 적용한 Malmquist 생산성 지수 측정이 개발되며 생산성 연구에 활발히 사용되었다. Malmquist 생산성 지수는 TECI라고 하는 기술적 효율성 변화와 TCI라고 하는 기술변화의 곱으로 나타내며, TECI는 기업의 내부요인에 의한 효율성 상승을 의미하고, TCI는 해당 산업의 기술적 발전 여부를 알 수 있다. TECI, TCI 모두 전기 대비 후기의 효율성 점수의 비율이므로 1보다 크면 기술적 효율성 및 기술 발전이 있었다고 해석된다[22]. 아래는 Malmquist 생산성 지수의 수식을 나타낸다[23].

$$M(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \left( \frac{D_c^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_c^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_c^{t+1}(X^t, Y^t)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

### 3.3 변수 선정 및 기초통계량

분석에 사용된 변수는 아래 Table 2와 같다. 투입변수로 해당기업의 자본총계, 직원수, 해외지점 수를 사용하였고, 산출변수로는 매출액을 사용했다. 사용된 변수는 Table 1의 선행연구를 통해 검증된 대표변수를 활용하였다. 아래 Table 3은 각 변수별 평균을 나타낸다.

Table 2. Input and Output Variables

| Input Variables                     | Output Variables |
|-------------------------------------|------------------|
| $I_1$ : Total capital               | $O_1$ : sales    |
| $I_2$ : number of employees         |                  |
| $I_3$ : number of overseas branches |                  |

Table 3. Each years average of data

| Variables | Input Variables  |                        |                                | Output Variables |
|-----------|------------------|------------------------|--------------------------------|------------------|
|           | (I)Total capital | (I)number of employees | (I)number of overseas branches | (O)sales (KRW)   |
| 2014      | 224303.8         | 601.1                  | 19.2                           | 526695.8         |
| 2015      | 227554.0         | 634.3                  | 19.2                           | 528910.2         |
| 2016      | 238043.1         | 647.4                  | 19.2                           | 563569.9         |

## 4. 실증분석

### 4.1 Super SBM 분석 결과

아래 Table 4는 2016년의 CCR-I, BCC-I값, 그리고 Super-SBM값을 나타낸다.

Table 4. Super-SBM Result (\* : Major company)

|       | CCR-I | BCC-I | RTS | Super SBM | Super SBM Rank |
|-------|-------|-------|-----|-----------|----------------|
| DMU1* | 0.638 | 1     | DRS | 0.475     | 10             |
| DMU2* | 0.543 | 0.797 | DRS | 0.414     | 12             |
| DMU3* | 0.717 | 1     | DRS | 0.489     | 9              |
| DMU4* | 1     | 1     | CRS | 1.013     | 5              |
| DMU5* | 1     | 1     | CRS | 1.807     | 1              |
| DMU6* | 0.513 | 0.522 | IRS | 0.367     | 13             |
| DMU7  | 1     | 1     | CRS | 1.056     | 4              |
| DMU8  | 0.831 | 0.952 | IRS | 0.593     | 8              |
| DMU9  | 1     | 1     | CRS | 1.104     | 3              |
| DMU10 | 0.889 | 0.895 | IRS | 0.705     | 6              |
| DMU11 | 0.154 | 0.322 | IRS | 0.101     | 17             |
| DMU12 | 1     | 1     | CRS | 1.239     | 2              |
| DMU13 | 0.496 | 0.597 | IRS | 0.306     | 14             |
| DMU14 | 0.115 | 1     | IRS | 0.066     | 18             |
| DMU15 | 0.965 | 1     | IRS | 0.631     | 7              |
| DMU16 | 0.129 | 1     | IRS | 0.106     | 16             |
| DMU17 | 0.241 | 0.792 | IRS | 0.157     | 15             |
| DMU18 | 0.753 | 1     | IRS | 0.467     | 11             |

Super-SBM 분석을 통해 CCR-I 분석상에서 구분할 수 없었던 효율성이 1로 도출된 DMU 간의 비교가 가능하다.

