

박 사 학 위 논 문

네트워크 효율성(Network DEA)과
생산성 지수(Malmquist Productivity Index)를
활용한 대학운영의 효율성 비교분석

- 대학정보공시자료를 중심으로 -

2017년

한성대학교 대학원

경 영 학 과

서비스운영관리전공

최 희 선

박 사 학 위 논 문
지도교수 최강화

네트워크 효율성(Network DEA)과
생산성 지수(Malmquist Productivity Index)를
활용한 대학운영의 효율성 비교분석

- 대학정보공시자료를 중심으로 -

Comparative Analysis on the Operational Efficiency in College Based
on the Network DEA and Malmquist Productivity Index

2016년 12월 일

한성대학교 대학원

경 영 학 과

서비스운영관리전공

최 희 선

박 사 학 위 논 문
지도교수 최강화

네트워크 효율성(Network DEA)과
생산성 지수(Malmquist Productivity Index)를
활용한 대학운영의 효율성 비교분석

- 대학정보공시자료를 중심으로 -

Comparative Analysis on the Operational Efficiency in College Based
on the Network DEA and Malmquist Productivity Index

위 논문을 경영학 박사학위 논문으로 제출함

2016년 12월 일

한성대학교 대학원

경 영 학 과

서비스운영관리전공

최 희 선

국 문 초 록

네트워크 효율성과 생산성 지수를 활용한 대학운영의 효율성 비교분석 - 대학정보 공시자료를 중심으로 -

한성대학교 대학원
경영학과
서비스운영관리 전공
최 희 선

최근 교육부의 대학구조개혁 평가를 통한 정부의 재정지원 제한, 학생 정원감축, 대학 정상화 불가시 폐교까지 검토 중이며 및 세계경제침체와 청년실업의 증가, 입학자원의 감소에 따른 학령인구 감소 등으로 각 대학들은 어려움에 처해있다.

이에 대학운영의 효율성 분석관련 하여 대학에는 수요자인 학생, 학부모 등이 있고 공급요소인 교직원, 교사시설 등이 있으며 대학 경영을 효율적으로 운영하기 위해서는 효율성 평가방법 중 네트워크 효율성을 통하여 대학의 투입요소와 각 단계의 중간 산출물과 산출요소의 효율성과 비효율성의 원인을 분석하고 개선방안을 제시하는데 가장 효과적인 방법일 것으로 판단된다.

이에 따라서 4년제 대학의 효율성과 생산성을 평가하고 대학별로 평가를 통하여 서열을 분석하기 보다는, 효율적으로 운영되고 있는 높은 대학들에 비하여 상대적으로 효율성이 낮은 대학을 대상으로 대학경영의 효율적 운영과 목표달성을 위한 전략적인 방향을 제시하고, 효율적인 요소와 비효율의 원인을 분석하여 개선방안을 제시하고 대학의 효율적인 성과관리를 증대시키며 대학경영의 효율성을 제고하는데 초점을 맞추고 있다.

연구문제를 검증하기 위하여 한국대학교육협의회의 대학정보공시 2010

년~2015년 자료 중에서 총 110개 4년제 대학의 자료를 구축하여 사용하였으며 이번 연구에서는 종단 분석을 통하여 효율성 변화추이와 생산성 지수를 통하여 효율성 변화추이를 분석하였으며 비교집단의 동질성을 확보하기 위하여 대학을 규모별로 소규모, 중규모, 대규모 3가지로 분류하여 연구를 진행하였다.

선행연구결과를 기초로 서비스수익체인 고리와 대학 알리미 자료와 교육부 대학구조개혁평가 점검표상의 지표를 활용하여 이를 토대로 투입변수는 전임 교원 확보율, 교사시설확보율을 매개변수는 재학생 충원율과 중도 탈락률을, 산출변수는 진학률과 취업률로 선정하여 최종 분석에 활용 하였으며 본 연구에서는 대학의 효율성 및 생산성의 변화를 분석하기 위하여 비영리 기관을 대상으로 효율성 평가에 가장 많이 사용되고 있는 Network DEA와 맘퀴스트 생산성 지수(Malmquist Productivity Index:MPI)를 통하여 효율성을 분석하고 연구문제는 다음과 같이 설정하였다

첫째, Network DEA에 따른 현재 대학의 효율성을 분석하기 위하여 연도별로 대학의 효율성 수준 및 연도별 변화과정과 대학별로 효율성 분포와 특징을 분석하고 효율성에 영향을 미치는 대학의 운영 효율성(Operating Efficiency:OE)과 마케팅 효율성(Marketing Efficiency:ME)을 분석하였으며 Network DEA 결과에 따른 투입과다와 산출부족을 비율(%)로 계산하여서 대학이 변수별로 투입과다와 산출부족을 규명하여 효율성에 영향을 미치는 원인을 분석하고 효율적인 대학과 비효율적인 대학을 분석하였다.

둘째, 대학별로 생산성 변화를 측정하기 위하여 맘퀴스트 지수(Malmquist Index:MI)로 효율성 분석과 생산성을 분석하여 효율성 및 변화요인을 종합적으로 확인하고 대학의 연도별 생산성 변화추이를 분석하였다.

셋째, 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총생산성 변화(MI)을 소규모, 중규모, 대규모로 구분하여 대학별로 효율성과 생산성의 변화추이를 분석하고 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 상호 연계성을 비교 분석하였다.

분석한 연구결과는 다음과 같으며 첫째, 대학 규모별 Network 효율성중 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 소규모 대학이 3개 대학으로 15%로 분석되었으며 중규모 대학은 2개

대학으로 4%로 분석되었고 대규모 대학은 효율성이 높은 대학이 없는 것으로 분석되었다.

세부 분석결과를 보면 평균적으로 대규모 대학은 0.855로 규모가 큰 대학이 상대적으로 가장 효율적으로 운영되고 있음을 알 수 있었으며 그 다음은 소규모 대학이 0.791이며 중규모 대학은 0.768로 상대적으로 다른 규모의 대학에 비하여 비효율적으로 운영되는 것으로 분석되었다.

다음은 투입대비 산출이 적은 순수 기술(경영)의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 96개 87.3% 이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 10개 9.1%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개 3.6%로 각 대학은 규모의 비효율성보다는 대부분이 순수기술의 비효율성인 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 각 대학이 효율성을 높이기 위해서는 취업률이나 진학률에 많은 관심이 요구 되는 것으로 분석되었다.

개별 DMU별로 비효율의 원인을 투입과다(input shortage)와 산출부족(output shortage)을 분석한 결과 소규모 대학은 산출부족이 3개 대학에 3개이며 투입과다는 1개 대학 1개이고 중규모 대학은 산출부족은 22개 대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개이며 대규모 대학은 산출부족은 18개 대학에 27개이며 투입과다는 2개 대학 3개로 분석되었다.

종합적으로 분석해보면 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며 이는 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 비효율성의 원인이 전임교원 확보율과 교사 시설확보율의 투입과다 보다는 진학률과 취업률이 부족한 산출로 인해 비효율의 원인이 발생하였으며 상대적으로 소규모 대학이 가장 효율성이 높고 다음은 대규모 대학이며 중규모 대학이 상대적으로 비효율적인 것으로 분석되었으며 각 대학은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영 방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

VRS 기반의 네트워크 DEA 분해 값을 분석해보면 소규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 13개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개, 중규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 40개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개이며 대규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 48개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 11개로

분석되었으며 종합적으로 분석시 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것이 주요 원인으로 분석되었다.

둘째, Malmquist 생산성 변화의 양상을 분석하면 규모별로 공통적으로 동일하게 생산성이 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보였으며 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)의 변동을 살펴보면 총 생산성 변화(MI)는 T3(2011년~2012년)에 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 감소하는 패턴을 보이고 T5(2014년~2015년)에 다시 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에 하락하는 패턴을 보이고 있다.

종합적으로 분석해 보면 중규모대학의 총 생산성 변화(MI)평균값이 0.973로 가장 높게 나타났으며 다음은 대규모 대학이 0.969이며 소규모 대학이 0.964로 가장 낮은 것으로 분석 되었으며 규모별로 생산성 값의 차이는 없는 것으로 분석되었으며 생산성 측면에서는 효율성 변화가 긍정적 영향을 미치는 것으로 분석 되었고 분석에 사용된 변수들이 교육부의 대학구조개혁평가와 대학 알리미 자료를 활용하여 대학평가와 유사하게 분석한 것으로 향후 각 대학들이 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

셋째, Network DEA와 맘퀴스트 지수의 생산성 비교분석을 통하여 규모별로 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 연계성을 분석결과 110개 대학 중 효율성과 생산성이 높은 대학은 11개 대학으로 10%이며 효율성만 높은 대학은 7개 대학 6.4%로 분석 되었고 생산성만 높은 대학은 42개 대학 38.1%로 분석되었으며 효율성과 생산성이 저조한 대학은 50개 대학으로 45.5%로 분석되었으며 효율적인 대학보다 비효율적이거나 생산성이나 효율성이 한쪽만 높은 대학이 90%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

이를 규모별로 분석하여 보면 소규모 대학이 효율성과 생산성이 높은 대학이 3개(15%)이며 대규모 대학은 5개(10%), 중규모 대학이 3개(6.4%)로 분석 되었으며 효율성과 생산성이 가장 낮은 대학은 대규모 대학이며 효율성이 높다고 해서 반드시 생산성이 모두 높은 것은 아니고 반대로 생산성이 높다고 해서 반드시 효율성이 모두 높은 것도 아니며 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

효율성과 생산성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

【주요어】 자료포락분석(DEA), CCR, BCC, Malmquist 생산성 지수,
Network DEA, 대학 효율성, 운영 효율성, 마케팅 효율성,
투입과다, 산출부족

목 차

I. 서 론	1
1.1 연구의 목적	1
1.2 연구의 방법 및 범위	3
II. 이론적 배경	5
2.1 대학의 개념과 평가	5
2.2 효율성	10
2.2.1 효율성 개념	10
2.2.2 효율성 종류	12
2.2.3 대학운영의 효율성 평가의 필요성	14
2.2.4 효율성 측정 방법 및 한계점	16
2.3 DEA 모형	19
2.3.1 DEA 개념	19
2.3.2 DEA-CCR 모형	20
2.3.3 DEA-BCC 모형	22
2.3.4 DEA 모형의 장점 및 단점	23
2.4 규모 수익 및 효율성	26
2.5 Network DEA 모형	29
2.6 MPI를 이용한 효율성 측정	32
2.7 대학 기관 선행연구 분석	35
III. 연구설계	57
3.1 연구모형	57
3.2 분석자료 및 대상	58
3.3 변수 선정	59

3.4 분석 방법	65
IV. 연구결과	67
4.1 Network DEA를 이용한 대학의 효율성 분석	67
4.1.1 소규모 대학 Network DEA 분석	72
4.1.2 중규모 대학 Network DEA 분석	101
4.1.3 대규모 대학 Network DEA 분석	139
4.2 Malmquist를 이용한 대학의 생산성 분석	174
4.2.1 소규모 대학 생산성 분석	179
4.2.2 중규모 대학 생산성 분석	185
4.2.3 대규모 대학 생산성 분석	191
4.3 Network DEA 및 Malmquist 생산성 비교분석	197
4.3.1 소규모 대학 Network DEA와 생산성 분석	199
4.3.2 중규모 대학 Network DEA와 생산성 분석	202
4.3.3 대규모 대학 Network DEA와 생산성 분석	206
V. 결 론	210
참고문헌	219
ABSTRACT	225

표 목 차

〈표 1〉 CCR과 BCC모형의 효율성을 바탕으로 규모 효율성 및 규모수익을 도출하는 과정	28
〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합	49
〈표 3〉 연구모형	57
〈표 4〉 대학 규모별 분류 현황	58
〈표 5〉 적정 DMU 수와 투입변수와 산출변수 관계	60
〈표 6〉 교육부 대학구조개혁 평가지표	62
〈표 7〉 대학기관 선행연구 결과 변수 선정	64
〈표 8〉 대학 규모별 효율성 연도별 효율성 추이	68
〈표 9〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과	76
〈표 10〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석	78
〈표 11〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값	80
〈표 12〉 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 종합분석	84
〈표 13〉 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석	85
〈표 14〉 D-A-8 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	89
〈표 15〉 D-A-13 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	93
〈표 16〉 D-A-20 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	97
〈표 17〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석	106
〈표 18〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석	109
〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값	111
〈표 20〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 종합 분석	119
〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석	120
〈표 22〉 D-B-16 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	127

〈표 23〉 D-B-35 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	131
〈표 24〉 D-B-39 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	135
〈표 25〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과	143
〈표 26〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석	147
〈표 27〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값	149
〈표 28〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 종합분석	154
〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석결과	155
〈표 30〉 D-C-6 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	162
〈표 31〉 D-C-27 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	166
〈표 32〉 D-C-32 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과	170
〈표 33〉 Malmquist 생산성 지수 분석	174
〈표 34〉 소규모 대학의 DMUs 평균 생산성 지수변화	180
〈표 35〉 소규모 대학의 평균 생산성 지수변화	182
〈표 36〉 중규모 대학의 DMUs 평균 생산성 지수변화	186
〈표 37〉 중규모 대학의 평균 생산성 지수변화	189
〈표 38〉 대규모 대학의 DMUs 평균 생산성 지수변화	192
〈표 39〉 대규모 대학의 평균 생산성 지수변화	195
〈표 40〉 대학 규모별 Network 효율성과 생산성 분석종합	198
〈표 41〉 소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균	200
〈표 42〉 소규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석종합	200
〈표 43〉 중규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균	203
〈표 44〉 중규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석종합	204
〈표 45〉 대규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균	207
〈표 46〉 대규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석종합	208
〈표 47〉 대학 규모별 효율성 연도별 평균 추이	212
〈표 48〉 순수기술 및 규모의 비효율성을 규모별 분석	212

그 립 목 차

〈그림 1〉	규모 수익불변, 수익체감, 수익체증	26
〈그림 2〉	서비스 수익체인	61
〈그림 3〉	대학 규모별 효율성 연도별 효율성 추이	68
〈그림 4〉	대학 규모별 효율성 저조대학 연도별 추이	69
〈그림 5〉	소규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조대학	88
〈그림 6〉	D-A-8 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	91
〈그림 7〉	D-A-13 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	95
〈그림 8〉	D-A-20 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	99
〈그림 9〉	중규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조대학	126
〈그림 10〉	D-B-16 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	130
〈그림 11〉	D-B-35 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	133
〈그림 12〉	D-B-39 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	137
〈그림 13〉	대규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조 대학	161
〈그림 14〉	D-C-6 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	164
〈그림 15〉	D-C-27 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	168
〈그림 16〉	D-C-32 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프	173
〈그림 17〉	규모별 대학의 평균 생산성 추이	176
〈그림 18〉	규모별 대학의 평균 효율성 추이	177
〈그림 19〉	규모별 대학의 평균 기술변화 추이	178
〈그림 20〉	소규모 대학의 평균 생산성 지수변화 추이	184
〈그림 21〉	중규모 대학의 평균 생산성 지수변화 추이	190
〈그림 22〉	대규모 대학의 평균 생산성 지수변화 그래프	196
〈그림 23〉	소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포	201
〈그림 24〉	중규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포	205
〈그림 25〉	대규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포	209

I. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 우리나라의 대학은 학령인구의 급격한 감소로 인한 입학자원의 감소와, 교육시장 다양화 및 대학 간 글로벌 경쟁의 심화, 학생들의 반값 등록금 요구, 청년 취업난 확대 등으로 각 대학은 최대의 위기상황에 직면하고 있으며 이에 정부는 대학의 대외경쟁력 강화와 자체 생존력을 강화하고 대학 체질 개선을 위하여 대학구조 개혁평가와 대학정보공시 등 객관적인 데이터 공개를 통하여 평가를 실시함으로써 각 대학은 운영 및 존립에 많은 위기로 작용 되고 있는 실정이다.

또한 교육부에서는 대학구조개혁평가를 도입하여 대학을 5등급으로 평가하여 미흡한 대학에는 재정 지원 제한, 강제적인 정원 감축과 등을 통하여서 2023년까지 대학 학생정원을 16만 명을 감축하는 것이 목표이며 2015년 8월에 대학구조 개혁평가 결과를 발표결과 4년제 대학교 중에서 A등급은 34개교, B등급은 56개교, C등급은 36개교 이었으며 D등급이하의 32개교는 하위 그룹에 포함되었으며 이러한 대학구조 개혁평가를 통해 2016년까지 35,507명의 정원 감축을 계획했으나 결과적으로 4만 7천여 명을 감축하여 정부로서는 기대 이상의 성과를 내었으며 2016년 8월 대학별평가결과 4년제 대학 10개교 정부재정지원제한이 완전해제 되었고 A, B, C등급 대신 "그룹"이라는 표현을 사용하여 정부재정 지원제한 해제 대학을 분류하였다(나무위키, 2016).

대학의 경쟁력을 강화하기 위한 수단으로서의 효율적 경영은 최대한 학문적 영역을 존중하면서 전략적인 차원에서 대학의 운영을 해야 하며 과거의 대학이 비효율과 낭비의 요소가 있었다면 이제는 효율의 차원에서 대학의 기능인 교육과 연구에 대한 효과적인 투자가 더욱 강조되고 있으며 투자대비 산출의 효율적인 집행이라고 할 수 있으나 대학자체적으로 체계적이고 전략적인 노력의 부재로 성과를 보여주지 못하는 처지에 있다(윤종운, 2013).

교육부의 대학구조개혁 평가와 병행하여 한국대학교육협의회 대학 알리미와 중앙일보 대학 평가팀 등의 기관에서 대학에 대한 평가를 진행하고 있으며 이에 대학운영의 효율성 분석 관련하여 대학에는 수요자인 학생, 학부모 등이 있고 공급요소인 교직원, 교사시설 등이 있으며 대학 경영을 효율적으로 운영하기 위해서는 효율성 평가방법 중 네트워크 효율성을 통하여 대학의 투입요소와 각 단계의 중간 산출물과 산출요소의 효율성과 비효율성의 원인을 분석하고 개선방안을 제시하는데 가장 효과적인 방법일 것으로 판단되며 각 대학은 효율성 위주의 경영과 성과관리의 필요성은 더욱 중요하다고 볼 수 있으며 효율적으로 운영되고 있는 높은 대학들에 비하여 효율성이 낮은 대학을 대상으로 대학경영의 효율적 운영과 목표달성을 위한 전략적인 방향을 제시하고 효율적인 요소와 비효율의 원인을 분석하여 개선방안을 제시하고 대학의 효율적인 성과관리를 증대시키며 대학경영의 효율성을 제고하는데 초점을 맞추고 있다.

DEA는 선형계획법에 근거하여 일반적으로 생산가능 집합에 적용되는 몇 가지 기준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물 간의 자료를 이용하여 경험적 효율성 프론티어를 평가대상으로 비교하여 평가대상의 효율치를 측정하는 비모수적 접근방법으로 기업체와 교육기관인 대학을 대상으로 연구들이 많이 진행되고 있다(박만희, 2008).

하지만 이러한 모형들은 DMU의 내부적으로 발생하는 활동이나 단계별 생산과정에서 발생하는 결합 활동(linking activity)을 반영하지 못하는 한계를 가지고 있으며 이러한 단점을 해결하고 보완한 모형이 Network DEA모형이며, Tone and Tsutsui (2007)에 의해 소개된 Network DEA는 각 단계의 효율성 뿐만 아니라 결합 활동의 영향까지 반영한 모형이며 단계별 투입물과 산출물 뿐만 아니라 각 단계의 중간 산출물을 최종산출물에 대한 투입물로 사용하여, 전체 단계의 효율성을 고려한 모형이다(김희창, 2012).

본 연구는 2010년~2015년까지 6년간의 대학정보공시자료의 대학 알리미 자료를 활용하여 중단분석을 통한 대학의 상대적 효율성을 분석하고 연도별 추이를 진단하며 각 DMU의 변수별 과다투입과 산출 부족분을 비율(%)로 분석하여 성과측정지표를 제시하고 생산성 변화를 측정하기 위해 생산성 지수

(Malmquist Index:MI)를 측정하여 연도별 추이를 분석함으로써 현재 위기에 처한 대학의 현실을 충분히 반영한 대학경영의 효율성 제고에 방향을 제시하는데 그 의의가 있다.

1.2 연구의 방법 과 범위

본 연구의 방법은 대학 규모별로 효율성 및 기간별로 생산성을 분석하는 것에 그 목적을 두고 있으며 이에 따른 대학별로 상대적 효율성을 평가하고, 4년제 대학 간의 어떠한 차이가 있는지 비교 분석하고 대학의 효율성 변화를 분석하고 Malmquist 생산성 지수에 따른 대학의 효율성 변화를 분석하여 향상되고 감소되는 원인을 파악하고자 한다.

연구 자료는 교육부의 대학구조개혁 평가 점검표의 6개 항목 한국대학 교육 협의회 대학정보공시의 2010년~2015년까지 4년제 대학의 자료를 구축하여 사용하였으며 대학 정보공시자료인 대학 알리미 사이트에서 2010년~2015년까지 연구모형의 변수가 단 한 개라도 누락되거나 “0” 값으로 되어 있는 대학과, 2캠퍼스, 3캠퍼스 등은 대학의 특성이나 재정 구조 등이 상이하여 연구에서 제외하였다.

분석대상은 200여개의 4년제 대학 중에서 구조가 상이하거나 문제가 있는 대학을 제외하고 총 110개 대학을 선정하였으며 비교집단의 동질성을 확보하기 위하여 대학 규모를 3가지로 분류하였다.

소규모 대학은 5천명 이하로 20개 대학을 선정하고 중규모 대학은 5천명 이상~1만 명 이하로 47개 대학을 선정하였으며 대규모 대학은 1만 명 이상으로 43개 대학으로 분류 하였다.

최근 대학의 전반적인 추세는 학생만족을 높이고 다양한 상호작용을 늘리는 한편, 대학의 운영 효율성을 높이고 학생에 대한 서비스품질 관리가 매우 중요시 되고 있으며 단순하게 투입변수와 산출변수로 대학기관의 효율성을 분석해 왔던 지금까지의 효율성 분석 방법으로는 현재의 학생 중심의 대학 효율성을 평가하기에는 다소 한계가 있다.

지금까지 국내 및 해외연구에서도 대학운영의 효율성 관련 연구는 기존의

전통적인 투입변수와 산출변수를 활용한 DEA분석 방법만 연구되어 왔으며 이번 대학 규모별 효율성 연구에서는 기존의 일반적인 효율성 평가의 제한사항과 문제점을 제시하고 이를 효과적으로 극복하고 가장 획기적인 방안을 고려한 국내 최초로 대학의 효율성 분석을 Network DEA를 활용하여 투입물과 산출물을 생산하는 중간 생산영역인 생산과정의 내부 기술구조의 프로세스 효율성 영향을 분석 하였다.

이를 위하여 구체적인 연구문제는 다음과 같이 설정 하였다.

첫째, Network DEA에 따른 현재 대학의 효율성을 분석하기 위하여 연도별로 대학의 효율성 수준의 변화과정과 대학별로 효율성 분포와 특징을 분석하고 대학 규모별로 효율성에 미치는 영향과 대학의 특성을 분석하기 위하여 운영효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)을 분석하였다.

또한 Network DEA 결과에 따른 투입과다와 산출부족을 비율(%)로 계산하여서 대학이 변수별로 투입과다와 산출부족을 규명하여 효율성 추이에 영향을 미치는 원인을 규명하고 효율적인 대학과 비효율적인 대학의 특성이 무엇인지를 분석 하였다.

둘째, 대학별로 생산성 변화를 측정하기 위하여 맘퀴스트 지수(Malmquist Index:MI)로 효율성 분석과 생산성 분석을 통하여 대학의 효율성 변화 추이와 생산성의 변화요인을 종합적으로 확인하고 대학의 연도별 생산성 변화를 분석하였다.

셋째, Network DEA와 맘퀴스트 지수의 생산성 비교분석을 통하여 규모별로 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 연계성을 분석하였으며 Malmquist Productivity Index(MPI)을 사용하여 DEA를 분석하기 위한 프로그램은 Max DEA Pro 6.9를 활용하였다(www.maxdea.com).

II. 이 론 적 배 경

2.1 대학의 개념과 평가

2.1.1 대학의 개념

대학은 고등학교와 달리 고급 교육서비스를 생산하고 이를 피 교육자인 학생들로 하여금 소비하게 하는 고등교육기관 이면서 새로운 지식을 만들어 내고 보급하는 지식의 선도 역할 기능과 사회가 필요로 하는 인재의 양성 처의 기능이 있으며 또한 사회발전을 위한 봉사 기관적 성격을 지니고 있다(안병영 외, 1992).

대학은 서비스 조직으로서 대학경영은 학생과 교수들을 위해 최적의 학습활동을 조정하고 유지하며 개선해 주는 활동과정이며 대학의 조직을 운영하고 관리하는 기술이라 할 수 있으며, 즉 조직을 적절하게 효율적으로 구조화하면서 업무에 맞는 인원을 적절하게 배치하고 조직구성원들로 하여금 권한과 책임을 갖고 주어진 업무를 집행하고 그 성과와 과정을 평가하는 행정 관리인인 동시에 대학을 구성하는 구성원들로 하여금 교육목표를 상호 공유케 하고 이를 성공적으로 달성하도록 구성원들 간의 조화를 유도, 조정하는 것을 의미 한다(Blau, 1962; 박상률, 2012).

대학의 분류는 고등교육법 제2조에 의하면 대학, 산업대학, 교육대학, 전문대학, 방송·통신대학, 기술대학, 각종학교를 둔다고 명시하고 있으며 또한 설립·경영의 주체에 따라 국가에서 운영하는 국립학교, 지방자치단체가 운영하는 공립학교와 학교법인이 운영하는 사립학교로 구분된다.

대학을 전략유형에 따른 분류를 하면은 목적별로는 학부과정에 비중을 두는 교육 중심형 대학과 석사 및 박사 과정에 집중 투자하는 연구 중심형 대학으로 구분하였으며 학문 범위별로는 취급 학문이 15개 이상인 광범위 형과, 15개 미만인 집중 형으로 구분하였으며 마지막으로 전국 및 지역대상의 지역 범위별 입학 자원 및 졸업생 취업 분포 등에 따라 전국

대상과 지역대상 대학으로 구분을 하였다(박상률, 2012).

우리나라의 경우 과거에 대학은 초과 수요로 인하여 안정적 성장과 학생 선발이 라는 특권을 누렸으며 그러나 인구 감소로 인하여 대학은 학생 유치를 위한 경쟁에 직면하게 되었으며 학생에 의한 선택받지 못한 대학은 퇴출될 수 있다는 위기의식에 직면하게 되었고 인구 감소로 인한 고등 교육 적령인구 감소와 이로 인한 고등교육 기관의 치열한 경쟁이 현실화 되었다.(박용석, 2010).