먼저 대기업 측면에서 효율성 값을 보면, DMU5\*가 1.807로 1순위로 나타났으며, 나머지 대기업 DMU들은,9,12,10 순위로 하위순위를 기록하였다. DMU5\*는 대기업에 속하며 화학 관련 제품을 생산하는 H사의 화물을 기반으로 운영을 하고 있다. 대기업에 속한 DMU 중 가장 적은 투입과 산출변수 값을 가지고 있어 다른 대기업에 비해 작은 규모로 운영되고 있지만 효율성은 가장 높게 나타난 것으로 보인다. 반면 나머지 대기업들은 상당

한 자본총계와 종업원수를 투입하고 있음에도 그에 달하는 매출액은 달성하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 또한 대기업에 속하는 DMU 1\*, 2\*, 3\*의 RTS 결과가 DRS로 나타나 투입요소를 늘릴 경우 비효율을 발생시킬 가능성이 있는 것으로 보인다. 따라서 투입변수의 증가를 지양하고, 현재 투입요소 유지 상태에서 산출물을 증가하는 방안으로 효율성 제고 전략을 수립할 필요가 있다. 중소기업 측면에서 보면 DMU 12, 9, 7이 2~3 순위, DMU 10, 15, 8이 6~8 순위로 나타나 전체 DMU 중 중간 정도 이상의 효율성을 달성하고 있는 것으로 나타났다. RTS

결과를 보면 DMU 7, 9, 12 제외한 모든 중소기업 DMU의 RTS 값이 IRS로 나타난 것을 볼 수 있다. 이는 투입물을 증가시킬 경우 DRS나 CRS로 나타난 DMU들에 비해 단위당 얻는 산출량이 많음을 의미한다. 그러므로 IRS 결과값을 나타내는 중소기업 DMU 8, 10, 11, 13~18 DMU들은 기업의 상황을 고려한 투입변수 증감을 고려한 경영 계획이 필요하다. 대기업 DMU에서는 4개 DMU가 낮은 효율성을 기록하였고, 중소기업 DMU에서는 9개 DMU가 낮은 효율성으로 나타난 것을 확인할 수 있었다. 결과 값들을 확인해보면 효율적으로 나온 DMU와 비

Table 5. Super-SMB Reference ( \* : Major company)

| DMU                          | Efficiency | Inefficiency           | Input variables                          |                        |                                   | Output variables                 |
|------------------------------|------------|------------------------|--|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                              |            |                        | Total capital<br>(unit : million<br>KRW) | number of<br>employees | number of<br>overseas<br>branches | sales<br>(unit : million<br>KRW) |
| DMU1*                        | 0.475      | Inefficiencies scale   | 1489649.2                                | 0.0                    | 34.9                              | 1630352.5                        |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.6%                                    | 0.0%                   | -0.4%                             | 0.3%                             |
| DMU2*                        | 0.414      | Inefficiencies scale   | 492770.6                                 | 0.0                    | 11.1                              | 961512.8                         |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.6%                                    | 0.0%                   | -0.4%                             | 0.6%                             |
| DMU3*                        | 0.489      | Inefficiencies scale   | 239471.7                                 | 314.9                  | 27.6                              | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.6%                                    | -0.2%                  | -0.7%                             | 0.0%                             |
| DMU4*                        | 1.013      | Inefficiencies scale   | 0.0                                      | 0.0                    | 0.1                               | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.0%                                     | 0.0%                   | 0.0%                              | 0.0%                             |
| DMU5*                        | 1.807      | Inefficiencies scale   | 79119.5                                  | 384.8                  | 0.0                               | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 1.4%                                     | 1.0%                   | 0.0%                              | 0.0%                             |
| DMU6*                        | 0.367      | Inefficiencies scale   | 97391.4                                  | 0.0                    | 3.2                               | 169766.3                         |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.6%                                    | 0.0%                   | -0.5%                             | 0.7%                             |
| DMU7                         | 1.056      | Inefficiencies scale   | 3343.5                                   | 0.0                    | 0.0                               | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.2%                                     | 0.0%                   | 0.0%                              | 0.0%                             |
| DMU8                         | 0.593      | Inefficiencies scale   | 15835.9                                  | 0.0                    | 1.8                               | 18127.5                          |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.4%                                    | 0.0%                   | -0.6%                             | 0.1%                             |
| DMU9                         | 1.104      | Inefficiencies scale   | 0.0                                      | 34.4                   | 0.0                               | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.0%                                     | 0.3%                   | 0.0%                              | 0.0%                             |
| DMU10                        | 0.705      | Inefficiencies scale   | 11485.7                                  | 0.0                    | 21.0                              | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.2%                                    | 0.0%                   | -0.6%                             | 0.0%                             |
| DMU11                        | 0.101      | Inefficiencies scale   | 3904.9                                   | 0.0                    | 11.2                              | 105264.1                         |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.2%                                    | 0.0%                   | -0.9%                             | 5.2%                             |
| DMU12                        | 1.239      | Inefficiencies scale   | 0.0                                      | 65.1                   | 0.0                               | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.0%                                     | 0.7%                   | 0.0%                              | 0.0%                             |
| DMU13                        | 0.306      | Inefficiencies scale   | 13465.8                                  | 0.0                    | 53.3                              | 37604.2                          |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.5%                                    | 0.0%                   | -1.0%                             | 0.6%                             |
| DMU14                        | 0.066      | Inefficiencies scale   | 0.0                                      | 33.2                   | 1.7                               | 33369.1                          |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.0%                                     | -0.5%                  | -0.9%                             | 7.2%                             |
| DMU15                        | 0.631      | Inefficiencies scale   | 1583.0                                   | 0.0                    | 25.2                              | 0.0                              |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.1%                                    | 0.0%                   | -1.0%                             | 0.0%                             |
| DMU16                        | 0.106      | Inefficiencies scale   | 0.0                                      | 0.2                    | 0.5                               | 60245.7                          |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.0%                                     | 0.0%                   | -0.5%                             | 6.7%                             |
| DMU17                        | 0.157      | Inefficiencies scale   | 37308.4                                  | 0.0                    | 3.6                               | 39302.2                          |
|                              |            | Inefficiencies scale % | -0.8%                                    | 0.0%                   | -0.9%                             | 1.7%                             |
| DMU18                        | 0.467      | Inefficiencies scale   | 0.0                                      | 14.2                   | 3.9                               | 2571.5                           |
|                              |            | Inefficiencies scale % | 0.0%                                     | -0.4%                  | -1.0%                             | 0.1%                             |
| Inefficiencies scale Average |            | DMU1~6                 | 399733.7                                 | 116.6                  | 12.8                              | 460271.9                         |
|                              |            | DMU7~18                | 7243.9                                   | 12.2                   | 10.1                              | 24707.0                          |

효율적으로 나온 DMU 간에 차이가 많이 나는 것을 확인할 수 있다. 이는 비효율적 DMU들이 효율적 DMU들을 벤치마킹한다고 했을 때, 투입변수에서는 감소분, 산출변수에서는 증가 분을 상당량 조절해야 효율을 달성할 수 있음을 의미한다. 위 Table 5는 Super-SBM 분석상에서 제시하는 각 DMU의 참조점수와 참조정도를 나타낸다. 효율적 DMU는 각 변수에서 발생하는 여유분을 확인하여 제거할 수 있으며, Super-SBM은 효율적으로 나타난 DMU에도 여유분을 계산하여 효율성 제고 정도를 제시한다. Inefficiencies scale 란에 나타난 명목숫자 만큼 해당 변수의 투입량을 줄이거나 늘려야 효율성을 증대시킬 수 있다. 표 하단에는 대기업 DMU와 중소기업 DMU의 변수별 개선 정도를 나타냈다. 투입요소에 있어서는 대기업과 중소기업의 여유 자본총계량 변수가 가장 시급한 개선이 필요한 것으로 나타났다. 즉 보유 자산 수준 만큼의 산출이 이루어지지 않아, 대기업과 중소기업 DMU 모두 자본총계수준에 준하는 산출을 달성하여 효율성을 제고해야할 필요가 있다.