2.1.2 대학 평가

2000년대 초반까지 각 대학은 고등교육의 질적 향상에는 관심이 없었고 양적 성장 시기에 외부의 환경과 단절된 채 대학은 신설학과를 만들어 학생정원을 확대하는 노력에만 치중했고 고등교육의 질적 개선은 하지 않았으며 대학 경영자는 획기적 변화와 새로운 도전은 시도되지 않고 산업사회에서 지식기반 사회로 변화되면서 대학의 존재 이유도 크게 변화됐지만 대학 경영진은 기존 방식을 고집하면서 외부 환경 변화 요구에도 비영리, 공익성, 기회 균등의 교육논리를 강조하면서 조직의 낮은 효율성과 효과성에도 불구하고 대학은 그들만의 논리로 맞서왔다(길용수, 2013; 최희선, 2014).

1978년 142개 대학에서 55,296명의 신입생을 모집 하던 것이 2001년에는 351개 대학에 688,647명이 입학하고 2020년에는 학령인구의 급격한 감소로 531,080명이 입학할 예정이며 2024년에는 421,678명으로 급격히 감소되어 대학 입학에 있어 입학정원 보다 오히려 고등학교 졸업자 수가 적어지는 공급자 중심에서 수요자 중심으로 전환되면서 역전현상이 예상되고 있다(최희선, 2014).

이는 대학이 변화를 통해 차별화된 교육과 연구 환경을 조성하지 않으면 경쟁에서 도태된다는 위기의식이 확산되면서 대학이 제한된 여건 하에서 최대의 효과를 누리하고자 하는 경제논리에 입각한 전략적인 경영을 도입하기에 이르렀으며 대학들이 자체적으로 비효율과 낭비를 제거하기 위해 노력을 경주하기 시작했고 성과관리에 대한 새로운 인식을 제공하는 계기가 되었다(윤종운, 2011).

대학평가의 주요기관은 대학자율협의체인 한국대학교육협의회에서는 한국대학교육협의회법 제18조에 기술된 한국대학교육협의회는 대학교육과 대학경영의 발전을 위하여 그에 필요한 자료를 확보하고 주기적으로 대학의 학사 및 운영전반에 관하여 1982년부터 대학평가를 실시해 왔다(박상을, 2012).

공학 분야에서는 한국공학교육인증원에서 대학의 공학관련 교육지침을 제시하고 자문을 통하여 공학 기술 인력을 배출하기 위한 인증을 실시하고 있으며 의학 분야에서는 한국의학교육평가원에서 국제적 표준에 의한 의학교육 인증을 하고 있으며 간호 분야에서는 한국간호교육평가원을 설립하여 대학을 평가하고 있으며 언론사로는 중앙일보는 대학 평가팀을 구성하여서 전국 4년제 대학에 대한 종합평가와 학과별 평가를 매년 실시하여 공지를 하고 있다.

최근 들어서 교육부는 각 대학을 교육여건(전임교원 확보율, 교사 확보율 등)과 학사관리(수업관리 등) 학생지원(장학금, 취, 창업 지원 등) 등의 지표를 토대로 고등 교육 기관으로서 갖추어야 할 요소들을 종합적으로 2015년부터 평가를 시작하여 대학 정원을 16만 명으로 감축하겠다는 계획아래 대학구조 개혁평가라는 방식을 도입하여 평가결과에 따라 5등급으로 대학을 등급화 하여서 운영이 부실하거나 미흡한 대학에 대해서는 재정 지원 제한과 정원 감축 등을 통하여 사실상 강제적인 방식으로 대학의 구조 개혁평가를 진행하고 있다.

대학구조개혁평가는 3년을 한 주기로 기간을 나누어 평가하며 평가는 평가자료 기준 시점을 최근 3년으로 설정하고 일반 대학의 경우 단계 평가를 적용해 1단계 평가에서 그룹 1과 그룹 2를 구분하여서 그룹 1 대학에서 A, B, C 등급을 그룹 2 대학에서 D, E 등급으로 나눈다(나무위키, 2016).

우선 1단계 평가를 진행한 후 1단계 평가에서 점수가 낮은 대학들을 대상으로 2단계 평가를 진행하며 2단계 평가에서도 낮은 평가를 받으면 D, E 등급으로 떨어지게 되며 대학들은 각 등급에 따라서 조치를 자율적 또는 강제적으로 이행해야 하며 E등급은 정부 재정 지원 사업 제한, 국가장학금 I, II 유형 미지급, 학자금 대출 전면 제한, 정원의 15% 감축 등의 조치를 받게 되며 아울러 컨설팅을 통해 평생 교육 시설로 기능 전환이 유도

되며 이를 통해 최종적으로 2023년까지 학생정원을 16만 명을 감축하는 것이 교육부의 목표이다(나무위키, 2016).

교육부 대학평가 등급별 조치계획으로 A등급(가장 높은 등급)은 정원을 대학이 자율적 감축하고 B등급 (높은 등급)은 정원일부 감축(4년제는 4%) C등급(보통 등급)은 정원 평균 수준 감축(4년제는 7%)하고, D+등급(미흡 등급)은 정원 평균 이상 감축(4년제는 10%)과 국가장학금 II 유형 미지급, 정부재정 지원 사업 참여 제한되며 D-등급(미흡 등급)은 정원 평균 이상 감축(4년제는 10%)과 국가장학금 II 유형 미지급, 학자금 대출 일부 제한(50%) 정부재정 지원 사업 참여 제한되며 E등급(매우 미흡)은 정원 대폭 감축(4년제는 15%)과 국가장학금 I, II 유형 미지급, 학자금 대출 전면 제한 정부재정 지원 사업 참여가 제한되며 대학이 2번 연속 E등급 선정 시 강제 퇴출된다(나무위키, 2016).

2015년 대학구조개혁평가(4년제) 결과를 보면 2015년 8월에 대학구조 개혁 평가 결과를 발표하였으며 4년제 대학교 중에서 A등급은 34개교, B등급을 받은 대학이 56개교, C등급을 받은 대학이 36개교 이었으며 D등급이하 32개교 하위 그룹에 포함된 되었으며 이러한 대학구조 개혁평가를 통해 2016년까지 35,507명의 정원 감축을 계획했으며 결과적으로 4만 7천여 명을 감축하여 정부로서는 기대 이상의 성과를 내었으며 2016년 대학별평가 공개결과 4년제 대학 10개교 정부재정 지원제한이 완전해제 되었고 A, B, C등급 대신 그룹이라는 표현을 사용하여 정부재정지원제한 해제 대학을 분류하였으며 E등급은 1개교로 평가 되었다(교육부, 2016).

대학의 교육 분야 연구 분야 행정조직에 근간하여 평가가 이루어지고 있으며 국내대학 평가를 유형별로 분석하여 보면 대학의 전체영역을 다루는 종합평가, 학문계열의 전체영역을 다루는 학문계열 종합평가, 학과(전공)를 평가대상으로 하는 학과평가 있으며 단위의 일부 영역만을 대상으로 하는 즉 대학 재정, 학과의 시설 및 설비, 연구교원, 학생성취 등을 다루는 중점평가, 조직 풍토와 조직건강, 조직 효과성을 다루는 조직평가, 대학이 제공하는 프로그램이나 구체적인 사업 등을 적용하여 상황, 투입, 과정, 산출을 다루는 사업평가 등이 실시되고 있다(박상률, 2012).

효과성은 대학평가에 있어서 대학이 설정된 목적을 성취하였는가에 대한 규명이며 효과성은 대학 목적이 성취된 정도로서 대학의 효과성은 투입된 자원이나 경비의 많고 적음을 고려하지 않고 오로지 성취하고자 하는 목적을 성취하는 것에만 관심이 주어지며 대학은 효과성을 달성하기 위하여 어떤 방법을 적용하던 대학의 목적달성을 최대로 성취하여야 하며 대학이 공공교육 기관으로 자리를 잡으면서부터 대학이 그 역할을 완수하고 있는 가를 평가하기 위한 다양한 시도들이 있어 왔다(박상율, 2012)

대학평가는 대학의 질적인 수월성의 추구를 위해 현행 대학교육의 실태와 문제점을 정확히 진단하여 피드백을 제공함으로써 대학의 역할과 사명, 그리고 책임과 의무를 다하도록 하여 대학의 건전한 발전을 유도하는 하나의 자극적 메커니즘이라 할 수 있다(신현대, 2004).

2.2 효 율 성

2.2.1 효율성의 개념

효율성(efficiency)은 여러 분야에 있어서 다양하게 정의 내려져 왔으며 우리 일상생활에서 흔하게 접할 수 있는 개념으로 무슨 일을 할 때 효율적으로 하고자 노력하는 것이며 이렇듯 효율성이란 개념은 우리 일상생활 속에서 많이 활용되고 사용되어 지고 있으며 효율성은 대체로 투입한 노력이나 자원 대비 거두어들이는 성과의 비율을 의미하며 상대적으로 효율성이 높다는 것은 동일한 자원을 투입하고도 더 많은 산출을 거두었거나 동일한 성과를 얻는데 투입된 자원이 더 적다는 것을 의미하며 비효율적이라는 것은 그 반대를 의미한다(박상울, 2012).

즉 효율성이란 산출(output)과 투입(input)의 비율로 간단하게 정의할 수 있으며 조직이 단일 투입요소를 사용하여 단일 산출물을 생산하는 경우 효율성의 계산은 매우 간단하지만 대부분의 생산조직은 다수의 투입요소를 사용하여 다수의 산출물을 생산하고 있다(김재윤, 2008).

이러한 경우 효율성은 다수의 투입물에 가중치를 적용한 총괄투입(aggregated input)과 다수의 산출물에 가중치를 적용한 총괄산출(aggregated output)의 비율로 정의할 수 있다(박만희, 2008).

경영학에서 효율성은 Taylor의 과학적 관리론을 시작으로 하여 이후 Mayo의 호손 실험에 의한 인간관계적 접근과 행동과학적 접근을 거쳐서 발전한 것으로 효율성 향상을 인간의 민주적이고 참여적인 접근 방법을 통해, 투입과 산출 모두를 향상시키고자 노력한 접근 방법으로 경영학적 관점에서 효율성은 특정 조직이 자원을 활용하여 산출물이나 결과물을 어떻게 창출해 내는가를 표현하는 개념으로 사용해 왔다(신현대, 2004; Hoy & Miskel, 2008).

행정학에서는 효율성을 ‘투입에 대한 산출의 비율을 의미하는 능률성과 바람직한 목표의 달성정도를 의미하는 효과성을 합친 개념’으로 보고 있다(Burkhead & Hennigan, 1978).

이는 효율성의 개념을 양적·질적 측면을 모두 함축하는 것으로서 공공부문의 복잡성과 특수성을 포괄하는 개념으로 본 것이라 할 수 있다(신현대, 2004).

교육학에서 효율성의 개념 또한 다른 학문분야와 크게 다르지 않으며 주로 경영학이나 행정학에서 논의되고 있는 효율성의 개념을 교육조직에 반영해 왔다(차지철, 2015).

특히 교육 재정분야를 중심으로 논의되어 온 교육의 효율성 개념은 주로 교육에 대한 유형 및 무형의 투입자원을 모두 고려하는 개념으로 최대한의 산출물을 생산하기 위해서 사용 가능한 유형 및 무형 자원을 함께 투입하는 것을 의미하여왔다(반상진, 2001; 엄준용, 2009).

조직의 성과를 이야기 할 때 효율성과 효과성 그리고 생산성이 있으며 효율성과 유사한 개념으로서 효과성은 목표성과 대비 실제로 얻은 성과의 비율을 의미하며 따라서 효과성에서는 투입한 자원의 규모에 대해 관심을 두지 않으며 생산성은 투입대비 산출의 비율을 측정하나 가장 생산성이 큰 값과의 상대적인 비교로 나타내는 것이 아니라 투입과 산출 비율이 그 자체를 절대적으로 나타낸다(박상울, 2012).

효율성의 의미를 명확하게 하기 위해 절대 효율성(absolute efficiency)과 상대 효율성(relative efficiency)의 개념을 구분할 필요가 있다(이정동, 2010).

절대 효율성은 관심대상이 되는 경제주체의 투입대비 산출의 비율을 의미하며 절대 효율성은 "달러 또는 인원수"와 같이 물리적인 단위나 모종의 비율로서 표현되며 따라서 결과 값에 범위의 제약이 없으며 반면 상대적 효율성은 생산 활동을 하는 경제주체가 가진 효율성 중에서 최고치와 비교하여 상대적으로 나타내는 값으로 최고 수준의 효율성을 100% 혹은 "1"로 표준화하였을 때의 상대적 비율로 표시한다(박상울, 2012).

상대 효율성은 83%이거나 0.83과 같은 수치로 표현되며 기업 등의 경영활동에서는 상대적인 경쟁력이 중요하게 평가되기 때문에 상대적인 효율성의 개념이 많이 사용되고 있으며 이에 반하여 생산성은 절대 효율성의 개념을 이용하며 효율성과 효과성 개념 모두 투입되는 요소와 산출되

는 요소와의 관계에 의해 평가된다는 점에서 유사하나 엄밀하게 구분하면 효율성은 투입과 산출의 관계를 나타내는 척도인 반면에 효과성은 조직목표와 산출의 관계에 관심을 두는 개념으로 볼 수 있다(나민주, 2004).

2.2.2 효율성의 종류

효율성은 연구하는 학자들에 따라서 다양하고 광범위하게 사용되고 있으며 기술적 효율성과 배분적 효율성, 사회적 효율성, 정태적 및 동태적 효율성으로 구분된다(박상률, 2012)

첫째, 기술적 효율성(technical efficiency)은 일반적으로 투입과 산출의 비율이라는 좁은 의미로 사용되며 조직의 내적 운영에 대한 평가로서 생산요소의 가변성과 대체가능성을 전제로 하여서 투입 생산요소의 여러 가지 조합을 통하여 최대의 생산량을 얻는 생산방법을 말하며 따라서 효율적인 조직이란 이러한 기술적 효율성을 달성한 조직으로 특정 과업을 수행할 때 최소한의 자원투입으로 주어진 목표를 달성하는 조직을 말한다(박만희, 2008).

또한 물리적인 자원을 활용하여 효과성을 최대화 할 때 또는 최소의 물리적 투입에 대한 물리적 산출의 비율이다(윤종운, 2006).

투입에 대한 산출의 물리적 관계로 관리적 효율성이라고도 하며 물리적 효율성은 화폐단위가 요구되지 않고, 물리적 측정단위를 그대로 사용한다는 점을 부각하여 기술적이라고 불린다(박상률, 2012).

투입요소의 선택에 대한 기술적 효율성(input technical efficiency)은 정해진 산출량을 최소의 투입요소를 사용하여 생산하는 것을 의미하는 반면 산출물의 선택에 대한 기술적 효율성(output technical efficiency)은 정해진 투입량을 사용하여 최대의 산출물을 생산하는 것을 의미한다(윤종운, 2006).

둘째, 배분 효율성(allocative efficiency)의 개념은 Farrell(1957)이 제시하였으며 총 효율성(overall efficiency), 기술적 효율성(technical efficiency)의 개념을 제시하고 이들의 차이를 배분효율성으로 정의하였다(박만희, 2008).

배분 효율성에는 투입 배분 효율성과 산출 배분 효율성이 있으며 투입 배분 효율성은 관측점이 생산경계 상에 있더라도 투입 요소량 비율이 투입요소 가

격의 비율에 맞게 적절하게 조절되지 않을 때 발생하는 것으로 두 가지 투입 요소가 있고 투입 “A”보다 투입 “B”의 단위 가격이 높은데도 불구하고 투입 “A”가 투입 “B”에 비해 많이 활용되고 있다면 비용의 최소화가 달성되지 않았을 가능성이 높다고 볼 수 있으며 이러한 비용의 최소화 실패를 투입배분 비효율성이라 하며 산출배분 효율성은 산출물들 간의 비율이 산출물 가격비율에 맞추어 적절히 조절되어 있지 않을 때 발생한다(박상률, 2012).

투입이나 산출의 배분 효율성은 투입요소 가격과 산출요소 가격에 관한 정보를 필요로 하고 비용최소화와 수익최대화의 개념을 사용한다(박상률, 2012).

따라서 물량정보에만 근거하여 효율성을 분석하는 개념과 달리 가격정보까지 활용한 분석이며 비용 최소화와 수익 최대화의 개념을 조합하면 이윤 최대화의 개념까지 도출할 수 있다.(나민주, 2005).

셋째, 사회적 효율성은 조직구성의 심리적 만족이나 사회적 욕구 충족도와 관련된 민주성이라는 이념으로 설명되는 효율성으로 기술적 효율성에 대한 비판적 입장에서 효율성 제고를 통한 이익이 누구에게로 귀착되는 효율의 목적과 방향이 내포된 개념이다(박상률, 2012).

넷째, 정태적 효율성 및 동태적 효율성은 효율성의 조직적 및 관리적 합 의와 관련된 효율성 개념으로 정태적 효율성은 내외부의 조직운영 환경 등이 안정적인 경우 조직의 현재 기능 수행에 소요되는 비용을 최소화하기 위한 효율성을 의미한다(박만희, 2008).

동태적 효율성은 조직 내부 및 외부 환경이 역동적인 경우 변화의 추세 파악 조직의 목표 재정립, 조직체계 재정비 등 환경변화에 신속히 적응하기 위해 정보 흐름의 원활화 등의 노력을 통해 효율성을 추구하는 개념이다(박상률, 2012).

즉 조직 운영에 관련된 내·외부 환경이 안정적인 경우 현재 상태에서 최적의 효율을 위해 투입비용을 최소화하는 전략을 취하게 되지만 내·외부 환경의 미래 변화가 예상되고 그 변화내용이 불확실한 경우에는 현재 상태에서의 비용최소화 전략보다는 미래에 적극적으로 대응하기 위한 비용의 유지나 확대가 장기적으로 조직운영에 효율적일 수 있음을 의미한다(나민주, 2005).

2.2.3 대학 운영의 효율성 평가 필요성

최근 우리나라의 대학은 입학자원의 감소와 교육시장 다양화 및 교육부의 대학 구조개혁 평가와 대학 정보공시 등 객관적인 데이터 공개를 통하여 평가를 실시함으로써 각 대학은 운영 및 존립에 많은 위기로 작용되고 있는 실정이다.

이에 대학운영의 효율성 분석관련 하여 대학에는 수요자인 학생, 학부모 등이 있고 공급요소인 교직원, 교사시설 등이 있으며 대학경영을 효율적으로 운영하기 위해서는 비영리 기관을 대상으로 효율성 평가에 가장 많이 사용되고 있는 효율성 평가방법 중 네트워크 효율성을 통하여 대학의 투입요소와 각 단계의 중간 산출물과 산출요소로 분석을 통하여 효율성과 비효율성의 원인을 분석하고 개선방안을 제시하는데 가장 효과적인 방법일 것으로 판단되며 대학 운영의 효율성 평가 관련하여 중요성과 타당성에 대해서는 다음 선행 연구를 통하여 알아보겠다.

교육조직을 대상으로 한 절대적인 효율성을 측정하는 좋은 방법은 상대적인 관점에서 효율성을 측정하는 것이며 상대적 효율성을 분석하고자 하는 대상의 효율성 정도가 유사한 특성을 갖는 다른 대상의 효율성 정도에 따라 달라질 수 있음을 의미하며 이는 곧 참조집단이 되는 다른 대상들과의 비교를 통하여 효율성을 측정하는 것을 말하며 상대적 효율성은 투입과 산출요소에 대한 명확한 선정과 측정이 전제된다면 조직의 비효율성이 관리자의 조직 운영의 비효율에 의한 것인지 정책의 비효율에 의한 것인지를 판단할 수 있는 분석 방법이다(박만희, 2008).

대학의 효율성은 독과점에 의한 비효율이 존재하는 반면에 대학교육에 대한 수요와 공급의 교육시장이 존재하기에 국가 공공조직의 독과점적 성격에 의한 효율성과는 다르며 일반 기업조직의 경쟁력 성격에 비해 상대적으로 공공적 성격이 강한 비영리조직의 효율성이다(박상률, 2012).

그리고 대학 효율성에는 학생 수를 기준으로 최적의 효율성을 달성하기 위한 적정 규모가 존재하기에 규모의 경제법칙도 적용될 수 있다(윤종운, 2013)

대학의 효율성은 기술적 효율성 경제적 효율성의 특성을 가지고 있으며 대

학은 산출물을 화폐단위로 전환하기 어려운 무형의 서비스를 제공하는 기관이기 때문에 기술적 효율성을 가지며 사회의 다른 조직에 비해 공공기관이라는 독과점적 조직이 갖는 비효율의 요소를 가진다(신현대, 2006).

대학은 다른 교육기관과는 달리 규모가 크고 전문적인 경영능력이 필요하며, 사회적 변화에 능동적으로 대처하기 위하여 창의적인 경영방식이 요구되며 대학 경영은 합목적성, 과학성 서비스 수혜자들의 만족성을 추구해야 할 필요가 있으며 첫째, 합목적성의 측면이란 바람직한 교육목표 설정과 적합한 경영활동을 의미하며 둘째, 과학성의 추구는 대학 경영이 합리적으로 계획되고 체계적인 경영구조를 통하여 실천되고 과학적으로 평가되고 분석 되어야하며 셋째, 서비스 수혜자들의 만족성 추구는 시장개방과 대학 간 경쟁강화의 환경적 변화에 따라 최근 대학 경영에서는 만족의 주체가 학교가 아닌 교육 수혜자인 현상이 나타나고 있으며 이는 대학 교육 서비스의 선택과 결정에 중요한 요소이다(황현주, 2000; 김화영, 2013).

대학의 효율성을 종합하면 대학은 공공기관의 비효율적인 요소와 교육의 수요와 공급이 존재하고 투입되는 자원과 대학의 주된 기능인 교육과 연구를 통하여 이루어낸 산출과의 관계 속에서 나타나는 교육 및 연구의 효율성을 뜻하며 대학의 기능을 수행하기 위해서는 투입한 교수, 학생, 직원 등 인적 자원과 교사, 설비, 예산 등 물적 자원의 결과와의 관계를 나타내는 대학 경영상의 효율성을 의미한다고 볼 수 있다(김화영, 2013).

대학기관을 대상으로 한 효율성 분석 연구는 Ahn et al(1988), Tomkins et al(1988), Johnes et al(1993), Coelli(1996), Athanassopoulos et al(1997), Avkiran(2001), John(2001), Zheng(2002), Abbot et al(2003), 안태식 외(1998), 최태성 외(1997), 황보창수(2000), 신현대(2004), 나민주(2004), 이호섭(2007), 이주연(2013), 김선민(2013), 한유정 외(2014) 등이 있다.

Network DEA모형 관련 연구는 대학을 대상으로 한 연구는 국내 및 국외에서 아직 없으며 은행, 항공사 등 일반 기업을 대상으로 한 연구로 Wang et al.(1997), Sexton and Lewis(2003), Chen et al.(2010), 김희창(2012), 권오경(2015), 최강화(2016) 등이 있다.

이번 연구에서는 대학의 규모별로 효율성의 수준과 특성을 고려하여

Network DEA모형 방법을 이용하여 대학 효율성을 분석하고 맘퀴스트 지수(Malmquist Index: MI)를 활용하여 생산성을 측정하고 연도별 추이를 분석하고 효율성과 생산성의 상관관계를 비교분석할 것이다.

2.2.4 효율성 측정 방법 및 한계점

효율성 측정방법은 일반적으로 전통적 효율성 측정방법인 모수적 접근법(parametric approach)과 비모수적 접근법(Non-parametric approach)으로 구분하며 모수적 접근법은 생산함수나 비용함수를 Cobb-Douglas 또는 trans log 등의 특정한 함수형태를 가정하고, 모형을 설정해야 하는 제약성을 가지고 있으며 계량 경제학의 방법을 이용하여 추정하며 반면 비모수적 접근법은 특정한 함수형태를 가정하지 않는다는 장점을 가지고 있으며 선형계획법(linear programming)을 이용하여 효율성을 측정하고 사용하는 각 방법들의 특징을 살펴보면 다음과 같이 정리 할 수 있다(엄준용, 2009).

첫째, 비율분석법(Ratio Analysis)은 효율성을 측정하는데 있어서 투입과 산출의 비율을 사용하는 방법으로 실무에서 가장 많이 사용되며 기업의 재무 및 경영실적을 평가 하는데 가장 많이 활용되고 있으며 이론보다는 경영 실재에서 광범위하게 이용되는 분석방법 중 하나이며 이러한 비율분석법은 계산이 간단하고 단순하여 국한된 투자목적에 부합되는 비율을 구할 수 있다는 장점이 있는 반면에 경영자의 경영활동 가치나 현재의 성과가 반대로 미래에 영향을 미칠 수 있는 투자 결정을 고려할 수 없는 점, 관계비율 분석결과가 다르게 나타날 경우 객관적 기준에 의한 종합평가가 어렵다는 점 등이 단점으로 지적되고 있다(엄준용, 2009).

둘째, 생산성 지수법(Productivity Index)은 총 생산성(total productivity), 부분 생산성 (partial productivity), 총 요소 생산성(total factor productivity)으로 나누어지며 일반적으로 전체적인 맥락에서 산출과 투입을 동시에 고려하는 총 생산성 지수가 효율성 측정에 유용하게 사용되어 있으며 산출량을 노동 투입량, 자본 투입량, 원재료투입량, 기타 경비투입량의 합으로 나눈 생산성지수를 통해 효율성을 측정한다(정대범, 2011).

총 생산성 지수 법은 의사결정단위의 관리 효율성을 파악할 수 있으며 상호 비교가 가능해 전체적 차원에서 효율성 분석이 가능하다는 장점을 지닌다(차지철, 2015).

그러나 각 요소를 금액으로 환산하여 측정하기 때문에 가격효과로 인한 왜곡된 효율성 정보를 제공할 가능성이 높으며 비효율의 부분과 정도에 대한 정확한 정보를 제공하지 못함으로써 실질적인 효율성 개선에 도움이 되지 못하고 다수의 산출을 보일 경우 규모의 경제 효과가 간과되고 다수의 투입물과 산출물을 동시에 고려할 수 없다는 한계를 보인다(김재홍 외, 2001).

셋째, 회귀분석법(Regression Analysis)은 다수의 관찰된 생산량으로부터 평균적 효율성 추정치를 구해서 각 조직의 관찰치를 비교하는 것으로 독립변수와 종속변수 간의 선형 결합관계를 파악하여 상호관련성 여부를 파악하고 만약 두 변수 간에 상관성이 있다면 그 정도를 알 수 있게 해주는 방법이다(차지철, 2015). 그러나 회귀분석법은 투입, 산출과정의 기본적인 함수 형태가 설정되어야 하는 모수적인 효율성 평가방법이다(Patria, 2007).