4.2 Malmquist 분석 결과

DEA의 동적 생산성을 보기 위해 개발된 Malmquist 생산성 지수는 생산성의 변화를 기간별로 추정하며, 생산성 변화의 원인을 효율성의 변화와 기술변화로 나누어 나타낸다. 지수 값 1을 기준으로 1보다 큰 지수는 생산성 향상을 의미하며 1보다 작은 값을 나타내게 되면 생산성 하락을 의미한다.

아래 Fig. 2는 각 DMU 별 Malmquist 분석결과의 평균을 나타낸다. TCI가 상승하는 반면, TECI는 하락하는 모습을 나타내고 있다. 이는 기술의 발달로 인한 효율성 증가를 나타내며 기업 내부에 의한 효율성은 감소한 것으로 볼 수 있다. TECI의 수준이 1이상 수준에서 1이하 수준으로 하락하며 전체 지수하락을 주도하였다.

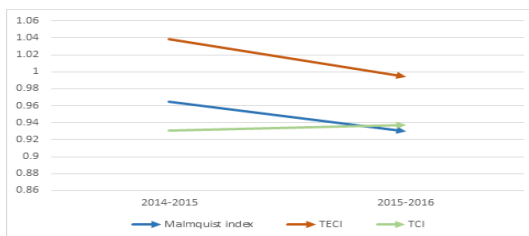


Fig. 2. Changes in Productivity by Period

Table 6. Results of MPI (\* : Major company)

|       | MPI       |           | TECI      |           | TCI       |           |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       | 2014-2015 | 2015-2016 | 2014-2015 | 2015-2016 | 2014-2015 | 2015-2016 |
| DMU1* | 1.027     | 1.0542    | 1         | 1         | 1.027     | 1.0542    |
| DMU2* | 1.2795    | 0.9538    | 1.2257    | 0.8554    | 1.0439    | 1.115     |
| DMU3* | 0.5892    | 1.0899    | 1         | 1         | 0.5892    | 1.0899    |
| DMU4* | 1.0567    | 0.8444    | 1         | 1         | 1.0567    | 0.8444    |
| DMU5* | 1.2038    | 0.9863    | 1         | 1         | 1.2038    | 0.9863    |
| DMU6* | 1.1075    | 1.0446    | 1.0981    | 1.1604    | 1.0086    | 0.9002    |
| DMU7  | 0.6771    | 0.8393    | 1         | 1         | 0.6771    | 0.8393    |
| DMU8  | 1.0485    | 0.9077    | 0.9737    | 1.0414    | 1.0768    | 0.8716    |
| DMU9  | 0.6824    | 0.8145    | 1         | 1         | 0.6824    | 0.8145    |
| DMU10 | 0.9257    | 0.7414    | 1.2519    | 0.8952    | 0.7395    | 0.8282    |
| DMU11 | 0.9968    | 0.9984    | 0.9936    | 1.0099    | 1.0032    | 0.9887    |
| DMU12 | 0.7934    | 1.1474    | 1         | 1         | 0.7934    | 1.1474    |
| DMU13 | 0.9715    | 0.9219    | 1.0859    | 1.0956    | 0.8946    | 0.8414    |
| DMU14 | 1.0067    | 0.9882    | 1         | 1         | 1.0067    | 0.9882    |
| DMU15 | 0.6751    | 0.8335    | 1         | 1         | 0.6751    | 0.8335    |
| DMU16 | 1.022     | 0.9783    | 1         | 1         | 1.022     | 0.9783    |
| DMU17 | 1.0256    | 0.8255    | 1.0571    | 0.8426    | 0.9702    | 0.9797    |
| DMU18 | 1.2768    | 0.774     | 1         | 1         | 1.2768    | 0.774     |