투입 중심의 경우 회귀모형이 추정한 투입량과 실제 투입량의 차이 즉 잔차를 이용해 효율성을 측정하는데 양의 차이를 보이는 조직은 상대적으로 비효율적으로 음의 차이를 보이는 조직은 효율적으로 평가하며 반대로 산출 중심에서는 양의 차이를 보이는 조직은 상대적 효율로 음의 차이를 보이는 조직은 상대적 비효율로 평가 한다(차지철, 2015).

그러나 회귀분석은 분석을 위한 모형에 사용된 함수의 형태에 따라 결과에 상당한 차이가 나타나며 최고의 성과가 아닌 최소자승법에 따른 평균값 또는 중심성향의 정보를 이용해 효율성을 측정하기 때문에 개별 조직의 효율성 및 비효율성에 대한 정보를 얻기 어렵고 인과관계에 대한 추론도 어려우며 동일한 함수 형태를 사용하더라도 산출물의 단위가 다르기 때문에, 이를 가격으로 환산할 경우 가격효과가 제거되는 한계가 있다(손승태, 1993).

넷째, 비용-편익분석(Benefit-Cost Analysis)은 투입되는 비용과 그로 인해 얻어지는 편익을 평가함으로써 최적의 대안을 결정하는데 있어 주요 정보를 제공하는 것을 목적으로 하며 이 방법은 대안을 비교하는 목적으로 활용되며 각 안의 투입비용과 편익을 종합적으로 검토하여 최적의 대

안으로 결정되는 대안은 최고의 효율을 갖는 안으로 평가되며 비용-편익 분석 중 가장 대표적인 방법은 순 현재가치(NPV:Net Present Value)이며 효율성 평가를 위해 순편익(편익-비용)의 흐름을 현재가치로 계산하여 합계한 것으로 도출된다(정대범, 2011).

순 현재가치가 “0” 보다 크면 투입 시 가치의 순증가가 발생하므로 투입 가치가 있는 것으로 평가되며 순 현재가치가 “0”보다 작으면 투입 시 가치의 순 감소가 발생해 투입가치가 없는 것으로 평가된다(차지철, 2015).

따라서 순 현재가치가 극대화되도록 투자함으로써, 효율성의 극대화를 달성할 수 있는 것이며 그러나 비용편익분석을 이용해 효율성을 측정하기 위해서는 투입과 산출이 금전적 수치 즉 금액으로 표시되어야하기 때문에 산출을 금액으로 환산하기 어렵고 다양한 형태로 생산하는 공공부문의 효율성을 종합적으로 평가하는 데는 한계가 있다(이정열, 2010).

전통적으로 효율성 분석에 사용되어온 방법들은 비영리조직인 대학의 효율성을 측정하는 데에 다음과 같은 한계들을 가지고 있다(유금록, 2006).

기존의 효율성 측정방법들은 한계점이 존재하기 때문에 효율성 평가 및 분석방법으로 DEA 모형이 등장하게 되었으며 효율성의 한계점은 다음과 같이 정의 할 수 있으며 첫째, 공공부분이나 서비스부문의 경우 정확한 비용함수의 도출이 어렵고 투입물과 산출물과의 상관관계를 객관적으로 규명하기 어려우며 둘째, 다수의 투입물을 이용하여 다수의 산출물을 생산하는 산업구조에서는 모든 투입물과 산출물을 동시에 고려하여 효율성을 측정하기는 어렵다(유금록, 2006).

셋째, 다른 조직과의 상대적인 효율성을 평가하기 위해서는 객관적인 평가기준이 제시되어야 하지만 하나의 선정기준이나 평가자의 자의에 의하여 평가결과가 다르게 나타날 수 있으며 넷째, 모든 투입물과 산출물이 화폐액으로 표시됨으로써 가격효과가 작용할 수 있고 이로 인하여 순수한 생산성 측정에 영향을 미칠 수 있으며 다섯째, 외생변수 및 범주형 변수 등 투입물과 산출물의 환경변수를 고려할 수 없으며 여섯째, 효율성 평가 후 비효율적으로 평가된 경우에 어느 부문에 어느 정도의 비효율성이 존재하는지 정확한 자료를 제공할 수 없다는 제한사항을 가지고 있다(유금록, 2006).

2.3 DEA 모형

2.3.1 DEA의 개념

비모수적 효율성 측정 방법인 DEA는 다른 효율성 측정방법과는 다르게 사전에 체계적인 함수형태를 가정하고 모수를 추정하는 것이 아니라 선형계획법에 근거하여 일반적으로 생산가능 집합에 적용되는 몇가지 기준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물 간의 자료를 이용해 경험적 효율성 프론티어를 평가대상으로 비교하여 평가대상의 효율치를 측정하는 비모수적 접근방법이다(박만희, 2008).

DEA는 여러 의사결정단위의 관측된 자료를 이용하여 비모수적인 방법으로 효율성 프론티어를 찾아내고 이를 이용하여 각 DMU(Decision Making Unit)의 투입물과 산출량을 비교하여 개별 DMU의 효율성을 가장 효율적인 DMU와 상대적으로 비교하여 측정하는 기법이다(섭경력, 2016).

DEA기법의 사용에서 가장 중요한 선행조건은 비교대상인 DMU가 동질적이어야 한다는 것이며 의사결정단위의 동질성 여부가 연구결과의 신뢰성에 미치는 영향을 크기 때문에 의사결정단위는 동일한 투입요소를 사용하여 동일한 목적의 생산물을 산출하여야 한다(김형기 외, 2007).

DEA 분석 방법으로 규모가 변하더라도 효율성이 변하지 않는다는 것을 가정하고 있는 CCR 모형과 규모가 변하면 효율성이 변하는 것을 가정하고 있는 BCC 모형이 있으며 CCR모형은 규모에 대한 규모수익불변가정 하에서 사용되며 BCC모형은 규모에 대한 규모수익가변 가정 하에서 사용되며 CCR 모형과 BCC 모형은 생산가능 집합에 대한, 가정에 약간의 차이가 존재 하며 DEA 모형들은 처분성(disposability), 볼록성(convexity), 규모수익(return to scale:RTS)에 관한 가정을 하고 있으며 CCR 모형은 생산가능 DEA는 DMU 집합으로부터 관측된 투입과 산출을 비교함으로써 효율성을 측정하고 특정 DMU를 다른 DMU들과 비교하여 상대적으로 효율적인가 그리고 효율성의 크기는 어느 정도나 되는가를 계산해 준다(섭경력, 2016).

만일 DMU의 효율성 값(Efficiency Rating:E)이 “1”이라면 ($E=1$), 그

DMU는 비교대상 집단 내에서 상대적으로 효율적임을 의미하고 “1” 이하인 경우($E < 1$)라면 상대적으로 비효율적임을 의미하며 한다(Charnes et al, 1994; 안태식 외, 1998).

DEA 모형은 비효율을 제거하는 과정에서 투입요소 절감에 초점을 맞추는 투입 지향방식(input-oriented measures)과 산출물의 확대에 초점을 맞추는 산출 지향방식(output-oriented measures)으로 구분되며 투입 지향방식은 산출수준을 고정시킨 채 투입을 최대한 줄일 수 있는 비율이 도출되고 산출 지향방식은 투입수준을 고정하고 산출을 최대한 늘릴 수 있는 비율을 도출한다(이형석, 2015).

분석대상에 대한 산출을 조정하는 것이 사실상 불가능하고 단지 투입을 축소하면서 효율성을 개선할 수 있다면 투입지향방식을 활용해야 하며 반면 투입을 축소하는 것이 불가능하다면 산출을 증대시키는 산출지향방식을 택해야 한다(이정동 외, 2010).

기업의 경우는 대개 투입 지향방식을 사용하나 대학의 경우는 교육의 목적 상 투자의 확대에 따른 산출을 최대화 하는 방향으로 운영하여야 하기 때문에 산출 지향방식을 사용하는 것이 바람직하다(신현대, 2004).

2.3.2 DEA-CCR 모형

CCR모형은 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)는 Farrell(1957)의 효율성 개념을 다수의 투입요소와 다수의 산출요소가 있는 경우로 확장함으로써 CCR 모형이라고 불리는 DEA모형을 제시하였으며 이들은 또한 상대적인 효율성을 결정하는데 있어서 가중치의 공통집합을 찾는 어려움을 인식하고 각 평가대상(Decision Making Unit:DMU)에 따라 각자에게 최선의 가중치를 선택해야 한다는 DEA 분석 방법을 제시함으로써 다수의 투입물과 산출물을 가진 조직의 상대적 성과를 측정하는 기법을 나타내었다(Charnes et al, 1978).

CCR모형은 DEA모형의 가장 기본적인 모형으로 표현되는 형태에 따라 비율모형(ratiomodel), 승수모형(multiplier model), 포락모형(envelopment

model)등으로 구별되며 CCR 비율모형은 매우 직관적인 해석이 가능하고 이해하기 쉬우며 CCR 비율모형에 변수변화를 취하면 CCR 승수모형이 되며 이때 변화에 사용되는 변수에 따라 투입지향 모형과 산출지향 모형으로 구별된다(섭경력, 2016).

CCR 모형은 기술 효율성을 측정가능하게 하며 기술 효율성이란 주어진 생산요소 하에서 최대의 산출을 얻기 위한 경영능력으로 이는 인력, 비용 등 투입요소를 효과적으로 조절하고 관리하여 산출을 최대화 하는 것으로 유희 작업자나 작업의 여유시간이 발생되지 않도록 관리되는 것을 말한다(박만희, 2008).

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

s.t.

$$E_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{kr} y_{jr}}{\sum_{i=1}^m v_{ki} x_{ji}} \leq 1$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$v_{ki} \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$u_{kr} \geq 0, \quad r = 1, 2, 3, \dots, s$$

위 식에서 E_k 는 DMU_k 의 효율성이며, x_{ki} 는 총 투입물 m 개중 i 번째 투입물의 크기이고 y_{kr} 는 총산출물 s 개 중 r 번째 산출물을 나타내며 또한 u_r 는 r 번째 산출물과 v_r 는 i 번째 투입물에 부여되는 가중치이며 CCR모형은 규모에 대한 수익이 불변한다는 가정 아래 DMU의 효율성을 평가하는 방법으

로, 규모의 효과를 고려하지 않기 때문에 기술 효율성(technical efficiency)라고 하며 규모의 효율성과 순수 기술 효율성을 평가하지 못한다는 단점을 가지고 있다(박만희, 2008).

2.3.3 DEA-BCC모형

BCC모형은 규모효율성과 순수 기술효율성을 추정하지 못하는 CCR모형의 단점을 극복하기 위해 Banker, Charnes and Cooper(1984)가 제시한 BCC 모형은 CCR모형의 단점을 극복하기 위해 개발된 모형이다(섭경력, 2016).

CCR 모형은 규모수익불변 가정 하에서 도출되었기 때문에 규모효율성과 순수기술효율성을 구분하지 못하며 이를 개선하기 위해 Banker et al,(1984) 등은 CCR 모형에서 가정하는 규모에 대한 수익불변성을 완화하여 규모수익가변을 가정하고 볼록성 조건(convexity condition)을 추가함으로써 CCR 모형에 의해 도출된 총 효율성의 수준이 순수한 기술적인 요인에 의한 것인지 규모에 의한 것인지에 대한 판단을 가능하게 하는 BCC 모형을 개발하였다(Banker et al, 1984; 박만희, 2008).

$$Max E_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{kr} + U_0$$

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ki} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{jr} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ji} + U_0 \leq 0$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$v_i \geq \epsilon, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$u_r \geq \epsilon, \quad r = 1, 2, 3, \dots, s$$

위 식에서 U_0 는 효율적 DMU의 규모수익(Return to Scale) 효과를 평가하는 척도로 해석되며 $U_0 > 0$ 이면 규모수익체증이고 $U_0 < 0$ 이며 규모에 대한 규모수익체증(DRS)을 나타낸다(Banker et al, 1984; 박만희, 2008).

2.3.4 DEA 모형의 장점 및 단점

DEA는 다수의 투입요소로 다수의 산출물을 생산하는 DMU의 효율성을 측정하는 것을 목표로 하며 DEA 모형의 대표적인 장점을 다음과 같이 정의하였다.

첫째, 투입요소와 산출요소가 다양하여 하나의 효율성 지수로 표현하기 힘든 경우에 유용하게 사용할 수 있으며 기존의 방법들과 달리 검증을 위한 가설이 필요치 않으며 관측된 자료들을 가공하지 않고 그대로 사용할 수 있다(Sherman and Gold, 1985).

이것은 효율성 지표에 이용되는 수익성 지표나 이익지표와 다르게 인원수, 시간, 돈 등 투입 및 산출요소의 측정단위가 각각 다른 경우에도 적용 가능하고 화폐단위로 표시할 수 없는 경우에도 활용되며 기존의 방법들과 달리 검증을 위한 가설이 필요치 않고 관측된 자료들을 가공하지 않고 그대로 사용할 수 있다(Sherman and Gold, 1985).

둘째, 투입요소와 산출요소에 대한 가중치를 직접 추정하여 평가대상 DMU의 효율성을 추정하기 때문에 사전에 투입요소와 산출요소에 대한 지식이나 규정이 불필요하며 셋째, 모집단의 평균치를 이용하는 회귀분석과는 달리 효율적인 DMU의 개별적인 관찰에 초점을 둬으로써 개선 가능성에 대한 유용한 정보를 제공한다(이재직, 2015).

DEA 모형은 구체적인 함수형태를 가정 하고 모수를 추정하는 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출요소의 자료를 이용하여 경험적 효율성 프론티어를 도출한 후 이를 평가대상과 비교하여 평가대상의 효율성을 측정하는 비모수적 접근방법이다(엄준용, 2009).

넷째, 지리적 위치나 경쟁 환경의 심화 정도 등 외생변수를 고려하거나

조정하는 것이 가능하며 또한 필요한 경우에는 경영자나 실무자들의 판단을 수용할 수 있다는 점이다(이재직, 2015).

다섯째, 공공부분의 경우 투입요소나 산출요소의 가격을 파악하기가 어려운 경우가 많으므로 계량화하기 어렵다는 문제를 해결할 수 있으며 의사결정 단위의 투입 및 산출변수들이 동일한 척도가 아니고 화폐단위로 표시가 불가능할 때도 사용할 수 있다(박만희, 2008).

여섯째, DEA 모형은 각각의 DMU에 대한 상대적인 효율성을 나타내며 DEA의 측정값은 “1” 또는 “1”보다 작게 나타나는데 DMU의 효율성 값이 “1”이라는 것은 효율성 값이 “1”보다 작은 DMU보다 상대적으로 효율적임을 의미하며 효율성 값이 “1”이라는 것은, 관측된 전체의 DMU들 보다 효율적일 수 있으나 그 효율성 값이 반드시 효율적인 것이라고 볼 수 없으며, 비교 집합 내의 다른 DMU들 보다는 효율적임을 나타내는 것이다(Sherman and Gold, 1985).

일곱째, 평가 대상이 되는 DMU에 대해서 동일한 가중치를 적용하지 않으며 평가항목에 대한 가중치를 사전에 미리 결정하지 않으며 기존의 평가 방법들은 각 지표에 대한 가중치가 임의적인 방법으로 할당되고 있으나 DEA의 경우 모형 내에서 내재적으로 결정된다(전용수 외, 2002).

DEA 모형의 대표적인 단점을 다음과 같이 정의 할 수 있으며 첫째, 모델에 이용된 변수들에 따라 DMU의 상대적인 효율치가 달라질 수 있으며 특정 DMU의 독특한 산출변수가 평가모델에 포함 될 경우 비교기준의 대상 DMU가 존재하지 않거나 상대적으로 우위에 있게 되어서 유리한 결과를 얻게 된다(이재직, 2015).

즉 투입변수와 산출변수의 선정에 따라서 효율성 결과가 달라질 수 있으며 회귀분석 등과 마찬가지로 DEA도 효율성 분석을 위해 투입변수와 산출변수를 적절히 선정하고 정확히 측정하는 것이 중요하며 특정 DMU가 투입변수와 산출변수의 잘못된 측정치를 사용하게 되면 해당 DMU 뿐만 아니라 타 DMU들의 잘못된 효율성 값이 도출될 수도 있으므로 변수들의 관계를 파악하여 투입변수와 산출변수를 선정하여야 하며 대표할 수 있고 객관적이며 신뢰성 있는 각 변수의 값들을 사용하여야 한다(박만희, 2008).

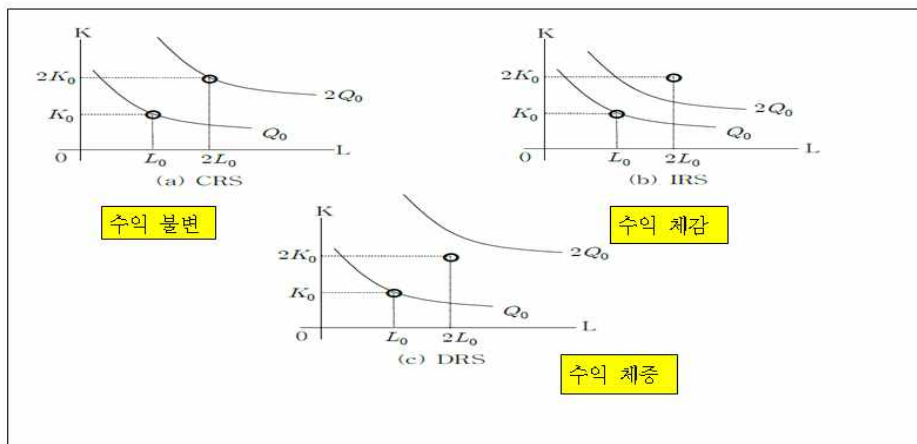
둘째, DEA에서 이용되는 자료에서 비롯되는 한계점이 있으며 모델에 이용되는 실증자료에 통계적 오류가 포함되어 있을 경우 DEA 결과는 오류가 미치는 효과를 포함하게 된다(이재직, 2015).

셋째, DEA 모델이 갖는 본질적인 특징에 기인한 한계이며 즉 DEA는 상대적인 효율성 평가모델이므로 DEA에서 효율적인 단위로 평가된 DMU라 하더라도 개선의 여지가 없는 절대적인 효율단위로 간주하여 서는 안 된다(박만희, 2008).

넷째, DEA의 모델은 개별 DMU에 대해서 독립적인 선형계획 문제를 생성시키기 때문에 DMU 수가 증가하면 계산량도 증가하며 다섯째, DEA는 모수적 방법이 아닌 비모수적인 방법을 이용하여 효율성을 측정하기 때문에 즉 정점 (extreme point)을 이용한 기법이므로 측정오차 문제를 야기할 수 있고 비모수적 기법이므로 통계적 가설 검증이 어려우며 여섯째, DEA는 투입요소 및 산출물의 수를 많이 반영하여 효율성을 측정할 경우 효율성 값은 왜곡될 가능성이 있으며 즉 산출 되는 효율성의 평가 결과가 투입요소와 산출요소 및 DMU의 수에 많은 영향을 받는다(박만희, 2008).

2.4 규모 수익 및 효율성

규모에 대한 수익은 투입요소 비율을 일정하게 유지하면서 규모를 증가시킬 때 생산량이 어떻게 변하는가를 설명하기 위한 개념이며 고정요소가 일정할 때 가변요소와 산출물의 관계를 함수로 나타낸 것이 단기 생산함수이고, 한계 생산체감의 법칙에 따라 단기 생산 함수의 형태가 결정되며 단기와는 달리 장기에서는 모든 요소가 가변적이기 때문에 요소투입을 동시에 증가시킬 경우 이에 따른 산출량 변화를 고려하는 개념이 필요하며 모든 생산 요소를 증가시킬 때 산출량에 따라서 규모 수익불변, 수익체감, 수익체증은 <그림 1>과 같이 정의 하였다(박만희, 2008).



<그림 1> 규모 수익불변, 수익체감, 수익체증

수익불변(CRS:Constant Return to Scale)은 모든 생산요소를 동시에 증가시킬 때 산출량이 이에 비례하여 동일하게 증가하는 경우로 규모에 대한 수익 불변인 경우는 생산자가 생산과정을 그대로 복제 하는 경우이며, 즉 모든 생산요소를 동시에 2배로 증가시키는 경우로 생산 공장을 복제하여 모든 조건을 동일하게 하고 다른 곳에 건설 한다면 생산량은 2배로 증가할 것이다(박만희, 2008).

모든 생산 요소를 증가시킬 때, 산출량에 따라서 규모 수익불변, 수익체감,

수익체증은 수익체감(DRS:Decreasing Return to Scale)모든 생산요소를 동시에 증가 시킬 때 산출량이 이에 비례하여 감소하는 경우를 규모이며 생산규모가 증가함에 따라 오히려 의사전달 및 의사결정체계가 복잡해지는 경영상의 비효율이 발생하는 경우 규모에 대한 수익이 체감 한다(박만희, 2008).

수익체증(IRS:Increasing Return to Scale)은 모든 생산요소를 동시에 증가 시킬 때 산출량이 이에 비례하여 더 증가하는 경우이며 기업이 생산규모를 증가시킴에 따라 분업화, 전문화 등에 의해 작업의 효율성이 확대되어 생산이 비약적으로 증가할 수도 있는데 이런 경우 규모에 대한 수익이 체증한다(박만희, 2008).

규모수익불변(CRS)은 모든 기업이 최적의 규모로 운영되고 있을 때 적합한 모형이며 현실적으로 불완전한 경쟁, 재무관련 제약조건 등으로 인해 개별기업들은 최적의 규모로 운영되지 못하고 있는 것이 현실이다(박만희, 2008).

규모수익가변(VRS) 상황을 설명하기 위하여 CRS DEA 모형의 확장을 제안하였으며 모든 기업들이 최적규모로 운영되지 못하는 상황에서는 CRS모형은 기술적 효율성(TE)과 규모의 효율성(SE)계산이 가능하며 규모수익가변(VRS)을 설명하기 위해서는 CRS 선형계획법 문제에 대하여 블록성 제약 조건을 추가함으로써 쉽게 변경이 가능하며 블록성 제약조건은 비효율적인 기업이 유사한 크기의 기업을 벤치마킹 대상으로 참조하는 것을 가능하게 한다(Banker et al, 1984).

CCR 모형에서 측정된 효율성은 규모의 효율성과 기술적 효율성이 결합된 것이므로 CCR 모형에서 도출된 효율성의 값을 BCC 모형에서 도출된 효율성의 값으로 나누면 규모의 효율성 값을 구할 수 있으며 규모의 효율성은 기술이 규모수익가변이라고 가정할 때 개별기업에 대한 규모 효율성은 CRS 가정 DEA 모형과 VRS 가정 DEA모형으로 부터 측정할 수 있으며, 규모의 비효율성은 CRS 가정 기술적 효율성과 VRS 가정 기술적 효율성 차이로부터 구할 수 있으며 CCR 모형과 BCC 모형으로부터 구한 효율성과 이를 바탕으로 규모 효율성 및 규모수익을 도출하는 과정을 정리하면 <표 1> CCR과 BCC 모형의 효율성을 바탕으로 규모 효율성 및 규모수익을 도출하는 과정과 같다(박만희, 2008).

〈표 1〉 CCR과 BCC 모형의 효율성을 바탕으로 규모 효율성 및
규모 수익을 도출하는 과정

구 분		수 식	내 용
CCR	기술적 효율성 (TE)	θ_{CCR}^*	순수 기술적 효율성과 규모 효율성으로 분해
BCC	순수 기술적 효율성 (PTE)	θ_{BCC}^*	규모효율성 ÷ 순수 기술적 효율성
규모 지수		$\sum_{j=1}^n \lambda_j^*$	규모수익의 판단기준
규모 효율성 (SE)		$\frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*}$	순수 기술적 효율성 ÷ 기술적 효율성
비효율 원인	순수기술	PTE < SE	경영의 비효율성
	규모	PTE > SE	규모의 비효율성
규모수익 (RTS)	체감	$\sum_{j=1}^n \lambda_j^* > 1$	생산요소를 동일하게 증가시킬 때 더 감소하는 경우
	불변	$\sum_{j=1}^n \lambda_j^* = 1$	생산요소를 동일하게 증가시킬 때 동일하게 증가
	체증	$\sum_{j=1}^n \lambda_j^* < 1$	생산요소를 동일하게 증가시킬 때 더 증가하는 경우

* 박만희 (2008), 내용을 연구자가 재정리함.

2.5 Network DEA 모형

기존의 DEA 모형은 다 투입과 다 산출 요소를 간주하여 개별 의사결정단위(DMUs)의 상대적 효율성을 다루고 있었으나 이러한 모형들은 DMUs의 내부적으로 발생하는 활동이나 단계별 생산 과정에서 발생하는 결합 활동(linking activity)을 반영하지 못하는 한계를 가지고 있었다(김희창, 2012).

즉 기존의 모형들에서 DMUs의 모든 투입과 산출 요소들은 투입요소 혹은 산출 요소에 포함 되지만 다단계 구조에서 DMUs 내부의 중간 산출물으로써 이전 단계의 산출물 다음 단계의 투입요소로써 반영 되는 결합 활동에 대해서는 고려 대상에서 제외되어 DMUs의 비효율성이 어떤 단계에서의 비효율성 문제인지 판단하기가 어려운 점이 있다(Tone & Tsutsui, 2007).

이러한 단점을 해결 하고 보완한 모형이 Network DEA모형이며 Tone and Tsutsui (2007)에 의해 소개된 Network DEA는 각 단계의 효율성뿐만 아니라 결합 활동의 영향까지 반영한 모형이며 단계별 투입물과 산출물뿐만 아니라 각 단계의 중간 산출물을 최종산출물에 대한 투입물로 사용하여 전체 단계의 효율성을 고려한 모형이다(김희창, 2012).

전체 생산프로세스를 세부 프로세스로 구분하게 되면 투입요소의 실제적인 효과를 확인할 수 있으며 가장 단순한 형태의 전체 프로세스를 두 개의 프로세스로 분리시켜서 분석하였다(Charnes et al, 1986; Wang et al, 1997).

전체 프로세스를 두 개의 프로세스로 구분하는 것보다 훨씬 복잡하고 많은 프로세스로 구성된 형태도 있으며 연속형 네트워크 구조, 평행형 네트워크 DEA 구조 그리고 이 두 구조가 섞여있는 혼합형 네트워크 구조, 동태적네트워크 구조 등이 있으며 이러한 구조들을 일반적으로 네트워크 DEA 구조라고 하고 이러한 네트워크 DEA 구조를 방식으로 구하는 시스템을 네트워크 DEA 라고 한다(Fare and grosskopf, 2000).