위 Table6은 각 DMU별 MPI지수를 나타낸다. 그 중, 12개 DMU가 하락한 것으로 나타난다. 특히, DMU 2\*, 4\*, 5\*, 8, 14, 16, 17, 18은 2014-2015년 기간에는 1이상으로 효율적인 기업으로 나타났으나, 2015-2016년 기간에는 1이하의 MPI 지수를 기록함으로 Malmquist 평가상에서 비효적인 기업으로 바뀌었음을 알 수 있다. MPI지수가 상승한 DMU는 1\*, 3\*, 7, 9, 11, 12, 15이다. 이 DMU들은 모두 TCI는 약간 상승 또는 유지 상태이며, TECI가 그보다 더 상승하여 MPI값 상승이 나타났다. 이는 기업 내부적 요인으로 인한 효율성은 유지 되었고 DMU 11을 제외하고 나머지 기업들은 기업 외부에 의한 효율성이 상승하여 나타난 결과라 할 수 있다. TECI 결과 값이 큰 차이로 하락한 DMU들도 나타나는데 DMU 2\*는 분석 대상이 되는 DMU 중 2번째로 높은 매출액을 내고 있는 기업이나 1위 매출액을 내고 있는 DMU1\*과는 아주 큰 차이가 나고 있으며, 전기에 비해 자본총계가 큰 수준으로 상승한데 비해 매출액의 증가가 상대적으로 적게 이루어져 TECI 값이 하락한 것으로 나타났다. DMU10의 경우는 유럽항로를 대상으로 장기 계약 컨테이너화물을 취급하고 있었으나, 2016년 당시 유럽항로 운임이 상승하며 매출액 확보에 고전하여 전기의 매출액보다 떨어진 양상을 보이며 TECI의 하락을 나타냈다. DMU 17도 2016년 큰 폭의 매출액 하락을 나타냈는데, 이는 기존 계약 거래 업체였던 D 조선과의 거래 단절로

인해 나타난 것으로 중소기업의 한계상 다변화된 거래망을 확보하지 못해 나타난 결과라 할 수 있다. 이를 제외한 TECI 상의 대부분의 DMU들의 효율성이 1로 나타나고 있어 포워딩 기업 내부적 효율의 변화는 적은 것으로 나타났다. 그러나 TCI상의 분석결과에서는 기간에 따른 차이가 모든 DMU에서 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 포워딩 기업은 기업 외부에 의한 요인에 의해 효율성 달성에 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있다[24, 25].

## 5. 결론

본 연구는 프로젝트 물류사업에 참여하는 국내 주요 물류업체의 대상으로 효율성을 분석하였다. 평가 대상이 된 18개 DMU는 중소기업 12곳과 대기업 또는 대기업의 자회사로서 대기업 물량을 기반으로 운송업을 영위하는 기업 6곳으로 구성되었다.

일반적으로 사용되는 DEA 기법의 분석결과는 다수 DMU의 효율성이 1로 나타난다. 하지만 효율성이 1로 나타난 DMU 집단 사이에도 효율성 차이가 존재함에도 불구하고 비교가 어렵다는 단점이 존재한다. 본 연구는 동일한 효율경계상에 위치한 DMU 사이에도 효율성을 분석하는 방법을 제시하였다는 학문적인 시사점을 갖는다.

Super-SBM 분석 결과 DMU 12, 9, 7, 10, 15, 8 의 6개 업체가 상위 10순위 안의 성과를 도출하고 있어 물류 다각화 및 내부 투입변수 관리를 통해 중소 물류 기업도 경쟁력을 제고할 수 있음을 확인하였다. 하지만 전반적으로 중소기업에 포함되는 비효율적 DMU들은 효율성 제고를 위한 기업 전략수립이 필요한 것으로 보인다. 한편, 대기업과 중소기업 모두 자본 총계량에 있어 상당한 비효율을 가지고 있는 것으로 나타났다. 분석대상이 된 기업들은 경쟁력을 강화하기 위해서 효율성 개념을 이해하고, 기업의 효율성 제고방안을 수립해야한다. 이를 위하여 본 연구에서 제시한 비효율 요소를 인지하고, 다년간의 계획을 거쳐 효율성 제고방안을 수립하여야 할 것이다.

Malmquist 분석결과로는 기술적 발전인 TCI가 기간에 따른 변동이 많이 발생하고 있고, TECI는 대부분의 DMU들이 변동이 없이 잘 유지하는 모습이나, 몇 개의 DMU가 큰 폭으로 하락함으로 TECI 평균이 하락하고 있는 모습을 나타내고 있다. 이는 대체로 포워딩 기업들의 내부 효율성에는 변화가 크지 않으나, 기술발달로 인

한 효율성에는 변동이 존재하는 것으로 볼 수 있다.