Charnes et al(1986) 이후 네트워크 에 대한 연구는 많이 이루어졌으며 일반적인 네트워크 DEA 형태는 Fare and grosskopf(2000)에서 소개되고 발전되어 왔으며 두 개의 프로세스가 연결된 구조에서 두 번째 프로세

스에서 이전 프로세스의 산출물을 투입물로 이용하여 최종산출물을 생산하는 two-stage 기본적인 형태의 모형을 보여주었다(Cook et al, 2010).

투입물 공유 모형 멀티레벨 그리고 몇 가지 네트워크 모형을 설명하였으며 네트워크 시스템은 여러 가지 형태의 구조를 가지고 있으며 네트워크 DEA는 현실을 보다 적절히 설명하기 위하여 다양한 형태의 구조를 가정하는데 연속형, 평행형, 혼합형, 그리고 동태적 구조 등의 형태로 구분할 수 있다(Castelli et al, 2010).

Network DEA의 생산가능 집합은 다음과 같이 정의 된다(Tone and Tsutsui, 2007; 김희창, 2012).

$$\begin{aligned}
 & \{(x^k, y^k, z^{p,k}, z^{k,q})\} \\
 & x^k \geq \sum_{j=1}^n x_j^k \lambda_j^k (k=1, k, k), y^k \leq \sum_{j=1}^n y_j^k \lambda_j^k (k=1, k, k) \\
 & z^{(p,k)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(p,k)} \lambda_j^k (\forall (p,k)), (k\text{로의 투입물}) \\
 & z^{(p,k)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(p,k)} \lambda_j^p (\forall (p,k)), (p\text{로부터의 산출물}) \\
 & z^{(k,q)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(k,q)} \lambda_j^q (\forall (k,q)), (q\text{로의 투입물}) \\
 & z^{(k,q)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(k,q)} \lambda_j^k (\forall (k,q)), (k\text{로의 산출물}) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1 (\forall k), \lambda_j^k \geq 0 (\forall k)
 \end{aligned}$$

Tone and Tsutsui(2007)은 여기서 λ^k 는 Division k 에 대응하는 세기벡터(intensity vector)이고 마지막 행의 제약 조건 $\sum_{j=1}^n \lambda_j^k = 1$ 은 가변규모수익(VRS)을 나타내는 제약조건이며 제약조건 하에서 투입물과 산출물 모두에 슬랙(slack) 값을 적용한 무 방향(non-oriented) Network DEA 모형은 아래 식과 같다(김희창, 2012).

$$p^* = \min \frac{\sum_{k=1}^k w^k \left[1 - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} s_{io}^{k-} / x_{io}^k \right) \right]}{\sum_{k=1}^k w^k \left[1 - \frac{1}{r_k} \left(\sum_{i=1}^{r_k} s_{ro}^{k-} / y_{ro}^k \right) \right]}$$

subject to

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^k w^k &= 1, w^k \geq 0 \\ x_0^k &= x^k \lambda^k + s_0^{k-} \quad (k=1, k, k), \\ y_0^k &= y^k \lambda^k - s_0^{k+} \quad (k=1, k, k), \\ e \lambda^k &= 1 \quad (k=1, k, k), \\ \lambda^k &\geq 0, s_0^{k-} \geq 0, s_0^{k+} \geq 0, \\ z^{(k,h)} \lambda^h &= z^{(k,h)} \lambda^k \end{aligned}$$

Tone and Tsutsui(2007)은 여기서 $K = \text{Division}$ 의 수, $m_k = \text{Div } k$ 투입 요소의 수, $\gamma_k = \text{Div } k$ 산출요소의 수이고 ρ^* 는 non-oriented DMU_o 의 전체 효율성 (overall efficiency)이며 이때 오직 $\rho^* = 1$ 인 경우 주어진 조건하에서 전체 효율성이 효율적 이라고 할 수 있다(김희창, 2012).

2.6 MPI를 이용한 효율성 측정

Malmquist Productivity Index(MPI)는 총 요소 생산성의 증가율을 추정하는 방법으로 MPI 추정 방법은 특정 생산함수를 가장하지 않고 거리 함수에 기초하여 투입요소에 대한 산출물을 지수로 정의되며 성장회계추정법과는 달리 투입요소에 대한 비중이나 소득 분배율에 대한 자료를 필요로 하지 않으며 분석에 이용되는 거리함수는 크게 투입기준 거리함수와 산출기준 거리함수를 추정하는 것이다(박만희, 2008).

Färe et al.(1994)은 CCR / BCC 효율성 분석은 일정시점에서 각 연도별 효율성을 측정할 수는 있지만 분석기간 동안 시간적 변동에 따른 각 의사결정 단위들의 생산성 변화추이를 파악하는 데는 다소 한계가 있으며 따라서 본 연구에서는 2010년~2015년까지 대학 알리미의 4년제 대학의 생산성 변화를 평가하고 측정하기 위해 맘퀴스트 지수(Malmquist Index: MI)를 측정하였으며 MI의 계산식은 다음의 식 (2)와 같다(강상목, 2015; 최강화, 2016).

$$\begin{aligned}
 & M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \\
 &= \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2) \\
 &= \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (3) \\
 &= Efficiency\ Change(EC) \times Technical\ Change(TC)
 \end{aligned}$$

일반적으로 $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) > 1$ 인 경우에는 두 기간에 걸쳐서 생산성이 증가한 경우이고 $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) < 1$ 이면, t 시점에 비해 t+1 시점에 생산성이 감소하였음을 의미하며 식(2)의 MI는 식(3)과 같이 분해할 수 있는 데 식(3)의 왼쪽은 t 시점과 t+1 시점 사이에 임의의 DMU가 이전 시점에 비해 생산 변경선(production frontier)으로부터 얼마나 가까워졌는지를 표현하는 효율 변동(efficiency change:EC)을 측정하며 오른쪽의 괄호 식은 두 기간 사이의 생산기술 변화가 생산성 변화에 어떻게 기여하는가를 평가하는 기술 변

동(technical change: TC)을 측정하는 것이다(최강화, 2016).

EC와 TC의 곱으로 분해할 수 있으며 일반적으로 EC는 두 기간의 규모수익불변(CRS)의 기술수준에서 효율 변동을 평가하는 척도로써 $EC > 1$ 이라면 t 시점에 비하여 $t+1$ 시점에서 생산 변경선에 좀 더 가까워졌다는 것을 의미하는 것으로 생산기술의 최대 효율성을 발휘하는 생산자와 유사하게 효율성이 향상되는 추격효과(catching-up effect)가 발생했다는 것을 의미한다(최강화, 2016).

반대로 $EC < 1$ 이라면 t 시점에 비해 $t+1$ 시점에서 생산 변경선으로 부터 더 멀리 떨어지게 되었다는 것을 의미하며 이와 같이 EC는 내부 운영효율성을 통한 추격효과로 학습 및 지식파급 효과, 시장 경쟁력, 비용구조 및 설비가동률 개선 등에 의해 생산 변경선으로 부터 얼마나 떨어져 있는가를 측정하는 지수이다(박만희, 2008; 최강화, 2016).

식(3)의 EC는 식(4)와 같이 다시 순수 효율 변동(Pure Efficiency Change: PEC)과 규모 효율 변동(Scale Efficiency Change: SEC)으로 분해할 수 있으며, 이 두 값의 곱에 의해 EC를 계산하며 PEC는 규모수익가변(VRS)의 기술수준에서 DMU가 효율적 프론티어에 얼마나 접근했는지를 측정하는 반면 SEC는 DMU가 규모의 경제를 어느 정도 달성했는지를 측정한다(박만희, 2008; 최강화, 2016).

$$EC = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)}$$

$$= \frac{D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) \times D_{VRS}^t(x^t, y^t)}{D_{CRS}^t(x^t, y^t) \times D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right] \quad (4)$$

반면에 TC는 t 시점에 비하여 $t+1$ 시점까지 두 기간 사이의 기술 및 외부환경의 변화 즉 효율적인 변경선에 의한 이동이 어떻게 생산성 변화를 야기했는지를 측정하는 척도로 TC는 생산변경선이 더 상승(확대)되면 동일한 투입량으로 더 많은 산출을 할 수 있는 가능성이 높아지는데 이는 기술진보($TC > 1$)를 의미하며 그러나 그 반대의 경우에는 기술퇴보($TC < 1$)가 발생했음

을 의미하며 이는 혁신 잠재력을 반영하는 것이며 신제품 및 생산 공정 혁신, 새로운 경영기법, 외부충격 등 생산가능곡선을 이동시키는 요인으로부터 영향을 받는다(박만희, 2008; 최강화, 2016).

2.7 대학기관 선행연구 분석

DEA를 대학기관의 평가에 적용한 국외 연구로는 Ahn, Arnold, Chanes & Cooper(1990), Ahn & Seiford(1993), Cyrii & Green(1988), Johnes(1996) 등이 있으며 이 연구들은 공통적으로 미국대학의 다양한 투입산출을 고려하여 교육효율성을 분석한 것이다(이주연, 2013).

Network 효율성모형을 이용한 해외연구자료 중 대학운영관련 연구결과는 전무한 상태이며 다른 산업을 연구한 논문들은 기본형 two-stage 구조로 분석한 연구들이 네트워크 DEA의 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 세계 Top 100위 안에 드는 은행 중에서 정보시스템을 잘 갖춘 22개 은행의 효과를 연구하였으며 이 연구에서는 은행 업무를 자금의 수집과 투자로 구분하는 두 개의 프로세스로 분석하였다(Wang et al. 1997; 강상묵, 2015).

메이저리그 30개 야구단의 구단운영과 경기성과의 효율성을 분석하였으며 1단계에서는 팀 사용 비용 중간척도(매개변수)로 재능을 사용하고 2단계에서 재능이 투입물이 되고 산출물은 팀 승리를 사용하였으며 만약 투입물이 증가하면 중간생산물도 역시 증가하며 그러나 중간생산물은 2단계에서 투입물로 사용하면 산출은 감소한다(Sexton and Lewis, 2003; 강상묵, 2015).

그러나 중간생산물을 통하여 두 프로세스를 연결하는 형태의 two-stage 시스템은 최근에 와서 시도되고 있으며 이전 연구들과는 달리 중간생산물이 첫 번째 프로세스와 두 번째 프로세스를 연결하는 two-stage 기본형시스템으로 효율성을 분석하였다(Chen et al. 2010; 강상묵, 2015).

Network 효율성모형을 이용한 대학운영 효율성 연구가 전무한 상태이기 때문에 해외의 DEA를 활용한 대학 연구를 선행연구로 활용하였으며 내용은 다음과 같다.

Stern et al.(1993)은 DEA를 활용하여 의과 대학을 제외한 4개의 단과 대학에 대하여 21개 학과간의 효율성을 연구하는 것으로 투입변수는 운영비용, 교수봉급으로 하고 산출변수는 연구비, 연구논문, 졸업학생 수, 학과의 수업시간 수를 선정하였으며 연구결과를 보면 정부가 대학에게 보조금을 삭감하는 정책을 시행함에 따라 비용을 줄이기 위하여 실시하였다(이주연, 2013).

대학 총장은 DEA의 분석결과를 신뢰하여 학생당 비용이 높은 2개의 학과인 지질학과, 핵공학과에 대한 개발지원을 제한하는 것을 권고 하였다 (Stern et al, 1993; 이주연. 2013).

Avkiran, (2001)은 DEA모형을 통한 호주의 1995년도 36개 대학 자료를 활용하여 효율성을 평가하고 개선방안을 도출하였으며 대학 성과분석에서 변수 1의 투입변수는 전임 교직원 수, 비전임 교직원 수를 산출변수는 학부 등록생 수, 대학원 등록생 수, 연구원 수를 선정하였다(이재직. 2014).

변수 2의 투입변수는 전임 교직원 수, 비전임 교직원 수, 산출 변수는 학부 등록생 유지율, 학부생 학점 이수율, 졸업생 취업률을 선정하였고 변수 3의 투입 변수는 전임 교직원 수, 비전임 교직원 수를, 산출변수는 해외 풀타임 유학생 등록률, 국내 풀타임 학생 진학률을 선정하였으며 연구 결과 대학의 성과, 교육 서비스 성과, 최종 효율성 성과로 구분하여 분석한 결과 대학 성과의 효율성은 23개 대학이 달성했으며, 교육서비스 성과의 효율성은 11개의 대학이 달성 했으며, 최종성과의 효율성 성과는 10개 대학으로 분석되었다(이재직. 2014).

DEA모형을 활용한 호주의 36개 대학의 효율성 분석에서 투입변수는 학술 전임 직원 수, 비 학술 전임 직원 수, 건물 및 자산, 학생 서비스 등 기타 지출, 비 유동자산 가치를, 산출변수는 교육부문에서 대학 및 대학원 풀타임 학생 수, 대학 및 대학원 졸업생 수를 연구부문에서는 정부의 연구지원, 연구 수입, 연구 결과물 선정하였으며 연구결과를 보면 대학의 효율성 분석에서 투입 변수는 직원 및 지출 등을 활용하고 산출변수는 교육부문과 연구부문으로 다양하게 활용하였으며 1995년 기준 호주 대학의 효율성을 분석한 결과 효율성이 0.95~1.00사이는 64%로 나타났고 0.9~0.95 사이는 14%이며 0.85~0.9 사이는 11%이고 0.8~0.85 사이는 6%이었으며 0.6~0.8사이는 3%이고 0.6이하 는 3%로 나타나 전반적으로 호주 대학의 효율성은 높은 것으로 분석되었다 (Abbott et al, 2003; 정대범, 2011).

Flegg et al, (2004)는 DEA모형과 Malmquist 접근법을 활용한 영국대학의 효율성 및 생산성 측정에 대한 연구에서 투입변수는 직원 수, 학부 학생 수, 대학원 학생 수, 대학 총 지출율을 선정하고 산출변수는 연구 및 컨설팅 수

입, 학부 졸업생 수, 대학원 졸업생 수를 선정 하였다(이재직. 2014).

연구결과를 보면 대학의 효율성 및 생산성 측정에서 1980년~1981년, 1992년~1993년까지 영국대학의 직원 수, 학부 학생 수 등 투입변수와 연구 및 컨설팅 수입, 학부 졸업생 수 등 산출변수의 연간 변화율에 대한 효율성을 산정 하였으며, 연구결과 산정 결과 초기 1980년~1981년 효율성은 0.859 이었으며 1981년~1982년 효율성은 0.868 이었고 1982년~1983년 효율성은 0.870 이었으며 1990년~1991년 효율성은 0.917 이었으며 1991년~1992년 효율성은 0.916 이었고 1992년~1993년 효율성은 0.916으로 높아진 것으로 분석되었다(Flegg et al, 2004; 이재직. 2014).

George et al,(2010)은 DEA모형을 통한 그리스 테살리 대학의 16학과를 대상으로 효율성을 분석하였는데 투입변수는 전임교원 수, 직원 수, 학생 수를 산출변수는 졸업생 수, 간행물 수를 선정 하였으며 연구결과 각 학과간의 상대적 효율성과 비효율성을 비교한 결과 학과운영의 비효율성을 개선하기 위해 이 연구에서 선정된 투입 및 산출변수와 같은 자원의 적절한 배분이 필요하다는 결론을 제시하였다(이주연. 2013).

Kuah et al,(2011)는 DEA모형을 통한 대학의 효율성 평가에서 투입변수는 강의직원 수, 수강학생 수, 재학생들의 평균 자질, 대학 지출, 연구 직원 수, 연구 직원의 평균 자질, 연구학생 수, 연구보조금을 산출변수는 수강학생 수업생 수, 수강학생 졸업생들의 평균 학점, 수강학생 졸업비율, 수강학생 졸업생 취업률, 연구학생 졸업생 수, 연구 실적 수, 수상 실적 수, 지적재산권 수를 선정 하였다 (이재직. 2014).

연구 결과를 분석해 보면 1980년~1981년에서 1992년~1993년 기간의 45개 영국 대학에 대한 투입변수와 산출변수의 연간 변화율에 대한 기술 효율성을 경험적으로 분석결과를 보면 1987년~1988년 사이의 연간 변화율에 대한 투입 및 산출변수에 대한 효율성이 높게 나타났으며, 총생산성은 1980년~1981년과 1992년~1993년 기간 동안 51.5% 증가한 것으로 분석되었다(Kuah et al, 2011; 이재직. 2014).

DEA모형을 통한 호주 37개의 대학에 대한 2007년에서 2009년까지 연구 성과 효율성 분석에서 투입변수는 연구 및 강의 전담 직원 수, 건물, 도서관,

기타 설비 및 장비 자산의 유지 보수비를 산출변수는 정부의 대학경쟁력 강화지원금, 산업계 지원금, 기타 공공부문 지원금, 연구출판물, 석, 박사 연구과정 학생 수를 선정하였다(이재직, 2014).

대학 연구 성과 효율성 분석에서 산출변수에 졸업생 수 혹은 취업생 수를 제외한 연구 성과 중심으로 분석한 것이 특징이며 연구 결과 37개 대학의 연구 성과에 대한 기술효율성을 산정한 결과, CCR모형에서는 14개 대학이 효율적인 것으로 분석되었고 BCC모형에서는 20개 대학이 효율적인 것으로 분석되었다(Lee, 2011; 이재직, 2014).

84년도에 설립된 그리스의 Thessaly대학의 16개 학과를 대상으로 효율성을 분석하였으며 대학의 학과별 효율성 측정을 위한 DEA모형에서 투입 변수는 학술계 직원 수, 보조 직원 수, 학부 학생 수, 대학원 학생 수를 산출변수는 졸업생 수, 정부기금 등 총 수입을 선정 하였으며 연구 분석 결과 연구결과는 효율적인 학과는 기초교육, 의료학교, 수의학 과학, 체육 및 스포츠 과학, 경제학과로 분석 되었다(Tzeremes et al, 2011; 이재직, 2014).

Network 효율성모형을 이용한 국내연구를 분석하여 보면 대학운영 효율성을 대상으로 한 연구는 전무한 상태이며 해외 연구에서도 연구결과를 찾을 수가 없어서 다른 산업에 적용되었던 선행연구를 일부 활용하였다.

Network 효율성모형을 이용한 국내 13개의 일반은행을 대상으로 은행 산업의 효율성 및 결정요인에 관한 실증분석 효율성 연구하였으며 정상 산출 모형에서는 투입변수를 직원 수, 점포 수, 업무용 고정자산, 이자 비용을 산출변수는 예수금, 대출금(무이자 여신), 이자수익, 영업 이익을 선정하였다(김희창, 2012).

유해산출모형에서는 투입변수를 직원 수, 점포 수, 업무용고정자산, 이자 비용을, 산출변수는 정상 산출물인 예수금, 대출금, 이자수익, 영업이익과 유해 산출물인 무수익 여신을 선정하였고, 네트워크 효율성 모형에서는 투입변수를 1단계에서 생산 단계인 직원 수, 점포 수, 업무용 고정자산을 2단계인 수익단계에서는 이자비용을 산출변수는 1단계인 생산단계에서는 예수금과 대출금을 2단계인 수익단계에서는 이자수익과 영업이익을 결합변수는 1단계는 생산단계에서 2단계 투입요소, 대출금, 무수익 여신, 비

이자 손 순익을 선정하였으며, 연구결과 은행산업의 효율성은 2002년도 45.9%에서 2010년 68.9%로 증가한 것으로 분석되었고 여신 및 수신 확보 등 은행 고유의 영업활동은 효율성이 지속적으로 증가하고 네트워크 효율성 분석결과 중간산출물 및 결합 활동의 결과가 효율성 추정에 중요한 것으로 분석되었으며 지방은행의 경우 모형 “2”에서는 효율성이 높으나 모형 “1”에서는 낮은 것으로 분석 되었고 시중은행은 모형 “1”이 효율성이 높은 것으로 분석 되었다(김희창, 2012).

Network 효율성모형을 이용한 서비스 지수를 반영한 국내공항의 효율성 분석에서 국내 13개 공항을 서비스 지수를 반영한 네트워크 효율성 분석을 연구하였으며 투입변수를 활주로 수, 운항편수를 매개변수로는 지연, 결항, 고객 불만 제기수를 산출변수는 여객 수, 고객 만족도, 서비스지수를 설정 하였으며 연구결과 전통적인 방법인 Negative DEA 모형과 NDEA-SBM을 사용한 모형에서는 공항전체의 효율성이 감소하는 것으로 분석 되었고 Network 효율성모형을 이용한 분석결과 첫 번째 스테이지와 두 번째 스테이지에서 효율성 순위가 상이 하였으며 이는 중간 산출물의 결과가 효율성 추정에 중요한 대상임을 알 수 있었다(권오경, 2015).

Network 효율성모형을 이용한 미국 12개 항공사를 대상으로 한 2012년~2014년까지 항공서비스품질을 고려한 미국 항공사 간의 네트워크 효율성 분석을 연구하였으며 투입변수를 유효좌석 마일 수(ASM), 종업원 수(Employee)를 매개변수는 비행 정시율(OT), 고객 불만(CC)을 산출변수는 유효 좌석 마일 당 총수익(RPM), 영업 수익(OR)를 선정하였으며 네트워크 효율성분석결과 기존의 효율성이 높은 집단(AS, DL, VX)은 서비스품질을 고려하면 비효율적 집단으로 바뀌었고 기존의 효율성이 비효율적이던 UA와 US는 서비스품질을 고려하면 효율적인 항공사로 분석되었다(최강화, 2016).

DEA방법을 이용한 국내 최초의 연구는 병원의 효율성 평가에 관한연구에서 투입변수를 이용 병상 수, 간호사 직원 수, 의료보조 직원 수, 관리 직원 수를 산출변수로는 총 재원 일 수, 외래 환자 수를 선정하였으며 연구결과 29개 병원 중 17개 병원이 기술적 효율성으로 파악되었고 비효율적인 병원은 12개이

며 기술 및 규모의 비효율에 문제가 있는 것으로 평가된 비율이 전체의 72.5%이며 기술요인은 42.5%, 규모요인이 30%의 비효율성이 내재된 상태에서 운영되고 있는 것으로 분석되었다(곽영진, 1993).

국내에서 대학기관의 효율성 분석 문제에 DEA기법이 본격적으로 적용되기 시작한 것은 안태식 외(1998)는 DEA방법을 사용하여 국내대학을 대상으로 경영 효율성을 평가이며 투입변수는 교수 수, 직원 수, 운영비, 인건비, 기자재 비를 산출변수는 학부생 수, 대학원생 수, 연구비, 논문 수, 취업자 수를 선정하였다(이주연, 2013).

연구결과를 보면 DEA를 활용하여 국내 77개 대학을 대상으로 교육중심 모형과 연구중심 모형으로 이분하여 대학 간 경영 효율성을 분석하였으며 이 연구는 네 가지 변수집합을 구성하여 교육 중심모형과 연구 중심 모형으로 평가 하였으며 효율성 지표로서 재무지표와 함께 비 재무자료를 활용 하였다(이형석, 2015).

교육에 있어서는 비교적 많은 대학이 상당히 효율적이었으나, 대부분의 대학이 매우 비효율적인 것으로 분석 되었으며 대학의 소유 구조에 따른 효율성 차이, 대학의 구조적인 공과 대학 이나 대학병원의 유무에 따른 효율성 차이와 그리고 규모에 따른 효율성 차이를 비교 분석하였으며 분석한 결과 사립대학이 국립대학보다 효율적이며 연구 분야에서는 공과대학이 있는 대학이 높은 효율성을 보였고 의대가 있는 대학은 교육, 연구 두 분야에서 모두 비효율적 것으로 분석되었으며 교육에 있어서는 대규모 대학이 효율적인 것으로 분석되었다(안태식 외, 1998).

DEA를 이용한 공대 학과별 효율성비교 및 학부제 통합대안에 관한 연구에서 학과를 대상으로 DEA를 이용한 다양한 효율성 평가를 실시하여 각 학과들의 운영 상태와 문제점을 규명하고 이에 대한 개선책을 제시하였으며 투입변수는 운용면적, 전임교수를 산출변수는 연구 논문, 수주 연구비, 순수 취업률, 대학원 진학률을 선정 하였다(이주연, 2013).

연구 결과를 보면 연세대학교 공과대학 내에 속해 있는 14개 학과를 대상으로 다양한 각도의 효율성 평가를 실시하여 여러 가지 가상 시나리오에 따른 각 학부 및 학과의 효율성의 추이를 살펴보고 이를 통해 개선책을 제시하고

학부제라는 대학 내의 조직적인 변화에 대해 제도 도입의 효율성을 극대화시키기 위하여 몇 가지 시나리오를 설정하여 각 학과 및 학부의 효율성추이를 살펴보고 최적의 학부 형태를 선택하는 결론을 제시 하였다(최홍 외, 1999).

DEA를 활용하여 1995년부터 1997년까지 국내 일반대학 5개 대학과 신학대학 4개 대학으로 총 9개 대학을 대상으로 상대적 효율성을 측정하였으며 투입변수는 교수 수, 직원 수, 건물 평수, 총 세입, 교직원 연수 건수, 관리운영비, 인건비, 장학금을 산출변수는 학생상대 적응지수(만족도), 교수 연구비 수혜 액, 교수 연구실적을 선정하였다(황보창수, 2000).

연구결과를 분석하여 보면 효율성 분석은 총 9개 대학 중에서 효율적인 대학이 4개 대학으로 분석 되었고 비효율적인 대학이 5개 대학으로 분석 되었으며 준거집단에 대한 분석결과 준거집단은 상대적 효율성 측정에 있어서 중요한 의미를 가지며 비효율 DMU의 비효율 부문과 정도가 분석되었다.

비효율 정도는 관리 향상을 위한 목표설정의 차원에서 활용될 수 있다는 점을 설명하였으며 DEA를 이용한 대학조직의 상대적 효율성 측정을 통해 유용한 관리정보를 얻었고 비효율 부문을 규명할 수 있다는 시사점을 제시 하였다(황보창수, 2000).

김인재(2000)는 DEA를 활용하여 1996년부터 2000년까지 국제 전문인력 양성 특성화 지원 사업에 지원을 받은 9개의 대학교 중에서 자료수집에 응한 8개 대학교에 대해서 DEA를 활용하여 효율성 수치를 제시하였으며 교육 인적 자원부 대학재정지원의 평가모형을 DEA에 근거를 둔 대학 재정지원 정책의 평가모형을 제시하였으며 투입변수는 교수 인건비, 건물 단위당 관리비, 연구비, 교직원 수, 장서 수, 도서관 연 면적을 산출변수는 취업 대상자 취업률, 대학교육에 대한 의견, 수여학위별 학생 수, 저서 수, 논문 수, 연간 제공한 총 학점 수, 공공에 대한 서비스를 선정 하였다(이주연, 2013).