본 논문이 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 포워딩 사업은 대기업부터 중소기업 그리고 영세한 기업까지 폭넓은 규모의 기업이 존재하는 산업이다. 따라서 기업마다 비효율을 발생시키는 요소가 다르기 때문에 장단점을 보완하여 효율을 제고해야할 필요가 있다. 따라서 대기업과 중소기업의 규모에 의한 효율성 차이를 인식하고, DMU의 효율성 제고에 노력을 기울여야 할 것이다.

둘째, 중소기업은 대기업과의 경쟁에서 살아남기 위해 다각적으로 노력하고 있다. 그러나 자본과 규모의 한계, 인프라 규모의 한계 등의 어려움이 있어 대기업만큼의 실적을 기대하기는 어렵다. RTS 분석결과, 대기업 6개 DMU 중 3개 기업이 DRS로 나타났고, 중소기업 12개 DMU 중 9개 DMU는 IRS로 나타나 추가 투입 요소 단위 당 얻을 수 있는 산출량이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 따라서 중소기업은 투입 요소 증가에 대한 전략을 세워 효율성 극대화를 기할 수 있다.

셋째, Malmquist 분석결과 포워딩 기업들은 TECI가 나타내는 기업내부에 의한 효율성은 잘 유지하고 있으나 TCI가 나타내는 기술 변화에는 변동이 있는 것으로 나타났다. 이는 포워딩 사업구조상 이직이 잦고, 외부 시황이나 경기변동에 영향을 받음을 의미한다. 따라서 경쟁력을 제고하고 효율성을 달성하기 위한 정부 지원정책이 마련되면 보다 안정적인 운영이 가능할 것으로 분석된다.

본 연구는 Super-SBM를 활용하여 동일한 효율경계상에 위치한 DMU의 정확한 효율순위를 산정하였다. 하지만 보다 명확한 분석을 위한 사용변수의 차이점을 분석에 반영하지 못했다. 향후연구에서는 변수의 중요도를 측정하여 변수별 가중치를 반영할 수 있는 모형도입이 필요하다.

## REFERENCES

- [1] Korea Statistics. (2018). *By province, industry, definition of establishment*. Korea Statistics.  
[http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=D T\\_1K52B01&conn\\_path=I2](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=D T_1K52B01&conn_path=I2)
- [2] J. H. Um. (2017. 5. 16). Revenues "surged" despite the decline in sales of domestic forwarders last year. *Cargo News*.



- [3] Korea Eximbank Overseas Economuc Research Institute. (2017, Dec). *2018 Overseas Construction Market Forecast. Overseas Construction Market Outlook and Response Strategy for 18 Years*. KOTRA Overseas Order Council 30th Demand Forum. (pp. 23-31). Seoul : KOTRA
- [4] S. H. Park, Y. D. Cha & G. T. Yeo. (2017). Strategies For improvement of Less Container Load freight-forwarding service. *The Journal of shipping and logistics, 94*, 299-319.
- [5] K. J. Song & G. T. Yeo. (2016). A Study on International Freight Forwarders' Risk Management Strategies - Using the AHP Method - *Korean Journal of Logistics, 24(4)*, 59-79.
- [6] K. S. Moon, C. H. Lim & K. S. Ahn. (2016). An Exploratory Performance Analysis of The Forest Sector R&D Program. *Journal of Digital Convergence, 14(8)*, 47-56.
- [7] K. O. Choi, J. H. Yun, J. K. Lee & G. T. Yeo. (2015). Analysis of Efficiency of Forwarding Companies using DEA. *The Journal of shipping and logistics, 86*, 331-352.
- [8] W. K. Kook. (2013). An Empirical Study on the Efficiency and Productivity of Logistics Firms using DEA and Malmquist, *Korea logistics review, 23(1)*, 29-49.
- [9] J. K. Jeong & K. S. Kim. (2011). Measuring Relative Efficiency of Korean Refractory Companies Using DEA. *Korea Journal of Business Administration, 24(4)*, 2015-2034.
- [10] S. C. Oh & Y. H. Ahn. (2013). Efficiency Analysis for Certified Integrated Logistics Companies Using DEA and Malmquist Productivity Index, *Korean Journal of Logistics, 21(2)*, 93-112.
- [11] K. Y. Hwang, B. S. Sung & W. Y. Song. (2012). A DEA and Malmquist Index Approach to Measuring Productivity and Efficiency of Korean's Shipping Firms. *International Commerce and Information Review, 14(3)*, 323-350.
- [12] A. Charnes, W. W. Cooper & E. Rhodes. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research, 2(6)*, 429-444.
- [13] K. H. Kim, S. J. Hwang & J. P. Lee. (2018). Efficiency and Productivity Analysis for Global Natural Gas Companies : Focusing on the 2Step DEA Model and Malmquist Productivity Index Model. *Korean Journal of Business Administration, 31(2)*, 347-376.
- [14] H. K. Kim & C. W. Lee. (2017). A Study on Efficiency of Local Water Supply Service Contracting by Data Envelopment Analysis and Malmquist Index. *Management Information Systems review, 36(3)*, 89-111.
- [15] S. H. Lee, S. Y. Kim, S. J. Lee. (2011). Ripple Effect Analysis of Regional Industry Technology Development Using DEA, *Journal of Digital Convergence, 9(6)*, 1-11.
- [16] H. D. Sherman & G. Ladino. (1995). Managing bank productivity using data envelopment analysis (DEA). *Interfaces, 25(2)*, 60-73.
- [17] K. K. Ko. (2017). *Theory of Efficiency Analysis*. Goyang : Moonwoo.
- [18] J. M. Park, J. W. Jeon & G. T. Yeo. (2015). A Study on Efficiency of Resident Logistics Companies in Port Hinterland Using Super-SBM. *Journal of Korean Navigation and Port Research, 39(6)*, 507-514.
- [19] J. M. Jung. (2015). A Study on the Efficiency of the National University Libraries in South Korea. *Korean Public Administration Quarterly, 27(3)*, 851-879.
- [20] D. W. Caves., L. R. Christensen. & W. E. Diewert. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1393-1414*.
- [21] R. Fare., S. Grosskopf & C. K. Lovell (1994). *Production frontiers*. Cambridge University Press.
- [22] S. G. Yoon, S. H. Park, H. M. Ma & G. T. Yeo. (2017). A Study on the Operating Efficiency of Parcel Delivery Sub-terminal Agency focus on A company. *Journal of Digital Convergence, 15(10)*, 31-43.
- [23] Y. J. Lee, J. M. Gong, J. W. Jeon & G. T. Yeo. (2016). A DEA and Malmquist Index Approach to Measuring Productivity and Efficiency of Korean Trucking Companies. *Journal of Korea Port Economic Association, 32(2)*, 91-103.
- [24] S. H. Lee. (2013). A Study on the Effect of Reverse Logistics Capability on Profits and Collaboration Satisfaction. *Journal of Korea Convergence Society, 4(4)*, 1-5.
- [25] S. H. Lee. (2013). A Study on Determining Factors for Manufacturers to Distributors Warehouse in Supply Chain. *Journal of Korea Convergence Society, 4(2)*, 15-20.

이 준 우(Lee, Jun Woo) [정회원]



- 2004년 2월 : 명지대학교 무역학과 (무역학학사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 석사과정
- 관심분야 : 프로젝트 물류, 신선물류, 국제물류네트워크

▪ E-Mail : junu0318@naver.com

박 성 훈(Park, Sung Hoon) [학생회원]



- 2016년 2월 : 강릉원주대학교 국제통상학과(국제통상학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 석사과정
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, DEA

▪ E-Mail : psh5512@gmail.com

오 재 균(OH, Jae Gyun) [학생회원]



- 2016년 8월 : 강원대학교 지역경제학(학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 석사과정
- 관심분야 : 항만물류, Fuzzy methodology

▪ E-Mail : dhworbs13@gmail.com

여 기 태(Yeo, Gi Tae) [정회원]



- 2007년 2월 : University of Plymouth (경영학 석사, 경영학박사)
- 2008년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 교수
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, System Dynamics, Fuzzy methodology

▪ E-Mail : ktyeo@incheon.ac.kr