DEA를 이용한 6개 대학을 대상으로 대학경영효율성 평가를 하였으며 투입 변수로는 교수 수, 교직원 수, 총 세입 액, 건물면적, 교직원 연수 건 수, 평당 관리운영비, 인건비 , 장학 수혜 폭을 선정하고 산출변수는 중도 탈락율, 대외 연구비, 연구실적을 선정하여 연구를 진행 하였다(이홍배 외, 2001).

DMU로서 동질성을 갖추고 있는 13개 국립대학과 16개 사립대학을 선정하였으며 투입변수는 교수 당 학생 수, 직원 당 학생 수, 대학원생 비율, 학생당 세출 액, 세출 중 인건비비중, 세출 중 장학금 비중을 산출변수는 학사 졸업생 취업률, 학사과정 학업 지속율, 교수 당 학술지 논문 수, 교수 당 외부연구비를 선정 하였으며 연구 결과 인적 및 물적 요소를 투입변수로 선정하고, 학사 졸업생 취업률 등을 산출변수들로 구성된 모형을 설정하여 국립대학 재정운영의 효율성을 평가하였다(나민주, 2004).

평가모형별로 효율치가 100%인 대학의 비율, 효율치 평균, 준거집단 피인용 빈도를 분석하였고 국립대학과 사립대학 간의 차이를 검증하였으며 분석 결과로는 국립대학의 재정운영의 효율성이 낮다고 할 수 있는 통계적 증거는 발견되지 않았다(나민주, 2004).

DEA를 활용하여 OECD 15개 국가를 대상으로 대학교육 효율성에 대학 국가 간 비교연구를 하였으며 투입변수는 학생 100명당 교수 수, 공립대학 비중, 학생당 교육비, GDP 대비 공교육비, 교직원 인건비 비중, 교수 당 연구개발 예산을 산출변수는 대졸자 취업률, 고등교육 이수율, 대학교육 만족도, 교수 당 SCI 논문 수, 논문 당 피 인용율을 선정 하였다(나민주 외, 2005).

연구결과를 분석하여 보면 DEA를 활용하여 대학교육의 효율성 국제비교를 실시하였는데, 이는 대학 유형별로 대학교육의 효율성과 비효율성의 요인을 국가차원에서 추정할 수 있음을 보여준다(나민주 외, 2005).

DEA를 활용하여 국내 대학 38개교를 대상으로 대학경영의 효율성을 평가하기 위해 투입변수는 교수 수, 직원 수, 대학원 학생 수, 인건비, 교내 연구비, 장서 수를 산출변수는 교수의 국제 A급 논문 수, 대학원생의 국제 A급 논문 수, 논문 피인용 횟수, 국내 논문 수, 연구용역수입, 사회적평판도를 선정하였다(신현대, 2006).

연구결과 DEA 기법과 전통적 성과평가 방식인 지수법을 동시에 고려하여 다각적인측면에서 대학운영을 검토해 볼 수 있었고 사립대학과 국립대학 간에 통계적으로 의미 있는 효율성 차이는 발견되지 않았으며 또한 수도권 소재 대학과 비수도권대학 간의 효율성에 차이가 없는 것으로 나타났다으며 규모에 있어서는 중소규모 대학이 대규모 대학에 비해 보다 효

을적이었으며 DEA 효율성 점수는 대학 내 구조조정과 시장의 변화에 대한 학교의 대처 결과를 반영할 수 있어 대학의 효율성 향상과 향후 정책 입안을 위한 시사점을 제공하였다(신현대, 2006).

DEA를 활용하여 61개 대학을 대상으로 대학의 특성별 효율성을 분석하였으며 대학특성을 설립형태, 유형(종합, 교육중심, 연구중심), 소재지, 규모 등으로 분류하고, 투입변수는 교수 수, 직원 수, 학생 수, 교육비, 연구비를 산출변수는 취업자 수, 연구실적을 선정 하였으며 연구결과에 따르면, 국립대학보다 사립대학이 종합대학보다는 교육중심대학이 소규모대학보다는 중규모대학이 효율적인 것으로 나타났으며 대학 중 효율성이 가장 높은 대학은 수도권과 중부지역에 위치하고 있는 교육중심 중규모 사립대학인 것으로 분석되었다(이호섭, 2007).

DEA모형에 따라 대학의 효율성과 대학평가가 어떻게 달라질 수 있는지에 관심을 두고, DEA로 평가했던 대학교육 관련 논문들에 대해 비교분석을 실시하였다(이주연, 2013).

분석을 위한 자료는 종합 데이터와 이를 비율화한 단위지수 데이터가 사용되었으며 투입변수는 교수 수, 직원 수, 세출 총액을 산출변수는 취업자 수, 사회 봉사실적(봉사활동 참가 학생 수), 교수 논문 게재 실적의 합, 외부 연구비 수혜 금액의 합을 선정 하였으며 연구결과 DEA 효율성과 대학종합평가의 상관관계 분석 결과는 11개 모형 중 1개 모형에서만 효율성과 대학종합평가 점수 간 상관성이 0.05% 수준에서 유의하였다(김성훈 외, 2008).

DEA를 활용하여 전국 11개 교육대학교 운영의 효율성을 분석하고자 연구모형을 교육, 연구, 종합 모형으로 구분하여 분석하였으며 투입변수는 교수 당 학생 수, 직원 당 학생 수, 학생 당 교육비, 주당 수업시수를 산출변수는 교수 당 졸업생 수, 교수 당 게재 논문 수, 취업률을 선정 하였으며 연구결과 교육대학 간의 효율성에 차이가 있었으며 특히 연구부분의 차이가 두드러졌고 투입최소화를 지향할 경우 주로 기술적 효율성이 문제가 되었으며, 산출최대화를 지향할 경우에는 주로 규모의 효율성이 문제가 된 것으로 분석하였다(윤홍주, 2008).

DEA를 활용하여 국내 56개 대학을 대상으로, 연구를 진행하였으며 투입변수는 시간강사 의존율, 교수1인당 학생 수, 교수 1인당 주당수업시간, 세입 중 등록금 비율, 세출중 인건비 비율을 산출변수는 취업률, 교수1인당 국제학술지 논문 수, 교수1인당 국내학술지 논문 수를 선정 하였으며 연구결과 DEA기법을 활용하여 대학의 효율성을 분석하기 위해서는 변인의 선정 관점, 투입과 산출변수의 관계, 변수의 단위, 연구모형의 세분화 등을 고려하여야한다고 주장하였으며 효율적인 대학은 비효율적인 대학에 비해 재정과 교수인력이 높으며 교육과 연구 실적이 높은 것으로 나타났다(이항원, 2009).

DEA를 활용하여 134개 사립대학을 대상으로 효율성을 분석하였으며 대학의 특성을 규모별, 지역별로 구분하고 KEDI 교육통계센터의 자료를 활용하여 교육투자 효율성, 연구투자 효율성, 그리고 경영효율성으로 나누어서 분석하였으며 투입변수는 교육면에서는 교지 확보율, 교사 확보율, 기숙사 수용률, 학생 운영경비, 교원 확보율, 직원 수를 연구면 에서는 학생 수, 수업 시수, 연구비, 유급 연구 인력을 산출변수는 교육면에서는 신입생 충원율, 재학생 충원율, 중도탈락학생비율, 순수취업률을, 연구 면에서는 교원연수실적, 연구비 수주액을 선정 하였으며 연구 분석 결과 대학의 효율성 차이는 규모별과 지역별에 있어 차이가 없었으며, 효율적인 대학들과 비효율적인 대학들의 효율치 분석결과가 개별 대학마다 일관성을 보이지 않은 것으로 나타났다(이석열, 2009).

대학의 학과평가를 위한 효율적인 방법으로, S대학의 20개 학과에 대해 DEA를 이용하여 효율성 평가를 실시하였으며 투입변수는 학과별 예산, 교수 및 직원 수, 학과의 보유면적을 산출변수는 학생의 취업률, 학과에서의 수상건수, 교수의 국내외 연구실적을 선정 하였다(송미자 외, 2006).

연구결과로 투입요소는 학과의 운영에 필요한 주요 요인으로 금융자원, 인적 자원, 공간자원으로 구분하여 사용하고 산출요소는 학과 운영의 주요 결과물로 교육적 측면, 연구적 측면, 봉사적 측면의 요소를 적용하여 설정하였으며 이를 통해 DMU간 효율성을 비교함으로써 효율적인 학과와 비효율적인 학과를 선별하여 효율성을 중심으로 학과를 설명하고 비효율

의 원인이 발생하는 DMU는 투입변인의 수준을 낮추고 산출변인의 수준을 높임으로써 비효율성의 원인을 개선할 수 있다는 결론을 제시하였다(송미자 외, 2006).

DEA를 활용하여, 국내 대학 129개교의 연구 생산성 분석을 위해, 투입변수는 교수 수, 대학원생 수, 연구비 수혜 액을 산출변수는 학술지 논문 수를 선정하였으며 연구결과 대학은 적절한 규모를 유지하지 못하고 있어서 생산성이 저조한 것으로 분석 되었으며 대학의 연구생산성 분석결과 각 대학별로 많은 차이가 있는 것으로 분석되었고 전체적으로는 낮은 수준을 보이고 있으며, 설립 유형 간에도 차이가 발생하고 있으며 이러한 결과를 바탕으로 대학별 발전 전략의 차별화, 대학평가 및 재정지원제도 전환, 교수업적평가제도 보완 등의 제고방안을 제시하였다(나민주 외, 2010).

131개 일반대학원이 있는 대학을 대상으로 DEA를 활용한 대학원의 효율성 분석 연구를 통하여 효율성 평가를 실시하였으며 투입변수를 인적 요소 면에서는 전임교원 1인당 학생 수, 전임교원 강의비율을 물적 요소 면에서는 전임교원 1인당 연구비, 학생 1인당 장서 수, 재학생 1인당 장학금을 산출변수는 취업률, 전임교원 1인당 연구실적을 선정하였다.

연구결과로 우리나라 대학원의 전반적인 효율성 수준을 고려 시 거의 모든 일반대학원은 상대적으로 높은 효율성을 유지하기 위한 대학별 노력이 요구되며 대학원의 42%~46%는 상대적으로 효율적으로 운영되고 있으며 나머지 대학원은 비효율적으로 운영되고 있는 것으로 분석 되었으며 이를 통하여 각 대학 간에 효율성을 비교하여 효율적인 학과와 비효율적인 학과를 구분하여 비효율의 원인이 발생하는 DMU는 투입변인의 수준을 낮추고 산출변인의 수준을 높임으로써 비효율성의 원인을 개선할 수 있다는 결론을 제시하였다(엄준용, 2010).

DEA를 활용하여 대학 교육역량 강화사업에 선정된 87개 대학을 대상으로 효율성을 규모별, 지역별, 설립별 특성에 따라 분석하였고 투입변수는 전임교원 수와 직원 수의 합, 예산(당 해년도), 보유면적을 산출변수는 졸업생 수, 졸업생 취업현황, 연구비수혜실적, 국내외 논문 실적과 저역서의 합을 선정 하였으며 연구결과 효율성에 있어서는 규모가 큰대학보다 중·소규모 대학이 보다

효율적이고 수도권보다는 비수도권 대학들이 효율적이며 사립대학보다 국립대학이 보다 효율적인 것으로 나타났다(박혜영, 2011).

DEA를 이용하여 49개 대학 특수교육과를 대상으로 효율성을 분석하였고 투입변수는 전임교원 1인당 학생 수, 학생1인당 교육비, 재학생 1인당 장학금, 학생 1인당 장서 수, 전임교원 1인당 연구비를 산출변수는 취업률, 전임교원 1인당 연구실적을 선정 하였으며 연구결과 특히 특수교육과의 개별적 특성과 교육 및 연구여건에 대한 판단을 근거로 효율성 개선전략의 차별화와 특성화를 도모할 필요가 있다고 평가하였다(김현태, 2012).

DEA와 MPI를 이용한 대학의 효율성 분석 연구에서 140개 대학을 대상으로, 설립유형별, 소재지별, 규모별 분석을 하였으며 투입변수는 인적 면에서 전임교원 1인당 학생 수, 전임교원장의 비율, 학생 100인당 직원 수를 물적 면에서는 학생 1인당 장학금, 학생 1인당 교육비, 전임교원1인당 연구비를 산출변수는 교육면에서 취업률과, 재학생 충원율을 연구면 에서는 전임교원 1인당 연구실적을 선정 하였으며 연구결과, 우리나라 대학의 효율성 수준은 대학의 약 7~11% 정도가 효율적으로 운영되고 있는 것으로 분석 되었고 연도별로 대학의 효율성을 분석한 결과 전체적으로 높아지는 경향을 보이고 있어서 긍정적으로 분석 되었고 생산성 분석결과 비수도권소재 대규모, 국공립대학이 효율성이 높은 것으로 나타났다(김현태, 2012).

DEA를 활용하여 4년제 사립대학의 89개교를 대상으로 “대학의 질적 수준과 등록금 수준간의 상대적 효율성분석”에서 적정 등록금 책정 방향을 연구하였으며 투입변수는 교사시설 확보율, 학생 1인당 교육비, 재학생 충원율, 교원 확보율, 교원 1인당 연구실적, 취업률, 학생 1인당 장학금을 산출변수는 등록금을 선정 하였으며 연구결과 대학의 전공계열은 80%대의 효율성을 갖고 있는 것으로 나타났고 수도권 소재의 대규모대학들이 지방이나 수도권 중소형 대학들에 비하여 상대적으로 효율적인 것으로 분석 되었고 대학의 적정 등록금 책정실태가 대부분 일치하지 않는 다는 사실이 확인 되었다(문보은, 2013).

DEA를 활용하여 자원개발 특성화 대학 성과분석 보고서의 2009년부터 2011년까지 자료를 인용하여서 투입변수는 교수 수, 재학생 1인당 교수

수, 총사업비, 인력양성 사업비, 교수인력 확충비, 교과목 개설 분야 수, 현장 실습 참여율을 선정하고 산출변수는 취업자 수, 취업률, 교수 논문실적, 진학률, 신규 교원확보실적, 인턴십 참여율을 선정하여 연구를 진행하였으며 연구결과 종합 효율성 분석결과 10개 대학 중 효율적인 대학이 4개~6개로 분석 되었고 효율성 추이를 분석한 결과 7개 대학은 변동이 없었으며 3개 대학은 급격하게 하락한 것으로 분석 되었다(이주연, 2013).

DEA를 활용하여 2012년 중앙일보 대학평가자료 93개 대학을 활용하여, 투입변수로는 전임교원 수, 학부와 대학원생을 합한 수, 교육비, 장학금, 교내외 연구비를 선정하고, 산출변수로는 국내외 학술지에 등재한 논문 수, 취업자 수, 중도탈락 학생 수, 진학자수, 국내외 특허 및 등록 수, 기술이전 수입료, 저서 및 역서수를 선정하여 연구를 진행 하였으며 분석결과 93개 대학 중 효율적으로 나타난 대학은 35개로(37.6%)이었고 그 외 대학들은 투입요소로 인한 기술적 요인이 비효율적인 것으로 분석 되었고 사립대학이 국공립 대학보다 효율성이 높고, 비수도권대학보다 수도권 대학이 효율성이 높은 것으로 분석 되었다(한창희, 2014).

BSC와 DEA 결합모델을 이용한 사립대학 효율성 분석에서 82개 대학을 대상으로, 연구하였으며 투입변수는 내부 프로세스 면에서 학생 1인당 교육비, 전임교원 1인당 교내 연구비를 학습과 성장 면에서 학생 1인당 교육비, 전임교원 1인당 교내 연구비를 고객 면에서는 학생 100 인당 직원, 학생 100인당 전임교원, 교사시설 확보, 전임교원 1인당 외부 연구비, 전임교원 1 인당 논문을 산출변수는 내부 프로세스 면에서 학생 100 인당 직원, 학생 100인당 전임교원, 교사시설 확보를 학습과 성장 면에서는 전임교원 1인당 외부 연구비, 전임교원 1인당 논문을 고객 면에서는 재학생 충원율, 학업 지속율, 취업률을 선정 하였다(이형석, 2015).

연구결과 내부 프로세스 및 학습과 성장에서는 순수 기술 효율성보다 규모의 효율성이 높은 결과를 보였으며 대학소재지에 따른 분석에서는 수도권 대학은 학습과 성장에서 비수도권 대학은 내부 프로세스에서 높은 효율성을 보였으며 최근 3년간 사립대학의 효율성 추이 분석에서 하락하는 추세를 보이는 것으로 나타났다(이형석, 2015).

선행연구에서 살펴본 바와 같이 효율성 평가를 대학을 대상으로 한 선행연구를 기초로 변수를 선정함에 있어서 변수 상호간에 인과관계와 타당성을 확보하기 위하여 교육부의 대학구조개혁 평가지표와 연계하여 변수를 구성할 계획이며 대학구조개혁 평가지표는 대학 간 불필요한 경쟁 해소를 위해 정량지표의 절대평가 방식 도입이 요구되며 교육부의 대학구조개혁 평가요소는 교육여건 (전임교원 확보율, 교사 확보율, 교육비 환원율), 학사관리 (수업 관리, 학생 평가), 학생지원 (장학금 지원, 취업 및 창업 지원 등), 교육성과(학생 충원율, 졸업생 취업을 등) 특성화 등으로 구성되어 있다 (교육부, 2016).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
21개 학과	- 운영비용 - 교수봉급	- 연구비 - 연구논문 - 졸업 학생 수 - 학과의 수업시간 수	Stern, Mehrez, Barboy(1993).
36개 대학 (호주)	- 학부생 수 - 대학원생 수 - 학생 충원율 - 학생 진학률	- 연구실적 - 취업률	Avkiran (2001).
36개 대학 (호주)	- 전임교수 수 - 직원 수 - 재정지출 총액 (인건비 제외) - 대학 주식자본	(연구모형) - 내부 연구비 - 외부 연구비 - 연구비 지출총액 (교육모형) - 전일제 학생수 - 학위 수여자수	Abbot et al, (2003).
1992년~1993년의 대학(영국)	- 직원 수 - 학부 학생 수 - 대학원 학생 수 - 대학 총지출	- 연구 및 컨설팅 수입 - 학부 졸업생 수 - 대학원 졸업생 수	Flegg et al,(2004).
테살리 대학의 16학과(그리스)	- 전임교원 수 - 직원 수 - 학생 수	- 졸업생 수 - 간행물 수	George, Nickolaos & Stavros(2010).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
1980년/1981년~ 1992년/1993년 기간의 45개 대학(영국)	-강의직원 수 -수강학생 수 -재학생들의 평균 자질 -대학 지출 -연구 직원 수 -연구 직원의 평균자질 -연구학생 수 -연구보조금	-수강학생 졸업생 수 -수강학생 졸업생들의 평균 학점 -수강학생 졸업비율 -수강학생 졸업생 취업률 -연구학생 졸업생 수 -연구 실적 수 -수상 실적 수 -지적재산권 수	Kuah et al,(2011).
2007년~ 2009년 37개의대학(호주)	- 연구 및 강의 전담 직원 수 - 건물 - 도서관 - 기타 설비 및 장비 자산의 유보수비	- 정부의 대학경쟁력 강화지원금 - 산업계 지원금 - 기타 공공부문 지원금 - 연구출판물(가중치화) - 석 / 박사 연구과정 학생 수	Lee(2011).
Thessaly대학의 16개학과(그리스)	-학술계 직원 수 -보조 직원 수 -학부 학생 수 -대학원 학생 수	-졸업생 수 -정부기금 등 총 수입	Tzeremes et al, (2011).
국내 77개 대학	- 교수 수 - 직원 수 - 운영비 - 인건비 - 기자재비	- 학부생 수 - 대학원생 수 - 연구비 - 논문 수 - 취업자 수	안태석, 조균제, 박태종(1998).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
연세대학교 공과 대학 내에 속해 있는 14개 학과	- 운용면적 - 전임교수	- 연구 논문 - 수주 연구비 - 순수 취업률 - 대학원 진학률	최홍, 손소영 (1999).
1996년~2000년까 지 국제 전문 인 력 양성 특성화 지원 사업에 지원 을 받은 8개의 대 학교	- 교수 인건비 - 건물 단위당 관리비 - 연구비 - 교직원 수 - 장서 수 - 도서관연면적	- 취업 대상자 취업률 - 대학교육에 대한 의견 - 수여학위별 학생 수 - 저서 수 - 논문 수 - 연간 제공한 총 학점 수 - 공공에 대한 서비스	김인재(2000).
일반대학 5개대학 신학대학 4개대학	- 교수 수 - 직원 수 - 건물 평수 - 총 세입 - 교직원 연수 건수 - 관리 운영비 - 인건비 - 장학금	- 학생상대 적응지수 (만족도) - 교수 연구비 수혜 액 - 교수 연구실적	황보창수(2000).
대학경영 효율성 평가 (6개대학)	- 교수 수 - 교직원 수 - 총 세입 액 - 건물면적 - 교직원연수건 수 - 평당 관리운영비 - 인건비 - 장학 수혜폭	- 중도 탈락률 - 대외 연구비 - 연구실적	이홍배, 이상호 (2001).
13개 국립대학 16개 사립대학	- 교수 당 학생 수 - 직원 당 학생 수 - 대학원생 비율 - 학생당 세출액 - 세출 중 인건비비중 - 세출 중 장학금비중	- 학사 졸업생 취업률 - 학사과정 학업 지속율 - 교수 당 학술지 논문 수 - 교수 당 외부연구비	나민주(2004).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
15개 OECD 회원국	- 학생 100명당 교수 수 - 공립대학 비중 - 학생당 교육비 - GDP대비 공교육비 - 교직원 인건비 비중 - 교수 당 연구개발 예산	- 대출자 취업률 - 고등교육 이수율 - 대학교육 만족도 - 교수 당 SCI 논문 수 - 논문 당 피인용율	나민주, 김민희 (2005).
S대학의20개학과	-학과별 예산 -교수 및 직원 수 -학과의 보유면적	-학생의 취업률 -학과에서의 수상건수 -교수의 국내외 연구실적	송미자, 김우제 (2006).
4년제 대학 중 2003년 교육부 발표, 최근 8년간 논문 500편 이상 발표 38개 대학	- 교수 수 - 직원 수 - 대학원 학생 수 - 인건비 - 교내 연구비 - 장서 수	- 교수의 국제 A급 논문 수 - 대학원생의 국제 A급 논문 수, - 논문 피인용 횟수 - 국내 논문 수 - 연구용역수입 - 사회적평판도	신현대(2006).
2005년도 대학종합평가 대상 61개교	- 교수 수 - 직원 수 - 학생 수 - 교육비 - 연구비	- 취업자 수 - 연구 실적	이호섭(2007).
DEA로 평가했던 대 학교육 관련 논문들 에 대해 비교분석	- 교수 수 - 직원 수 - 세출 총액	- 취업자 수 - 사회 봉사실적 (봉사활동 참가 학생 수) - 교수 논문 게재 실적의 합 - 외부 연구비 수혜 금액의 합	김성훈, 이호섭 (2008).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
11개 교육대학교	- 교수 당 학생 수 - 직원 당 학생 수 - 학생 당 교육비 - 주당 수업시수	- 교수 당 졸업생 수 - 교수 당 게재 논문 수 - 취업률	윤홍주(2008).
사립대학 경영효율성 분석 (134개 대학)	(교 육) - 교지 확보율 - 교사 확보율 - 기숙사 수용율 - 학생 운영경비 - 교원 확보율 (연 구) - 직원 수 - 학생 수 - 수업 시수 - 연구비 - 유급연구인력	(교 육) - 신입생 충원율 - 재학생 충원율 - 중도탈락학생비율 - 순수취업률 (연 구) - 교원연수실적 - 연구비 수주액	이석열(2009).
국내 56개 대학	- 시간강사 의존율 - 교수1인당 학생 수 - 교수 1인당 주당수업 시간 - 세입 중 등록금 비율 - 세출중 인건비 비율	- 취업률 - 교수1인당 국제 학술지 논문 수 - 교수1인당 국내 학술지 논문 수	이황원(2009).
국내 대학 129개교	-교수 수 -대학원생 수 -연구비 수혜 액	-학술지 논문 수	김민희, 나민주 (2010).
131개 일반 대학원이 있는 대학	(인적 요소) -전임교원 1인당 학생 수 -전임교원 강의비율 (물적 요소) -학생 1인당 장서 수 -전임교원 1 인당 연구비 -재학생 1 인당 장학금	-취업률 -전임교원 1인당 연구실적	엄준용(2010).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
대학 교육역량 강화사업에 선정된 대학 (87개교)	-전임교원 수 및 직원 수 -예산(당 해년도) -보유면적	-졸업생 수 -졸업생 취업현황 -연구비수혜실적 -국내외 논문실적 및 저역서	박혜영(2011).
49개 특수교육과	- 전임교원 1인당 학생 수 - 학생1인당 교육비 -재학생 1인당 장학금 - 학생 1인당 장서 수, -전임교원1인당연구비	- 취업률 -전임교원1인당연구실적	김현태(2012).
국내 13개의 일반은행	- 직원 수 - 점포 수 - 업무용 고정자산 - 이자 비용	- 예수금 - 대출금(무이자 여신) - 이자수익 - 영업이익	김희창(2012).
140개 대학	(인 적) -전임교원 1인당 학생 수 -전임교원강의 비율 -학생 100인당직원 수 (물 적) -학생 1인당 장학금 -학생 1인당 교육비 -전임교원1인당연구비	(교육) -취업 율 -재학생 충원 율 (연구) -전임교원1인당연구실적	김화영(2013).
4년제 사립대학의 89개교	-교사시설 확보율 -학생 1인당 교육비 -재학생 충원율 -교원 확보율 -교원 1인당 연구실적 -취업 율 -학생 1인당 장학금	-등록금	문보은(2013).

〈표 2〉 국내, 외 대학의 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
자원개발 특성화 대학 성과분석 보고서의 2009년~ 2011년 자료인용	-교수 수 -재학생 1인당교수 수 -총사업비 -인력양성 사업비 -교수인력 확충비 -교과목 개설분야 수 -현장 실습 참여율 -인턴십 참여율	-취업 자 수 -취업 율 -교수 논문실적 -진학 율 -신규 교원확보실적	이주연(2013).
2012년 중앙일보 대학 평가자료 93개 대학을 활용	-전임교원 수 -학부와 대학원생을 합한 수 -교육비 -장학금 -교내외 연구비	-국내외 학술지에 게재한 논문 수 - 취업자 수 -중도탈락 학생 수 -진학자수 -국내외 특허 및 등록 수 -기술이전 수입료 - 저서 및 역서 수	한창희(2014).
82개 대학	(내부 프로세스) -학생 1인당 교육비 -전임교원 1인당 교내 연구비 (학습과 성장) -학생 1인당 교육비 -전임교원 1인당 교내 연구비 (고 객) -학생 100 인당 직원 -학생 100인당 전임교원 -교사시설 확보 -전임교원 1인당 외부 연구비 -전임교원 1 인당논문	(내부 프로세스) -학생 100 인당 직원 -학생 100인당전임교원 -교사시설 확보 (학습과 성장) -전임교원1인외부연구비 -전임교원 1 인당 논문 (고 객) -재학생 충원 율 -학업 지속 율 -취업 율	이형석(2015).

〈표 2〉 국내, 외 효율성 분석 선행연구 종합(계속)

평가대상	투입변수	산출변수	연구자
국내 13개 공항	- 활주로 수 - 운항편수 (매개변수) - 지연 - 결항 - 고객 불만 제기 수	- 여객 수 - 고객 만족도 - 서비스 지수	권오경(2015).
2012년~2014년 미국 12개 항공사	- 유효좌석 마일 수 - 종업원 수 (매개변수) - 비행 정시율 - 고객 불만	- 유효 좌석 마일 총수익 - 영업 수익	최강화(2016).

III. 연 구 설 계

3.1 연구모형

본 연구는 대학의 네트워크 효율성 평가에 적합한 투입 및 매개변수와 산출 변수를 설정하고 우리나라 4년제 대학의 상대적 효율성을 분석하는데 그 목적이 있다.

한국대학교육협의회 대학정보공시의 2010년~2015년까지 대학 알리미 자료와 서비스 수익체인 고리와 교육부의 대학구조개혁 평가지표를 근거로 변수를 선정하고 투입변수는 서비스 지원(교육여건)으로 전임교원 확보율과 교사 시설 확보와 매개변수는 고객만족(학생 만족)으로 재학생 충원율과 중도 탈락률을 산출변수는 서비스 성과(교육성과)로서 취업률과 진학률을 선정 하였으며 <표 3> 연구모형에서 보는바와 같다.

<표 3> 연구 모형



3.2 분석자료 및 대상

연구문제를 검증하고 분석하기 위하여 한국대학교육협의회의 대학정보공시의 2008년~2015년 자료 중에서 최종적으로 분석에 사용된 대학은 4년제 110개 대학의 자료를 구축하여 사용하였다.

연구대상을 고등교육법 제2조에 의거한 고등교육기관 중에서 한국대학교육협의회의 대학정보공시의 대학 알리미 사이트에서 2008년~2015년까지 연구 모형의 변수가 단 한 개라도 누락되거나 “0” 값으로 되어 있거나 값이 누락된 대학과 중간에 신설되거나 폐교된 대학은 제외시키고 2캠퍼스, 3캠퍼스 등은 대학의 특성이나 재정 구조 등이 상이하여 연구대상에서 제외 하였다.

분석대상 대학은 비교집단의 동질성을 확보하기 위하여 규모별로 구분하여서 대학 규모를 3가지로 분류 하였으며 소규모 대학은 5천명 이하로 20개 대학을 선정하고 중규모 대학은 5천명 이상~1만 명 이하로 47개 대학이며 대규모 대학은 1만 명 이상으로 43개 대학으로 분류하였다.

현재 대학을 Network 효율성 분석을 통하여 투입물과 산출물을 생산하는 중간생산영역인 생산과정의 내부 기술구조의 프로세스 효율성 영향을 분석 하였으며 특성별로는 소규모 대학이 20개 대학(18%), 중규모 대학이 47개 대학(43%), 대규모 대학이 43개 대학(39%)로 분석되었으며 <표 4> 대학 규모별 분류 현황에서 보는바와 같다.

〈표 4〉 대학 규모별 분류 현황

구분	계	소규모 대학 (5천명 이하)	중규모 대학 (5천명 이상~ 1만명 이하)	대규모 대학 (1만명 이상)
계	110개	20개 / 18 %	47개 / 43 %	43개 / 39%

3.3 변수 선정

DEA 모형을 활용한 효율성 분석에서 가장 중요한 일은 투입변수와 산출변수를 선정하는 일이며 DMU의 수가 적으려면 투입변수와 산출변수의 수가 많아지면 효율성 분석결과가 정확도가 떨어지고 유의하지 않을 수도 있으며 변수가 많아질수록 효율적인 단위의 개수가 늘어나며 경우에 따라서는 모든 평가대상의 효율성이 1(100%)일 수도 있으며 이러한 문제로 투입변수와 산출변수를 합한 수의 2배 내지는 3배 정도의 의사결정단위를 확보하여 분석할 것을 권장한다(김은정 외, 2006).

대학의 효율성을 평가하기 위해서는 효율성 평가변수의 선정 관점이 명확히 되어야 하며 DEA모형이 설정된 이후 두 가지 측면에서 가장 중요한 작업은 분석대상인 DMU의 선정 작업과 투입요소와 산출요소를 선택하는 작업이라고 할 수 있고 특히 DEA 모형은 비 모수 모형이기 때문에 모형의 타당성을 통계적으로 유의성을 검증하기가 매우 어려우며 따라서 투입변수와 산출변수 선정 작업은 DEA모형에서 가장 핵심적인 중요성을 가진다고 볼 수 있다(윤경준, 1996).

DMU의 수와 관련하여 선행 연구를 분석하여 보면 투입요소와 산출요소 수의 합에 3배수 이상이어야 하거나(Banker et al, 1984), DMU의 수가 투입요소와 산출요소의 수를 곱한 수 이상이 되어야 정확한 결과를 도출할 수 있기 때문에 DMU의 수가 적을 경우 투입과 산출요소의 수를 조정하거나 DMU의 수를 늘려야 보다 정확한 평가가 가능하며 DEA의 판별력은 DMU의 수가 많을수록 높아지고 변수들의 수가 늘어날수록 판별력이 낮아진다(Boussofiane et al, 1991). 또한 의사결정 단위의 수가 투입변수와 산출변수의 합을 2배한 것보다 커야한다고 주장 하였다(Duffy et al, 1994).

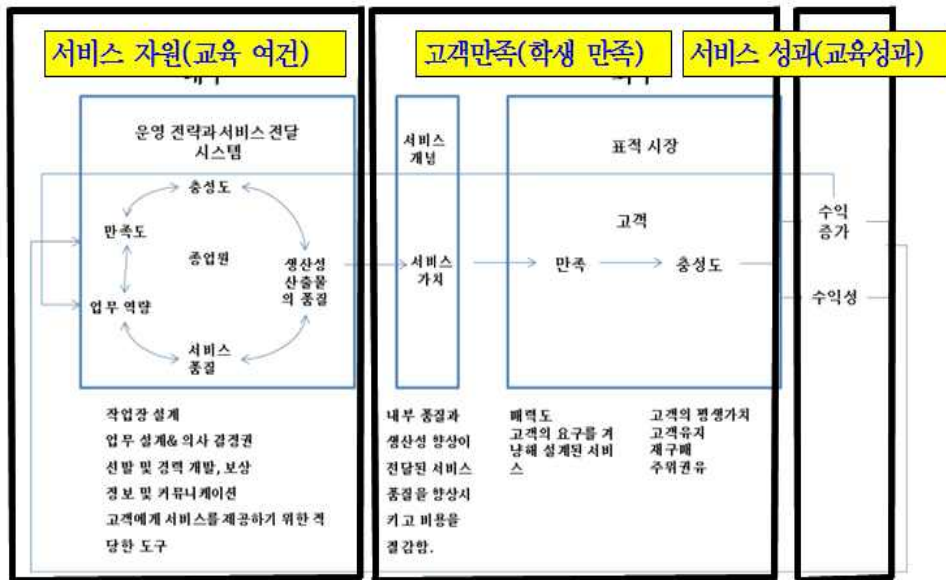
〈표 5〉 적정 DMU 수와 투입변수와 산출변수 관계에서 보는바와 같다.

〈표 5〉 적정 DMU 수와 투입변수와 산출변수 관계

연구자	적정 DMU의 수
Banker et al, (1984)	DMU의 수 $> 3(\text{투입 요소 수} + \text{산출 요소 수})$
Boussofiane et al, (1991)	DMU의 수 $> (\text{투입 요소 수} \times \text{산출 요소 수})$
Duffy et al, (1994)	DMU의 수 $> 2(\text{투입 요소 수} + \text{산출 요소 수})$

본 연구에서는 대학의 효율성을 정확하게 분석하고 효율성의 개선방향을 제시하기 위하여 대학을 대상으로 한 선행연구를 기초로 변수를 선정함에 있어서 변수 상호간에 인과관계와 타당성을 확보하기 위하여 서비스 수익체인 고리와 교육부의 대학구조개혁 평가지표와 연계하여 변수를 구성 하였다.

서비스 수익체인 고리는 Heskett, Jones, Loveman, Sasser, and Schlesinger(1994)는 서비스 가치를 매개로 하여 기업들이 경영성과를 창출하는데 필요한 여러 요소들을 개념적으로 통합한 서비스 수익 체인(Service profit chain)을 발표하였으며 〈그림 2〉 서비스 수익체인에서 보는바와 같이 기업 경영이 경쟁기업과 차별화되는 여러 가지 원칙이나 실무 등에 영향을 받기도 하지만 서비스 수익체인을 이해하고 그 개념에 따라 기업을 운영해야 성공적인 결과를 얻을 수 있다고 하였다(정재훈, 2009).



*정재훈(2009). 자료를 연구자가 재정리

〈그림 2〉 서비스 수익체인

서비스 수익체인의 개요를 보면 기업 내부의 운영 전략이나 서비스 전달시스템과 관련하여 작업장 설계나 업무설계, 권한위임, 선발과 경력개발, 보상과 인정, 정보 커뮤니케이션, 고객에게 서비스를 제공하기 위한 적절한 도구 등을 통하여 내부 서비스 품질을 향상시킴으로서 종업원의 업무역량을 증진시키면 종업원 만족도를 향상 시키고 이어서 종업원의 충성도를 높이며 나아가 종업원 생산성과 산출물의 품질을 높여주게 되며 이렇게 해서 향상된 생산성과 전달된 서비스 품질의 향상은 서비스 개념에서 고객입장에서 결과품질과 프로세스 품질을 높이면서 비용을 절감하고 서비스 가치를 높여 주며 증진된 서비스 가치는 외부에서 고객만족을 높이게 되고 이것은 재 구매, 주워 권유, 고객유지, 고객생애 가치 등으로 표현되는 고객 충성도를 증가 시키고 궁극적으로 매출을 증가 시키고 수익성을 향상시켜서 성장을 가능케 하며 여기서 얻어진 이익을 내부의 운영 전략과 서비스 전달 시스템에 투자함으로써 선순환이 가능하게 한다(정재훈, 2009).

이를 기초로 연구변수를 구상하여 보면 기업 내부의 운영 전략이나 서비스

전달시스템과 관련하여 작업장 설계나 업무설계, 권한위임, 선발과 경력개발, 보상과 인정 등을 서비스 자원(교육여건:투입변수)요소로 분류하고 향상된 생산성과 전달된 서비스 품질의 향상은 외부에서 고객만족을 높이게 되고 이것은 재 구매, 주위 권유, 고객유지, 고객생애 가치 등으로 표현되는 고객 충성도를 고객만족(학생 만족:매개변수)으로 매출을 증가 시키고 수익성을 향상을 서비스 성과(교육성과:산출변수)로 구분하여 정리 하였다.

〈표 6〉의 교육부의 대학구조개혁 평가지표로서 교육여건 평가요소는 전임교원 확보율, 교사 확보율 등 학사관리 평가요소는 수업 관리 등 학생지원 평가요소는 취/창업 지원 등을, 교육성과 평가요소는 학생 충원율, 졸업생 취업율 등을 대상으로 효율성 분석의 선행연구들을 종합하여 연구모형을 구성하기 위한 투입변수와 매개변수 및 산출변수를 선정하였다.

〈표 6〉 교육부 대학구조개혁 평가지표

항목	평가 지표	항목	평가 지표
교육여건 (20)	전임교원 확보율(8)	학생지원 (22)	학생 학습역량 지원(5)
	교사 확보율(6)		진로 및 심리 상담 지원(5)
	교육비 환원율(6)		장학금 지원(5)
학사관리 (13)	수업 관리(8)		취창업 지원(7)
	학생 평가(5)	교육성과 (20)	학생 충원율(8)
교육과정 (20)	직업기초 교양 교육과정(5)		졸업생 취업률(10)
	현장 중심의 전공교육과정(10)		교육수요자 만족도 관리(2)
	현장실습 및 훈련과정(5)	특성화(5)	특성화 계획 수립, 추진, 성과(5)

*2016년 교육부 대학구조개혁 평가점검표 인용.

대학을 대상으로 한 선행연구와 변수 상호간에 인과관계와 타당성을 확보하기 위하여 대학구조개혁 평가지표를 근거로 변수를 선정 하였다.

투입변수는 교육 여건 및 학사관리 측면에서 가장 대표 할 수 있는 변수를 선정하기 위하여 대학의 교육품질과 연구의 질을 판단할 수 있는 대표적인 변수로서 교육부의 대학구조개혁 평가요소에도 반영되어있으며 선행연구자는 Abbot et al(2003), Johnes et al(1993), Athanassopoulos et al

(1997), Ng & Li(2009), Zheng(2002), 김선민(2013), 신현대(2004), 최태성 외(1997), 안태식 외(1998), 이호섭(2007), 이주연(2013), 진경미 외(2012) 등이 선행연구에서도 가장 많이 사용된 대표적인 변수인 전임교원 확보율을 투입변수로 선정하고 대학의 교육을 위한 준비와 교육여건을 판단할 수 있고, 교육부의 대학구조개혁 평가 요소에도 반영되어있으며 선행 연구자는 김선민(2013), 문보은(2013), 이석열(2009), 이홍배 외(2001), 이형석(2015)등이 선행연구에서도 많이 사용된 투입변수로 교사시설 확보율을 선정하였다.

매개변수는 학생 지원측면에서 가장 대표할 수 있는 변수에 목적을 두고서 학생들의 대학만족도를 가장 대변하고 교육부의 대학구조개혁 평가 요소에도 반영되어있으며 선행연구자는 Avkiran(2001), John(2001), Coelli(1996), Ahn et al(1988), Tomkins et al(1988), Beasley, Athanassopoulos et al(1997), Madden et al(1997), McMillan et al(1998), 김화영(2013), 문보은(2013), 안태식 외(1998), 이정미(2010), 이석열(2009)등이 선행연구에서도 많이 활용된 재학생 충원율을 매개변수로 선정하였으며 학생들의 대학교육에 대한 만족도를 대변 할 수 있는 학생 지원 측면에서 가장 중요한 변수이며 선행 연구자로 이석열(2009), 이홍배 외(2001), 한창희(2014)가 있으며 중도 탈락율을 매개변수로 선정하였다.

산출변수는 대학의 교육성과를 대변할 수 있는 변수로서 교육부의 대학구조개혁 평가 요소에도 반영되어 있으며 선행 연구자를 보면 Kwon *et al.*(2010), 김선민(2013), 나민주(2004), 나민주 외(2005), 이정미(2010), 이석열(2009), 권영훈 외(2007), 문보은(2013), 박혜영(2011), 배재효(2013), 윤홍주(2008), 이남준(2010), 이주연(2013), 김인재 외(2000), 엄준용(2009), 최호택 외(2010), 한창희(2014) 등이 선행연구에서도 산출 변수로 가장 많이 사용된 취업률을 선정하였으며 대학의 교육 결과에 졸업자의 교육받은 결과에 대한 성과로 나타난 객관적인 자료이며 선행연구로는 Avkiran(2001), 최홍 외(1999), 이주연(2013)이 있으며 교육성과의 산출변수로 진학률을 선정 하였다.

이번 연구에 사용된 변수의 선행연구 결과를 종합하여 보면 <표 7> 대학기관 선행연구결과 변수 선정 결과와 같이 정리 하였다.

〈표 7〉 대학 기관 선행연구 결과 변수 선정

구 분		변 수	선 행 연 구 자
운영전략 및 서비스 전달시스템 ↓ 서비스 자원 (Service Resource)	투 입 변 수 (교육여건)	- 전임교원 확보율	Abbot et al(2003), Johnes et al(1993), Athanassopoulos et al(1997), Ng & Li(2009), Zheng(2002), 김선민(2013), 신현대(2004), 최태성 외(1997), 안태식 외(1998), 이호섭(2007), 이주연(2013), 진경미 외(2012), 한유정, 한창희(2014), 황보창수(2000)
		- 교사시설 확보	김선민(2013), 문보은(2013), 이석열(2009), 이홍배 외(2001), 이형석(2015), 황보창수(2000)
고객만족 및 충성도 ↓ 고객만족 (Customer Satisfaction)	매 개 변 수 (학생 만족)	- 재학생 충원율	Avkiran(2001), John(2001), Coelli(1996), Ahn et al(1988), Tomkins et al(1988), Beasley, Athanassopoulos et al(1997), Madden et al(1997), McMillan et al(1998), 김화영(2013), 문보은(2013), 안태식 외(1998), 이정미(2010), 이석열(2009), 이형석(2015)
		- 중도 탈락율	이석열(2009), 이홍배 외(2001), 한창희(2014)
수익증가 및 수익성 ↓ 서비스 성과 (Service Performance)	산 출 변 수 (교육 성과)	- 취업률	Kwon et al.(2010), 김선민(2013), 나민주(2004), 나민주 외(2005), 이정미(2010), 이석열(2009), 권영훈·김선영·이호섭(2007), 문보은(2013), 박혜영(2011), 배재효(2013), 윤홍주(2008), 이남준(2010), 이주연(2013), 김인재 외(2000), 엄준용(2009), 최호택 외(2010), 한창희(2014)
		- 진학률	Avkiran(2001), 최홍 외(1999), 이주연(2013)

3.4 분석 방법

본 연구의 분석 방법은 Tone and Tsutsui(2007)에 의해 소개된 Network DEA 모형을 활용하여 각 단계의 효율성뿐만 아니라 결합 활동의 영향까지 반영한 즉 단계별 투입물과 산출물뿐만 아니라 각 단계의 중간 산출물을 최종 산출물에 대한 투입물로 사용하여 전체 단계의 효율성을 고려하였다(김희창, 2011).

분석대상은 200여개의 4년제 대학 중에서 문제가 있는 대학을 제외하고 총 110개 대학을 최종적으로 선정하여 비교집단의 동질성을 확보하기 위하여 대학 규모를 3가지로써 소규모 대학, 중규모 대학, 대규모 대학으로 분류하였다.

이를 위하여 대학 규모별 Network DEA 모형 구체적인 분석 절차는 다음과 같으며 첫째, Network DEA에 따른 현재 대학의 효율성을 분석하기 위하여 투입대상 DMU중에서 상대적 효율성이 가장 높은 대학을 “1”로 기준하여 효율성의 분포를 제시 하였으며 이를 근거로 상대적으로 효율적인 대학과 비효율적인 대학을 파악 하였으며 연도별로 대학의 효율성 수준의 변화과정과 대학별로 효율성 분포와 특징을 분석하고 대학의 효율성에 영향을 주는 특성을 분석하기 위하여 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)을 분석하였다.

또한 비효율 원인을 운영의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학과 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학을 분석하며 Network DEA 결과에 따른 투입과 다와 산출 부족분을 비율(%)로 계산하여서 대학이 변수별로 투입과 다와 산출부족을 규명하여 효율성 추이에 영향을 미치는 원인을 규명하고 효율적인 대학과 비효율적인 대학의 특성이 무엇인지를 분석 하였다.

둘째, 효율성 변화 추이를 분석하기 위하여 Malmquist 생산성 지수를 이용하였으며 연도별 추이에 따라서 투입 변수를 산출변수로 전환하는 변화의 정도를 나타내는 것으로 이에 따른 대학의 효율성 변화를 분석하기 위하여 정태적 효율성 분석과 동태적 효율성 분석을 통하여 대학의 기간별 효율성 변화와 생산성의 변화추이 및 요인을 종합적으로 확인하고 대학의 연

도별 생산성 변화를 분석하였다.

셋째, 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)을 소규모, 중규모, 대규모로 구분하여 대학별로 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 효율성과 생산성의 변화추이를 분석하고 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 상호 연계성을 비교 분석하였다.

Malmquist Productivity Index(MPI)을 사용하여 DEA를 분석하기 위한 프로그램은 Max DEA Pro 6.9를 활용하였다.

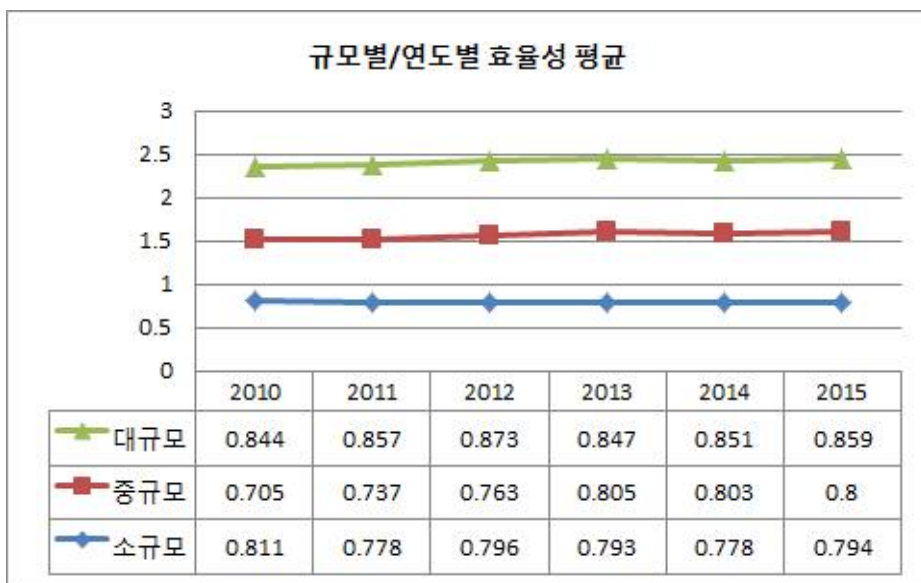
IV. 연 구 결 과

4.1 Network DEA를 이용한 대학의 효율성 분석

교육부의 대학구조개혁 평가지표를 근거로 하여 한국대학교육협회의 대학정보공시의 2010년~2015년 4년제 대학의 자료를 구축하여 사용하였으며 비교집단의 동질성을 확보하기 위하여 규모별로 구분하여서 대학 규모를 3가지로 분류하였다.

대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과 소규모 대학은 20개 대학을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 3개 대학으로 15%로 분석되었으며 중규모 대학은 47개 대학을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 2개 대학으로 4%로 분석되었고 대규모 대학은 43개를 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 없는 것으로 분석되었다.

각 대학의 전반적인 효율성 분석결과를 보면 소규모 대학이 중규모, 대규모 대학보다 효율적으로 운영되는 대학이 상대적으로 많은 것으로 분석되었지만 이를 세부적으로 분석하면 소규모 대학의 연도별 효율성 평균을 보면 0.778~0.811 수준을 보이고 있으며 평균적으로 0.791을 나타내며 중규모 대학의 연도별 효율성 평균을 보면 0.705~0.805 수준을 보이고 있으며 평균적으로 0.768을 나타내며 대규모 대학의 연도별 효율성 평균을 보면 0.844~0.878 수준을 보이고 있으며 평균적으로 0.855로 분석되었으며 세부내용은 〈그림 3〉 기술적 효율성 규모별 연도별 평균값에서 보는 바와 같다.



〈그림 3〉 대학 규모별 효율성 연도별 효율성 추이

결론적으로 효율성이 높은 대학은 대규모 대학이며 그 다음은 소규모 대학이고 중규모 대학의 효율성이 가장 낮은 것으로 분석 되었으며 세부 내용은 〈표 8〉 대학 규모별 효율성 연도별추이에서 보는 바와 같다

〈표 8〉 대학 규모별 효율성 연도별 효율성 추이

구분	소규모 대학(20개)	중규모 대학(47개)	대규모 대학(43개)
효율성이 높은 대학	3개 / 15%	2개 / 4%	없음 / 0%
평균값(6년)	0.791	0.768	0.855

Network 효율성모형을 이용하여 분석한 결과 소규모 20개 대학을 분석한 결과 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 높은 대학은 D-A-15, D-A-18 2개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은

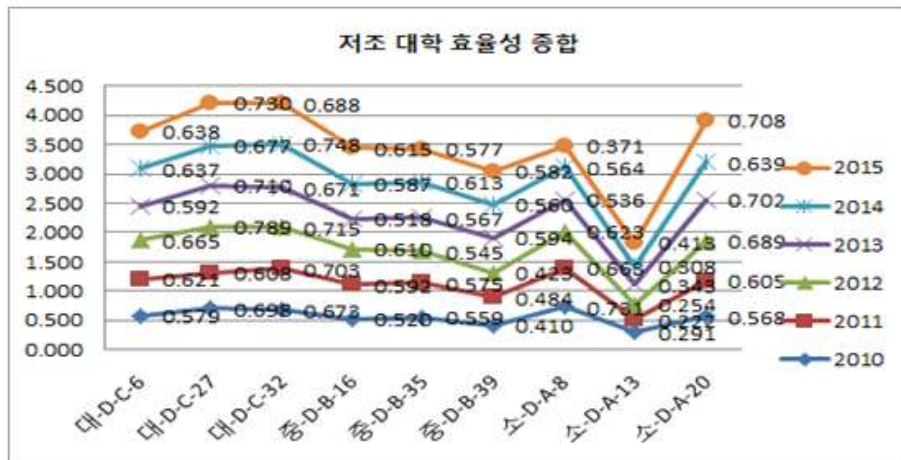
D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개로 분석되었다. 또한 효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학으로 D-A-1, D-A-4, D-A-14가 있으며 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 D-A-6, D-A-11로 분석되었다.

중규모 47개 대학을 분석한 결과 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 “1”인 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개로 분석되었다. 또한 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 전 기간 지속적인 상승은 아니지만 2010년과 2015년을 비교 시 효율성이 상대적으로 증가한 대학들이며 D-B-24, D-B-31, D-B-33, D-B-47로 분석 되었으며 효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학은 D-B-40로 분석되었다.

대규모 43개 대학을 분석한 결과를 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 “1”인 높은 대학은 없는 것으로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었다.

또한 효율성이 낮았다가 점진적으로 상승하는 대학은 D-C-8, D-C-11, D-C-18, D-C-20, D-C-30, D-C-34 등이 있으며 효율성이 높았다가 점진적으로 낮아지는 대학은 D-C-13, D-C-22로 분석되었다.

소규모, 중규모, 대규모 대학의 효율성이 저조한 대학의 연도별 추이는 <그림 4> 대학 규모별 효율성 저조대학 연도별 추이에서 보는 바와 같다.



<그림 4> 대학 규모별 효율성 저조대학 연도별 추이

Network DEA를 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 운영의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 96개로 87.3%이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 10개 9.1%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개로 3.6%로 분석되었다. 이를 분석해 보면 110개 대학 중 100개 대학 91%가 투입대비 산출이 적은 운영의 비효율성이 문제가 있는 것으로 분석되었다.

대학의 순수기술 및 규모의 비효율성을 규모별로 분석한 보면 소규모 대학은 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 15개로 75 %이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 1개로 5%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개로 20%로 분석 되었고 중규모 대학은 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 44개로 93.6% 이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 3개로 6.4%로 분석 되었으며 대규모 대학은 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 37개로 87.2% 이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 6개로 12.8%로 분석되었다.

이를 분석해 보면 각 대학은 규모의 비효율성보다는 대부분이 순수기술의 비효율성인 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 효율성을 높이기 위해서는 취업률이나 진학률에 많은 관심이 요구된다.

대학 VRS기반의 네트워크 DEA 분해값을 분석해보면 첫째, 소규모 대학은 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 “1”인 높은 대학은 D-A-11, D-A-15, D-A-18, 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-2, D-A-8, D-A-13 3개로 분석되었고 중규모 대학은 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 높은 대학은 D-B-3, D-B-6 2개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-19, D-B-23, D-B-32, 3개로 분석 되었으며 대규모 대학은 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 “1”이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-C-7, D-C-10, C-20, D-C-24 4개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32, 3개로 분석되었다.

종합적으로 분해 값을 분석해보면 소규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 13개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개, 중

규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 40개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개이며 대규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 48개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 11개로 분석되었으며 종합적으로 운영 효율성(OE) 보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것이 주요원인으로 분석되었다.

네트워크 DEA 분석을 기반으로 네트워크 DEA 투입 과다 및 산출 부족 분석한 결과 소규모 대학은 효율성이 높은 대학은 D-A-11, D-A-15, D-A-18 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-8, D-A-13, D-A-14 3개로 분석되었으며 산출부족은 3개 대학에 3개이며 투입과다는 1개 대학 1개로 투입과다보다는 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며 효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입은 적절하지만 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

중규모 대학은 효율성이 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 비효율적인 대학은 D-B-10, D-B-37, D-B-39,로 3개로 분석되었으며 산출부족은 22개 대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개로 투입과다 보다는 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며 효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입은 효율적이거나 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

대규모 대학은 효율성이 높은 대학은 D-C-7, C-20, D-C-21, D-C-24, D-C-31로 4개로 분석되었고 비효율적인 대학은 D-C-5, D-C-23, D-C-27로 총 3개로 분석되었으며 산출부족은 18개 대학에 27개이며 투입 과다는 2개 대학 3개로 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며 목표치에 비해 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

4.1.1 소규모 대학 Network DEA 분석

Network 효율성모형을 이용하여 소규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 D-A-15, D-A-18 2개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개로 분석되었으며 또한 효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학은 D-A-1, D-A-4, D-A-14가 있으며 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학은 D-A-6, D-A-11로 분석되었다.

Network DEA를 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 운영의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 15개 75%이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 1개 5%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개 20%로 분석되었다.

대학 VRS기반의 네트워크 DEA 분해 값을 분석해보면 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 “1”인 높은 대학은 D-A-11, D-A-15, D-A-18 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-2, D-A-8, D-A-13 3개로 분석되었다.

네트워크 DEA 분석을 기반으로 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출 부족을 분석해보면, 효율적으로 운영되는 3개 대학이 있으며 산출부족은 3개 대학에 3개이며 투입과다는 1개 대학 1개로 투입과다 보다는 산출부족이 많은 것으로 분석되었으며 효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입은 적절하지만 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

4.1.1.1 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석

Network 효율성모형을 이용하여 소규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 <표 9> 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 “1”인 높은 대학은 D-A-15, D-A-18 2개로 분석되었고, 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개로 분석되었다.

효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학으로 D-A-1, D-A-4, D-A-14이 있으며 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 D-A-6, D-A-11로 분석되었다.

Network DEA 20개 대학을 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 운영의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 15개 75% 이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 1개 5%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개 20%로 분석 되었으며 각 대학은 규모의 비효율성보다는 대부분이 순수기술의 비효율성인 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 효율성을 높이기 위해서는 취업률이나 진학률에 많은 관심이 요구된다.

이를 저조한 D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개 대학을 위주로 분석하여 보면 첫째, D-A-8은 2010년에 기술적 효율성 (TE)이 0.731이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.748로 저조하며, 2011년에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.663로 2010년 대비 하락하였으며 2012년도에도 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.623으로 추가적으로 하락하고 2013년도는 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.536으로 2010년부터 2013년까지 3년 연속 하락을 보이고 있으며 2015년에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성 (PTE)이 0.371~0.387 로 급격히 하락되어서 분석 기간 중 최저점을 보였으며 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 이 대학은 2015년에 교육부의 대학 구조개혁 평가 시에도, 최하위 등급을 받았으며, 2016년 역시 교육부 평가에서 저조한 성적을 받아서 퇴출 위기에 놓여있는 대학이며 이러한 문제들이 해결되지 않으면 효율성이 개선되지 않을 것으로 분석되었다.

둘째, D-A-13은 2010년~2015년까지 소규모 대학 중에서 효율성이 가장 낮은 대학으로 분석되었다. 2010년에는 기술적 효율성(TE)이 0.291이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.291로 저조하며 2011년에 기술적 효율성(TE)이 0.222이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.222로 2010년 대비 하락하였으며 2013년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.343~0.354로 효율성이 약간 상승하지만 미미한 수준을 유지하였으며 2014년에는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.308로 하락하고 2015년에 기술적 효율성(TE)이 0.413이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 “1”로 상승하였지만 전반적으로 효율성이 개선되지 않아, 소규모 대학 중에서 가장 저조한 대학으로 분석되었다.

셋째, D-A-20은 2010년에 기술적 효율성(TE)이 0.568이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.568로 저조하며 2011년에 기술적 효율성(TE)이 0.605이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.605이었고 2012년의 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.689이며 2013년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.702로 효율성이 약간 상승하지만, 저조한 수준을 유지하였으며, 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.708로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 하락하고 있음을 알 수 있다.

효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학으로 D-A-1, D-A-4, D-A-14있으며 이를 분석해 보면 첫째, D-A-1은 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 “1”로써 높은 대학이었으나 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.907로 2010년 대비 하락하였으며 2012년~2015년까지 지속적으로 하락하여서 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.828로 전 기간에 걸쳐 상대적으로 효율성이 지속적으로 하락한 대학이다.

둘째, D-A-14은 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.904로써 상대적으로 높은 대학이었으나, 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.710로, 2010년 대비 하락하였으며 2012년~2014년까지 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.667까지 하락

하였고, 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.775~0.811로 약간 상승하였지만 2010년에 비하면 전 기간에 걸쳐 상대적으로 효율성이 지속적으로 하락한 것으로 분석되었다.

효율성이 낮았다가 점점 개선되면서 상승하는 대학으로 D-A-6, D-A-11이 있으며 이를 분석해 보면 첫째, D-A-6은 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.784이었으나 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.868로 상승 하였으며, 2012년~2014년까지 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.808~0.972로 상승 하였으며 2015년에 효율성이 “1”로 지속적으로 효율성이 상승한 높은 대학이다.

둘째, D-A-11은 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.918~1 이었으나 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.926~1로 상승 하였으며 2012년~2015년까지 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 “1”로서 6년 전 기간에 걸쳐 효율성이 지속적으로 상승한 대학이다.

〈표 9〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과

DMU	2010년			2011년			2012년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-A-1	1	1	1	0.907	0.907	1	0.871	0.871	1
D-A-2	0.782	0.805	0.971	0.685	0.685	1	0.754	0.754	1
D-A-3	0.977	1	0.977	0.829	0.829	1	0.779	0.779	1
D-A-4	0.864	1	0.864	0.805	1	0.805	0.874	0.874	1
D-A-5	0.698	0.698	1	0.713	0.713	1	0.728	0.728	1
D-A-6	0.785	0.785	1	0.868	0.881	0.985	0.808	0.827	0.978
D-A-7	0.913	0.954	0.956	0.882	0.974	0.906	0.828	0.828	1
D-A-8	0.731	0.748	0.977	0.663	0.663	1	0.623	0.623	1
D-A-9	0.746	0.884	0.844	1	1	1	1	1	1
D-A-10	0.822	0.883	0.931	0.687	1	0.687	0.771	0.771	1
D-A-11	0.918	1	0.918	0.926	1	0.926	1	1	1
D-A-12	0.897	1	0.897	0.963	1	0.963	0.947	1	0.947
D-A-13	0.291	0.291	1	0.222	0.222	1	0.254	0.254	1
D-A-14	0.904	0.904	1	0.710	0.710	1	0.720	0.720	1
D-A-15	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-16	0.618	0.636	0.972	0.605	0.621	0.975	0.595	1	0.595
D-A-17	0.720	0.720	1	0.587	0.587	1	0.760	0.760	1
D-A-18	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-19	0.990	1	0.990	0.915	0.921	0.994	0.933	1	0.933
D-A-20	0.568	0.568	1	0.605	0.605	1	0.689	0.689	1

〈표 9〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과

DMU	2013년			2014년			2015년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-A-1	0.865	0.865	1	0.889	0.897	0.992	0.828	0.828	1
D-A-2	0.720	0.720	1	0.551	0.551	1	0.501	0.501	1
D-A-3	0.823	0.823	1	0.842	0.842	1	0.854	0.863	0.990
D-A-4	0.738	1	0.738	0.716	0.716	1	0.772	0.772	1
D-A-5	0.763	0.763	1	0.784	0.784	1	0.687	0.695	0.989
D-A-6	0.968	1	0.968	0.973	1	0.973	1	1	1
D-A-7	0.874	1	0.874	0.868	0.868	1	0.959	0.981	0.978
D-A-8	0.536	0.536	1	0.564	0.564	1	0.371	0.387	0.958
D-A-9	1	1	1	0.840	0.937	0.897	1	1	1
D-A-10	0.825	1	0.825	0.888	1	0.888	0.780	0.780	1
D-A-11	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-12	0.786	0.786	1	0.857	0.864	0.992	0.817	0.817	1
D-A-13	0.343	0.354	0.967	0.308	0.308	1	0.413	1	0.413
D-A-14	0.673	0.673	1	0.667	0.667	1	0.775	0.811	0.955
D-A-15	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-16	0.677	1	0.677	0.716	1	0.716	0.805	1	0.805
D-A-17	0.672	0.672	1	0.612	0.612	1	0.662	0.662	1
D-A-18	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-19	0.905	1	0.905	0.858	0.940	0.913	0.951	0.954	0.997
D-A-20	0.702	0.702	1	0.639	0.639	1	0.708	0.708	1

4.1.1.2 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 분석

〈표 11〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값을 소규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-A-11, D-A-15, D-A-18 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-2, D-A-8, D-A-13 3개로 분석되었다.

일반적으로 Network DEA 분해값(overall efficiency) = 운영 효율성(OE) × 마케팅 효율성(ME)로 분해가 가능하며 두 단계를 연결시켜 주는 중간 투입물의 가중치가 일치한다면 전체 효율성은 산술 평균이 아니라 각 단계의 효율성을 곱한 것으로 다른 값을 가질 수 있다(강상목, 2015; Kao and Hwang, 2008; 최강화, 2016).

〈표 10〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값을 분석하여 보면 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석된 것은 13개이며, 마케팅 효율성(ME)보다는 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개로 분석되었다.

〈표 10〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석

구분	마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인	운영 효율성(OE) 감소에 기인
내용	13개	7개

2010년의 D-A-2는 Network DEA에서 0.805의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성(ME)은 0.805로 분석 되었고, D-A-7은 Network DEA에서 0.954의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.954로 분석되었다.

D-A-9는 Network DEA에서 0.884의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성(ME)은 0.884로 분석 되었고, D-A-10은 Network DEA에서 0.883의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”

이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.883로 분석되었다.

이는 운영 효율성(OE)은 양호하나 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인하여 효율성이 낮아진 것으로 분석할 수 있으며 2011년에 D-A-7, 2014년에 D-A-12, 2015년에 D-A-3, D-A-5, D-A-14 등이 운영 효율성(OE)은 양호하나 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

D-A-6은 2011년의 Network DEA에서 0.881의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영효율성(OE)은 0.881로 분석되었고 2012년에서 0.827의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영효율성(OE)은 0.827로 분석되었는데, 이는 마케팅 효율성(ME)은 효율성이 높으나 운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 효율성이 낮아진 것으로 분석되었다.

2011년 D-A-19은 Network DEA에서 0.921의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(OE)은 “1”이며 운영효율성 (ME)은 0.921로 분석되었고, 2013년에 D-A-13, 2014년에 D-A-1, D-A-12, 2015년에 D-A-8도 운영 효율성(OE) 감소이며 마케팅 효율성(ME)은 양호하나 운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

〈표 11〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값

DMU	2010년			2011년			2012년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-A-1	1	1	1	0.907	0.958	0.947	0.871	0.955	0.912
D-A-2	0.805	1	0.805	0.685	0.966	0.709	0.754	0.861	0.875
D-A-3	1	1	1	0.829	0.963	0.861	0.779	0.910	0.855
D-A-4	1	1	1	1	1	1	0.874	0.995	0.879
D-A-5	0.698	0.861	0.810	0.713	0.880	0.811	0.728	0.861	0.845
D-A-6	0.785	0.816	0.962	0.881	0.881	1	0.827	0.827	1
D-A-7	0.954	1	0.954	0.974	1	0.974	0.828	0.950	0.871
D-A-8	0.748	0.748	1	0.663	0.696	0.953	0.623	0.623	1
D-A-9	0.884	1	0.884	1	1	1	1	1	1
D-A-10	0.883	1	0.883	1	1	1	0.771	0.941	0.820
D-A-11	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-13	0.291	0.358	0.814	0.222	0.320	0.695	0.254	0.312	0.814
D-A-14	0.904	0.922	0.981	0.710	0.885	0.803	0.720	0.896	0.803
D-A-15	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-16	0.636	1	0.636	0.621	1	0.621	1	1	1
D-A-17	0.720	0.901	0.799	0.587	0.861	0.681	0.760	0.880	0.863
D-A-18	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-19	1	1	1	0.921	0.921	1	1	1	1
D-A-20	0.568	0.878	0.646	0.605	0.879	0.688	0.689	0.856	0.805

〈표 11〉 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-A-1	0.865	0.917	0.944	0.897	0.897	1	0.828	0.925	0.895
D-A-2	0.720	0.967	0.745	0.551	0.773	0.712	0.501	0.567	0.884
D-A-3	0.823	0.961	0.856	0.842	0.921	0.914	0.863	1	0.863
D-A-4	1	1	1	0.716	0.958	0.747	0.772	0.989	0.780
D-A-5	0.763	0.918	0.832	0.784	0.827	0.948	0.695	1	0.695
D-A-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-7	1	1	1	0.868	0.946	0.917	0.981	1	0.981
D-A-8	0.536	0.591	0.906	0.564	0.622	0.907	0.387	0.387	1
D-A-9	1	1	1	0.937	1	0.937	1	1	1
D-A-10	1	1	1	1	1	1	0.780	0.955	0.817
D-A-11	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-12	0.786	0.857	0.917	0.864	0.864	1	0.817	0.949	0.861
D-A-13	0.354	0.354	1	0.308	0.320	0.963	1	1	1
D-A-14	0.673	0.967	0.696	0.667	0.939	0.711	0.811	1	0.811
D-A-15	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-16	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-17	0.672	0.972	0.692	0.612	0.904	0.677	0.662	0.988	0.670
D-A-18	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-A-19	1	1	1	0.940	1	0.940	0.954	1	0.954
D-A-20	0.702	0.861	0.815	0.639	0.819	0.780	0.708	0.924	0.766

4.1.1.3 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석

〈표 13〉에서 제시된 네트워크 DEA 분석을 기반으로 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 개별 DMU별로 비효율의 원인을 분석시 효율성이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-A-11, D-A-15, D-A-18 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-8, D-A-13, D-A-14 3개로 분석되었고 효율성이 높아졌다가 기간이 경과함에 따라서 낮아지는 대학은 D-A-4이며 효율성이 낮다가 기간이 경과함에 따라서 높아지는 대학은 D-C-16로 분석되었다.

이를 세부적으로 분석하면 산출물 부족(output shortage)으로 인한 비효율은 총 3개이며 첫째, D-A-2를 보면 2010년의 경우에는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없으나 목표치(projection)에 비해 진학률은 83.41%와 취업률의 19.50%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족(output shortage)으로 인한 비효율적으로 평가되었다.

둘째, D-A-9를 보면 2010년의 경우에 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없으나 목표치에 비해 진학률은 11.60%와 취업률의 19.36%가 부족하고 셋째, D-A-10을 보면 2010년의 경우에는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없었으나 목표치에 비해 진학률은 11.69%와 취업률의 11.69%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족으로 인한 비효율적으로 평가되었다.

이는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 투입자원은 없지만 진학률과 취업률이 산출부족으로 따라서 효율성을 높이기 위해서 이러한 산출물인 진학률이나 취업률을 개선하기 위한 대학의 적극적인 전략적 접근이 필요함을 제시하고 있다.

투입과다(input shortage)로 인한 비효율은 1개로서 D-A-19는 2011년 진학률과 취업률은 산출부족이 발생하지 않아 상대적으로 효율적으로 분석되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율은 63.90%만큼 추가 투입되었고 전임교원 확보율은 8.61%만큼 투입과다로 분석되어 상대적으로 비효율적으로 분석되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었다.

이는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 유희 투입자원이 존재하고 있음을 알 수 있으며 따라서 효율성을 높이기 위해서 이러한 유희 자원인 전임교원 확보율의 조정 등 전략적 접근이 필요함을 제시하고 있다.

효율성이 높아졌다가 기간이 경과함에 따라서 낮아지는 D-A-4의 경우에는 2010년~2011년 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없으며 진학률과 취업률은 산출 부족이 발생하지 않아서 효율성이 “1”이었으나 2014년에는 교사시설 확보율은 4.35%만큼 추가 투입되었고 전임교원 확보율은 4.35%만큼 투입 과다로 분석되었으며 진학률은 70.25%와 취업률의 25.27%가 부족하였다.

2015년에 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족으로 인한 비효율적으로 평가되었으며 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다와 진학률과 취업률은 산출 부족이 발생하여 기간이 경과함에 따라서 효율성이 낮아지는 것으로 분석되었다.

효율성이 낮다가 기간이 경과함에 따라서 높아지는 D-A-16은 2010년에 전임교원 확보율은 효율성이 높으나 교사시설 확보율은 126.41%만큼 추가 투입되어서 투입 과다로 분석되었으며 진학률은 81.94%와 취업률의 36.40%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 평가되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었으며 2012년~2015년까지 투입과다와 산출부족이 발생하지 않고 효율성이 “1”로서 기간이 경과함에 따라서 효율성이 높아지는 것으로 분석되었다.

D-A-13은 소규모 대학 중 효율성이 낮은 대학으로서 2010년에 교사시설 확보율은 179.52%만큼 추가 투입되어서 투입과다로 분석되었으며 진학률은 89.34%와 취업률의 18.59%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 평가되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었다.

2012년~2014년까지 투입과다와 산출부족이 지속적으로 비슷하게 유지되었으며 2015년에 투입과다와 산출부족이 발생하지 않고 효율성이 “1”로서 급상승 하였으며 원인은 분석해 보면 2010년~2014년 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다와 진학률과 취업률의 산출부족은 지속적으로 저조하였으며 가장 많은 영향을 미치는 요소는 취업률이 2014년 76%에서 2015년

80.3%로 상승하면서 효율성이 높아지는 것으로 분석되었다.

이를 종합적으로 분석하여 보면 대학효율성 평가에서는 효율적으로 운영되는 3개 대학이 있으며 산출부족은 3개 대학에 3개이며 투입과다는 1개 대학 1개로 투입과다 보다는 산출부족이 많은 것으로 분석되었다.

효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었으며 세부 현황은 <표 12> 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 종합분석에서 보는 바와 같다.

<표 12> 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 종합분석

구 분	계	내 용
투입과다	1개 1개	D-A-19
산출부족	3개 3개	D-A-2, D-A-9, D-A-10
효율성이 높은 대학	3개	D-A-11, D-A-15, D-A-18
효율성이 저조한 대학	3개	D-A-8, D-A-13, D-A-14,

〈표 13〉 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석

DMU	2010년				2011년			
	투입과다		산출부족		투입과다		산출부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-A-1	0	0	0	0	0.662	0.044	0.581	0.053
D-A-2	0	0	0.834	0.195	0.036	0.151	0.796	0.291
D-A-3	0	0	0	0	0.268	0.039	0.699	0.139
D-A-4	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-5	0.161	0.161	0.721	0.190	0.436	0.137	0.742	0.189
D-A-6	0.225	0.225	0.779	0.038	0.298	0.135	0.693	0
D-A-7	0.289	0	0.046	0.046	0.671	0	0.386	0.026
D-A-8	0.337	0.751	0.953	0	0.437	1.846	0.860	0.047
D-A-9	0	0	0.116	0.194	0	0	0	0
D-A-10	0	0	0.117	0.117	0	0	0	0
D-A-11	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-12	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-13	1.795	4.925	0.893	0.186	2.127	4.996	0.903	0.305
D-A-14	0.084	0.084	0.484	0.019	0.589	0.130	0.677	0.197
D-A-15	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-16	1.264	0	0.819	0.364	1.953	0	0.819	0.379
D-A-17	0.554	0.109	0.201	0.201	0.601	0.161	0.319	0.319
D-A-18	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-19	0	0	0	0	0.639	0.086	0	0
D-A-20	0.231	0.138	0.354	0.354	0.248	0.137	0.312	0.312

〈표 13〉 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석(계속)

DMU	2012년				2013년			
	투입과다		산출부족		투입과다		산출부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-A-1	0.823	0.048	0.713	0.088	0.764	0.091	0.537	0.056
D-A-2	0.161	0.196	0.216	0.125	0.035	0.583	0.280	0.255
D-A-3	0.206	0.098	0.741	0.145	0.044	0.041	0.585	0.144
D-A-4	0.005	0.005	0.783	0.121	0	0	0	0
D-A-5	0.426	0.161	0.861	0.155	0.232	0.089	0.768	0.168
D-A-6	0.284	0.210	0.901	0	0	0	0	0
D-A-7	0.868	0.053	0.685	0.129	0	0	0	0
D-A-8	0.604	1.341	0.531	0	0.691	0.960	1	0.094
D-A-9	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-10	0.063	0.063	0.359	0.180	0	0	0	0
D-A-11	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-12	0	0	0	0	0.166	0.200	0.083	0.083
D-A-13	2.209	3.247	0.324	0.186	1.821	3.588	0.387	0
D-A-14	0.514	0.115	0.861	0.197	0.444	0.035	0.720	0.304
D-A-15	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-16	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-17	0.713	0.136	0.333	0.137	0.444	0.029	0.308	0.308
D-A-18	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-19	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-20	0.394	0.168	0.259	0.195	0.337	0.162	0.207	0.185

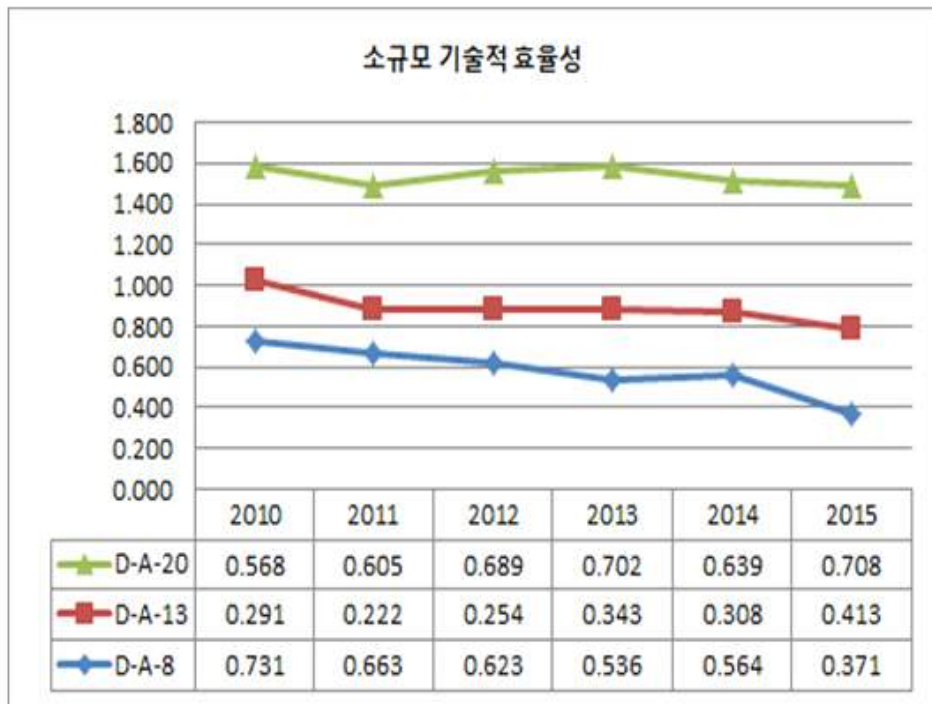
〈표 13〉 소규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석(계속)

DMU	2014년				2015년			
	투입과다		산출부족		투입과다		산출부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-A-1	0.655	0.115	0.642	0	1.037	0.081	0.105	0.105
D-A-2	0.294	0.966	0.391	0.288	0.765	0.765	0.116	0.116
D-A-3	0.089	0.086	0.878	0.086	0.162	0	0.372	0.137
D-A-4	0.044	0.044	0.702	0.253	0.011	0.011	0.331	0.220
D-A-5	0.209	0.209	0.848	0.052	0.183	0	0.648	0.305
D-A-6	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-7	0.354	0.057	0.821	0.083	0.574	0	0.516	0.019
D-A-8	0.607	0.618	0.522	0.093	1.582	1.916	0.788	0
D-A-9	0.313	0	0.063	0.200	0	0	0	0
D-A-10	0	0	0	0	0.047	0.047	0.183	0.183
D-A-11	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-12	0.158	0.158	0.550	0	0.076	0.054	0.139	0.139
D-A-13	2.122	3.755	0.478	0.037	0	0	0	0
D-A-14	0.392	0.065	0.821	0.289	0.474	0	0.804	0.189
D-A-15	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-16	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-17	0.489	0.107	0.512	0.323	0.465	0.012	0.330	0.330
D-A-18	0	0	0	0	0	0	0	0
D-A-19	0.566	0	0.060	0.179	0.260	0	0.046	0.046
D-A-20	0.244	0.221	0.512	0.220	0.188	0.082	0.234	0.234

4.1.1.4 소규모 대학 네트워크 DEA 종합분석

Network 효율성모형을 이용하여 소규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 소규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 높은 대학은 D-A-15, D-A-18 2개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개로 분석되었으며 효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학으로 D-A-1, D-A-4, D-A-14가 있으며 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 D-A-6, D-A-11로 분석되었다.

이를 저조한 D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개 대학을 분석한 결과를 토대로 효율성 추이를 연도별로 분석하였으며 연도별 추이는 <그림 5> 소규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조대학 그래프에서 보는바와 같다.



<그림 5> 소규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조대학

D-A-8은 사립대학으로 3개학부와 4개 대학원으로 편성되어있으며 2015년 기준 학생 정원은 3,000여명이고 재학생 충원율은 32%로 상당히 저조하며 학생 중도탈락 비율은 8.2%로 타 대학에 비하여 상대적으로 높은 편이며, 전임교원 확보율은 재학생 기준 219%로 투입과다로 분석되었으며 학생 진학률은 0.4%이며 졸업생 취업률은 70.1%로 분석되었으며 교사시설 확보율이 232.1%로 타 대학에 비하여 상대적으로 높은 대학이다.

〈표 14〉 D-A-8 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성		TE	0.748	0.663	0.623	0.536	0.564	0.371
		PTE	0.748	0.663	0.623	0.536	0.564	0.387
		SE	0.977	1	1	1	1	0.958
분 해 값		VRS	0.748	0.663	0.623	0.536	0.564	0.387
		OE	0.748	0.696	0.623	0.591	0.622	0.387
		ME	1	0.953	1	0.906	0.907	1
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사확보	33.65	43.70	60.4	69.11	60.71	158.24
		전임교원	75.08	184.56	134.08	95.98	61.83	191.57
	과 소 산 출	진학율	95.29	86.02	53.05	100	52.17	78.80
		취업율	0	4.73	0	9.38	9.28	0

〈표 14〉 Network DEA 효율성을 분석하여보면 2010년에 기술적 효율성 (TE)이 0.731이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.748로 저조하며 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.663로 2010년 대비 하락하였으며 2012년에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.623, 2013년 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.536으로 2010년부터 2013년까지 3년 연속 하락을 보이고 있으며 2015년도에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.371~0.387로 급격히 하락되어서 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA 분해 값에서 0.748의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영효율성(OE)은 0.748로 분석되었고 2012년에서 0.623의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영효율성(OE)은 0.623으로 분석되었다.

또한 2015년에서 0.387의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영효율성(OE)은 0.387로 분석되었는데 결론적으로 이 대학은 마케팅 효율성(ME)은 양호하나 운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 낮은 효율성을 보이는 것으로 분석되었다.

소규모 대학 Network DEA 결과에 의한 비효율의 원인 대학을 토대로 TE(VRS)을 세부적으로 분석하면 2010년에는 교사시설 확보율의 투영점이 79.609데 목표 값 대비하여 0.336 만큼 초과되어 33.65% 만큼 과다투입 되어있고, 전임교원 확보율의 투영점이 60.6목표 값 대비하여 0.750만큼 초과되어 75.08% 만큼 과다투입 되어있고, 진학률은 투영점이 10.618인데 목표 값 대비 0.952 만큼 부족 하여, 95.29%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 66.9인데 목표 값 대비 효율성이 높은 것으로 분석되었다.

2011년에 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 109.48%로 증가한 184.56%로 급증하였으며, 교사 시설 확보율이 전년도 대비 9.91% 증가한 43.70%로 크게 증가하여 과다투입으로 분석되었으며 진학률과 취업률의 산출 부족분은 2010년도와 유사한 수준을 보이고 있다.

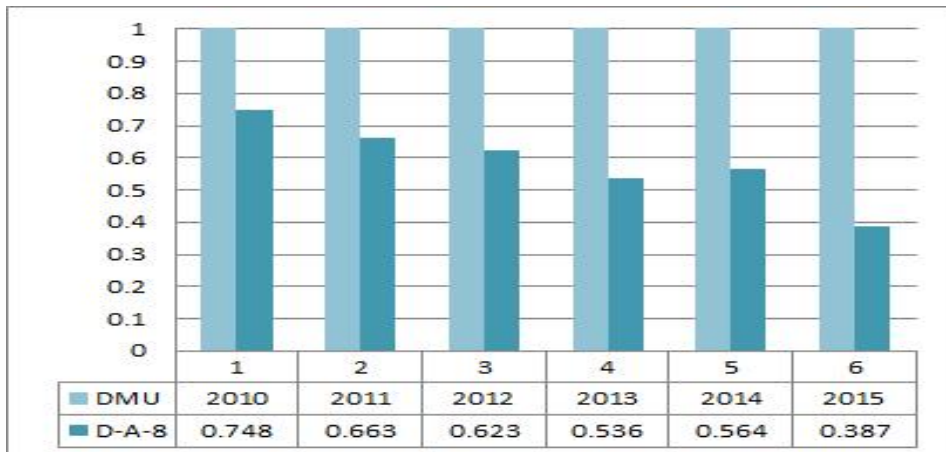
2012년 진학률만 86.11% 전년대비 10% 이상 증가하여 과소산출 되었으며

전임교원 확보율, 교사시설 확보율, 과다투입 없이 유사한 효율성 수준을 보이고 취업률은 산출 부족분이 없는 것으로 분석되었다.

2013년에 교사시설 확보율, 전임교원 확보율, 취업률은 전년도와 유사한 효율성 수준을 보이고 있으며 효율성 감소에 가장 큰 영향을 주는 변수는 진학률로서 진학자가 한명도 없어서 전년대비 47% 상승한 100%이고 과소산출의 수준을 보이고 있다.

2014년에 전임교원 확보율은 전년도와 유사한 60.71%이며 교사 시설 확보율이 전년도 대비 34.15%로 감소한 61.83%로 과다투입으로 분석되었으며 진학률은 전년도 대비 48% 감소한 52.17%이고 취업률은 전년도와 유사한 9.28%로서 산출 부족분 보이며 있으며 여전히 효율성이 개선되지 않고 상대적으로 낮은 수준을 보이고 있다.

2015년에 취업률만 산출부족이 없이 효율성이 높으며 교사시설 확보율의 투영점이 89.876인데 목표 값 대비 1.582㎝ 초과되어 158.24% 만큼 과다투입 되어있고 있고 전임교원 확보율의 투영점이 75.056로 목표 값 대비 1.915㎝ 초과되어 191.57% 만큼 과다투입 되어있고, 진학률은 투영점이 1.886데 목표 값 대비 0.788만큼 부족하여 78.80% 만큼 과소산출 되어있는 것으로 분석되었다.



〈그림 6〉 D-A-8 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

이를 종합적으로 분석 시 2010년~2015년까지 효율성 추이를 분석하면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.748로 저조하며 2011년~2014년 순수 기술적 효율성이 0.663~0.536로 효율성이 지속적으로 하락하고 있으며 2015년에는 순수 기술적 효율성이 급격히 하락하여 0.387로 전반적으로 효율성이 개선되지 않는 것으로 분석되었으며 2010년~2015년까지 효율성이 0.387~0.748로 타 대학에 비하여 상대적으로 낮은 대학으로 분석되었다.

이 대학의 효율성에 가장 큰 영향을 주는 변수는 전임교원 확보율로서 대학 알리미 원본데이터를 분석하여보면 2014년에 118.67%이었다가 2015년에는 218.84% 전임교원 채용이 늘어나면서 과다투입이 급격히 증가하여 전 기간 중 61.83%~191.57%로 타 대학에 비하여 상대적으로 높으며 진학률도 전 기간 52%~100%로 타 대학에 비하여 상대적으로 산출이 낮은 것으로 분석 되었으며 효율성이 높은 대학에 비하여 지속적으로 낮은 효율성 상태를 보이고 있으며 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률의 과소산출의 문제가 해결되지 않는 한 효율성 이 개선되기 어려울 것으로 분석 되었고 2015년도에 교육부의 대학 구조개혁 평가 시에도 최하위 등급을 받았으며 2016년도 역시 교육부 평가에서 저조한 성적을 받아서 퇴출 위기에 놓여있는 대학이며 이러한 문제들이 해결되지 않으면 효율성이 개선되지 않을 것으로 분석되었고 소규모 20대학중 하위권인 19위에 속하며 효율성이 상대적으로 낮은 대학으로 분석되었다.

D-A-13은 사립대학으로 1개 학부와 3개 대학으로 편성되어 있으며 2015년 기준 학생 정원은 700여명이고, 재학생 충원율은 120.8%이며, 학생 중도 탈락 비율은 1.5%이며 전임교원 확보율은 재학생 기준 339.74%로 투입과다로 분석되었다.

학생 진학률은 1.4%이며 졸업생 취업률은 80.3%로 상대적으로 높은 것으로 분석 되었으며 교사시설 확보율이 237.4%로 타 대학에 비하여 상대적으로 과다 투입되어 있다.

〈표 15〉 D-A-13 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성		TE	0.291	0.222	0.254	0.343	0.308	0.413
		PTE	0.291	0.222	0.254	0.354	0.308	1
		SE	1	1	1	0.967	1	0.413
분 해 값		VRS	0.291	0.222	0.254	0.354	0.308	1
		OE	0.358	0.320	0.312	0.354	0.320	1
		ME	0.814	0.69	0.814	1	0.963	1
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사 확보	197.52	211.74	220.94	182.10	211.17	0
		전임 교원	492.53	499.65	324.73	358.82	375.49	0
	과 소 산 출	진학율	89.34	90.32	32.43	38.71	47.83	0
		취업율	18.59	30.54	18.64	0	3.71	0

〈표 15〉 Network DEA 효율성 결과를 보면 이 대학의 효율성을 분석하여 보면 2010년~2015년까지 소규모 대학 중에서 효율성이 가장 낮은 대학으로 2010년도에 기술적 효율성(TE)이 0.291이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.291로 저조하며 2011년에 기술적 효율성(TE)이 0.222 이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.222로 2010년 대비 하락하였다. 2013년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.343~0.354로 효율성이 약간 상승하지만 미미한 수준을 유지하였으며 2014년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.308로 하락하고 2015년에 기술적 효율성(TE)이 0.413이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 1로 상승하였지만 전반적으로 효율성이 개선되지 않아 소규모 대학 중에서 가장 저조한 대학으로 분석되었다.

2013년의 Network DEA 분해 값에서 0.354의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영효율성(OE)은 0.354로 분석되었는데 이는 마케팅 효율성(ME)보다는 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것으로 분석되었으며 2015년 운영효율성 및 마케팅 효율성이 모두 높은 것으로 분석되었다.

Network DEA 결과에 의한 비효율의 원인 대학을 토대로 TE(VRS)을 세부적으로 분석하여 보면 2010년에 교사시설 확보율의 투영점이 75.7 목표 값 대비 1.795 만큼 초과되어 179.52% 만큼 과다투입 되어 있고 전임교원 확보율의 투영점이 57.6 목표 값 대비 4.925만큼 초과되어 492.53% 만큼 과다투입 되어있고 진학률은 투영점이 12.2인데 목표 값 대비 0.893 만큼 부족 하여 89.34%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 65.1인데 목표 값 대비 0.185% 과소산출 된 것으로 분석되었다.

2011년 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 33.22%로 증가한 212.74%로 급증하였으며 교사 시설 확보율이 전년도 대비 7% 증가한 499.65%로 크게 증가하여 과다투입으로 분석되었으며 진학률과 취업률의 산출부족은 2010년도와 유사한 수준을 보이고 있으며 2012년은 전년대비 조금 상승 하였으나 교사시설 확보율은 220.94% 만큼 과다투입 되어 있고 전임교원 확보율은 324.74 만큼 과다투입 되어있고 진학률은 32.43%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 18.64% 만큼 과소산출 된 것으로 분석되었다.

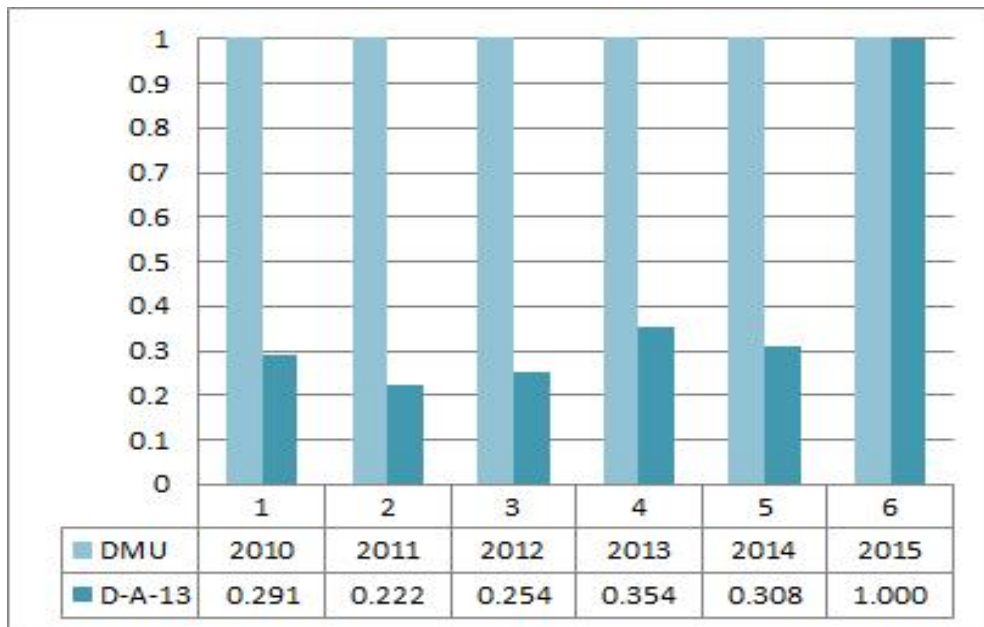
2013년에 취업률만 과소산출 없이 높은 효율성 수준을 보인 반면에 나머지

변수들은 전년과 변동 없이 유사한 수준을 보이는 것으로 분석되었다.

2014년에 전임교원 확보율은 375.49%이며 교사시설 확보율은 212.17%로 전년도 대비하여 약간씩 증가되었으며 과다투입으로 분석되었고 진학률은 전년도대비 11% 증가한 47.83%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 전년도 대비 증가한 3.71% 만큼 과소산출 된 것으로 분석되었다.

2015년에 전임교원 확보율 교사시설 확보율 과다투입이 없이 효율성이 높은 것으로 분석되었고 진학률과 취업률도 과소산출 없이 모두 높은 것으로 분석되었다.

전반적으로 전임교원 확보율, 교사시설 확보율은 감소된 것은 없으나 효율성에 가장 영향을 미친 변수는 취업률로 분석되었으며 취업률 추이를 분석하여 보면 2010년에 53%, 2011년에 51%, 2012년에 58%, 2013년에 76%, 2014년에 72% 보였다가 2015년에 80.3%로 급상승하면서 다른 대학에 비하여 높은 산출을 보이면서 효율성이 높아진 것으로 분석되었다.



〈그림 7〉 D-A-13 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

이를 종합적으로 분석 시 2010년~2015년까지 기술적 효율성 추이를 분석하면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.291로 저조하며 2011년~2014년 순수 기술적 효율성이 0.222~0.354로 효율성이 지속적으로 낮은 수준을 유지하고 있으며 2015년에 기술적 효율성이 0.412이고 순수 기술적 효율성이 “1”로 상승하였지만 2010년~2014년까지 효율성이 0.222~0.354로 소규모 대학 중 상대적으로 효율성이 가장 낮은 대학으로 분석되었다.

전반적으로 2015년에 투입과다와 산출부족은 없지만 2010년~2014년까지 교사시설 확보율은 179.52%~220.94%이고 전임교원 확보율은 324.73%~492.53%로서 소규모 20개 대학 중에서 전임교원 확보율, 교사시설 확보율의 투입과다와 진학률과 취업률의 산출부족이 가장 높은 것으로 분석되었으며 상대적으로 산출대비 하여 지나치게 투입과다의 문제가 해결되지 않는 한 효율성이 개선되기 어려울 것으로 분석 되었으며 2010년부터 2014년까지 상대적으로 타 대학에 비하여 가장 낮은 효율성을 보였으며 소규모 20대학 중 최 하위권인 20위로 효율성이 상대적으로 낮은 하위권 대학으로 분석되었다.

D-A-20은 사립대학으로, 1개 학부와 5개 대학으로 5개 대학원으로 편성되어 있으며 2015년 기준 학생 정원은 4,300여명이고 재학생 충원율은 107.4%이며 학생 중도탈락비율은 5.9%로 타 대학에 비하여 높은 편이며, 전임교원 확보율은 재학생 기준 75.12%로 낮은 것으로 분석되었으며 학생 진학률은 5.5%이며 졸업생 취업률은 51.5%이며, 교사시설 확보율이 110%로 적절한 수준을 유지하고 있다.

〈표 16〉 D-A-20 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성		TE	0.568	0.605	0.689	0.702	0.639	0.708
		PTE	0.568	0.605	0.689	0.702	0.639	0.708
		SE	1	1	1	1	1	1
분 해 값		VRS	0.568	0.605	0.689	0.702	0.639	0.708
		OE	0.878	0.879	0.856	0.861	0.819	0.924
		ME	0.646	0.688	0.805	0.815	0.789	0.766
비 효 율 측 정	과다 투입	교사확보	23.15	24.84	39.45	33.71	24.35	18.82
		전임교원	13.85	13.73	16.81	16.17	22.13	8.22
	과소 산출	진학율	35.39	31.24	25.93	20.73	51.22	23.36
		취업율	35.39	31.24	19.53	18.47	21.98	23.36

〈표 16〉 소규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 토대로 이 대학의 효율성을 분석하여 보면 2010년에는 기술적 효율성(TE)이 0.568이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.568로 저조하며 2011년에 기술적 효율성(TE)이 0.605이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.605이었고, 2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.689이며 2013년에는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.702로 효율성이 약간 상승하지만 저조한 수준을 유지하였으며, 2015년에는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.708로 전반적으로 6년 기간 동안 효율성이 개선되지 않고 하락하고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA 분해 값에서 0.568의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.646이며 운영효율성(OE)은 0.878로 분석되었고 2012년에서 0.689의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.805이며 운영효율성(OE)은 0.856으로 분석되었으며 2015년에서 0.708의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.924이며 운영효율성(OE)은 0.766으로 분석되었는데 전 기간 동안 마케팅 효율성(ME)이 낮은 것으로 분석되었는데 종합적으로 이 대학은 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME) 두 가지 모두 감소에 기인한 것으로 분석되었다.

소규모 대학 Network DEA 결과에 의한 비효율의 원인 대학을 토대로 TE(VRS)을 세부적으로 분석하여 보면 2010년에는 교사시설 확보율의 투영점이 78.929 목표 값 대비 0.231 만큼 초과되어 23.15% 만큼 과다투입 되어 있고 전임교원 확보율의 투영점이 58.147 목표 값 대비 0.138 만큼 초과되어 13.85% 만큼 과다투입 되어있고 진학률은 투영점이 12.69인데 목표 값 대비 0.353 만큼 부족 하여 35.39%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 65.000인데 목표 값 대비 0.353만큼 부족하여 35.39% 과소산출 된 것으로 분석되었다.

2011년에 전년도 유사하며 전임교원 확보율은 24.85%으며 교사시설 확보율이 13.73%로 과다투입으로 분석되었으며 진학률은 13.73%이고 취업률도 31.24%로 산출부족을 보이며 효율성이 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다.

2012년은 교사시설 확보율은 전년대비 15% 과다투입으로 39.454%되어 있

고 전임교원 확보율은 16.81% 만큼 과다투입 되어있고 진학률은 25.93%로 전년대비 12% 급증 하였으며 취업률은 19.53%로 전년대비 12% 만큼 감소 하였지만 상대적으로 과소산출 된 것으로 분석되었다.

2013년에 전년대비 변동 없이 유사한 수준을 보이는 것으로 분석 되었으며 2014년에 교사시설 확보율은 24.35%이고 전임교원 확보율은 22.13%로 투입 과다이며 취업률은 21.98%이고 진학율은 315 급증한 51.22%로 분석되었다.

2014년은 교사시설 확보율은 전년대비 9% 감소한 24.35%이고 전임교원 확보율은 22.13%로 전년 대비하여 5%정도 과다투입 되어있고 진학률은 51.22%로 전년대비 31% 급증 하였으며 취업률은 21.98%로 전년대비 3% 만큼 증가하였으며 상대적으로 과소산출 된 것으로 분석되었다.

2015년에 교사시설 확보율의 투영점이 92.745인데 목표 값 대비 0.188만큼 초과되어 18.82% 만큼 과다투입 되어있고 있고 전임교원 확보율의 투영점이 69.411로 목표 값 대비 0.082만큼 초과되어 8.22% 만큼 과다투입 되어있고 진학률은 투영점이 7.176데 목표 값 대비 0.233만큼 부족하여 23.36%이며, 취업률은 투영점이 67.254인데 목표 값 대비 0.233 만큼 부족하여 23.36% 만큼 과소산출 되어있는 것으로 분석되었다.



〈 그림 8〉 D-A-20 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

이를 종합적으로 분석 하면 2010년~2015년까지 효율성 추이를 분석하여 보면 2010년에 순수 기술적 효율성이 0.568로 저조하며 2011년~2014년 순수 기술적 효율성이 0.605~0.702로 효율성이 지속적으로 낮은 수준을 유지하고 있으며 2015년에 기술적 효율성이 0.708이고 순수 기술적 효율성이 0.708로 상승하였지만 2010년~2015년 까지 효율성이 소규모 대학중 상대적으로 효율성이 가장 낮은 대학으로 분석되었다.

이 대학의 문제점은 전반적으로 교사시설 확보율의 18%~39%, 전임교원 확보율의 8%~22%의 투입과다로 분석 되었고 진학률의 20%~51%와 취업률의 18%~35% 산출부족 문제가 해결되지 않는 한 타 대학에 비하여 상대적으로 높은 효율성을 유지하기 어려울 것으로 분석 되었고 효율성이 상대적으로 타 대학에 비하여 낮으며 소규모 20개 대학 중에서 18위로 효율성이 상대적으로 낮은 하위권 대학으로 분석되었다.

4.1.2 중규모 대학 Network DEA 분석

Network 효율성모형을 이용하여 중규모 47개 대학을 분석한 결과를 종합적으로 분석해보면 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개로 분석되었다.

또한 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 전 기간 지속적인 상승은 아니지만 2010년과 2015년을 비교 시 효율성이 증가한 대학들이며 D-B-24, D-B-31, D-B-33, D-B-47로 분석되었으며 효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학은 D-B-40으로 분석되었다.

Network DEA를 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 운영의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 44개로 93.6%이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 3개로 6.4%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 없는 것으로 분석되었다. 이를 분석해 보면 각 대학은 규모의 비효율성보다는 대부분이 순수기술의 비효율성인 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 효율성을 높이기 위해서는 취업률이나 진학률에 많은 관심이 요구된다.

VRS기반의 네트워크 DEA 분해 값을 분석한 결과를 보면 중규모 대학은 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 “1”이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-B-3, D-B-6 2개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-19, D-B-23, D-B-32 3개로 분석되었다.

네트워크 DEA 분석을 기반으로 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석해보면 개별 DMU별로 비효율의 원인을 분석한 결과 효율성이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-10, D-B-37, D-B-39 3개로 분석되었으며 산출부족은 22개 대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개로 투입과다 보다는 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며, 효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입은 효율적이나 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비

효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

4.1.2.1 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석

Network 효율성모형을 이용하여 47개 대학을 종합적으로 분석해보면 <표 17> 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었다.

상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개로 분석되었고 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 전 기간 지속적인 상승은 아니지만 2010년과 2015년을 비교시 효율성이 증가한 대학들이며 D-B-24, D-B-31, D-B-33, D-B-47로 분석되었으며 효율성이 높았다가 점점 낮아지는 대학은 D-B-40로 분석되었다.

Network DEA를 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성인 SE > PTE 대학은 44개로 93.6%이고 규모의 비효율적인 SE < PTE 대학은 3개로 6.4%로 분석 되었으며 SE = PTE 대학은 없는 것으로 분석되었다. 이를 분석해 보면 각 대학은 규모의 비효율성보다는 대부분이 순수 기술의 비효율성인 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 효율성을 높이기 위해서는 취업률이나 진학률에 많은 관심이 요구되는 것으로 분석되었다.

이를 세부적으로 분석하면 먼저 상대적 효율성이 저조한 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개 대학을 위주로 분석하여 보면 첫째, D-B-16은 대학의 효율성을 보면 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.520로 낮으며 2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.575로 효율성이 약간씩 상승하지만 낮은 수준을 유지하였으며 2015년에는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.615로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

둘째, D-B-35의 효율성을 보면 2010년에는 기술적 효율성(TE)이 0.559이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.559로 저조하며 2011년에는 기술적 효율성

(TE)이 0.575 이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.575로 전년대비 하락하였으며, 2012년~2013년에 유사한 수준을 유지하였고 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.576으로 전반적으로 6년 기간 동안 효율성이 개선되지 않고 하락하고 있음을 알 수 있다.

셋째, D-B-39는 중규모 대학 중 가장 효율성이 낮은 대학으로 대학의 효율성을 분석하여보면, 2010년에 기술적 효율성 (TE)이 0.410이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.410로 저조하며, 2011년~2012년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.483~0.423으로 약간 상승하였으며, 2013년에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.594이었고, 2014년의 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.560이었고, 2015년도에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.581로 전반적으로 평가 전 기간 동안 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 전 기간 동안 지속적인 상승은 아니지만 2010년과 2015년을 비교 시 효율성이 증가한 대학들이며 D-B-24, D-B-31, D-B-33, D-B-47로 분석되었다.

D-B-24의 효율성을 분석하면 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.749~0.751이었으나 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이0.775로 상승하였으며 2012년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이0.783로 상승하였고 2013년~2014년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이0.868로 상승하였으며, 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.912~0.919로서 전 기간에 걸쳐 상대적으로 효율성이 지속적으로 상승한 높은 대학이다.

효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학으로 D-B-40은 효율성을 분석하면 2010년~2014년까지 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 “1”로 높은 대학이었으나 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이0.742로 급속히 하락한 원인을 분석해 보면 대학 알리미 데이터 확인결과 2014년 교사시설 확보율이 69.3%이며 전임교원 확보율이 68.47%이고 진학률은 2.9%, 취업률은 58.9%이었으며 2015년에 교사시설 확보율이 116.4%로 47%이 급증 하였으며 전임교원 확보율이 75.83%로 7% 만큼 증가하고 진학

률은 2.7%로 0.2%만큼 감소하였으며 취업률은 50.9%로 8%만큼 감소하고 교사시설 확충에 따른 확보율 증가와 전임교원 신규채용에 따른 확보율의 급격한 과다투입과, 진학률과 취업률의 감소의 영향으로 인하여 효율성이 “1”에서 0.742%로 낮아져서 상대적으로 비효율적으로 평가되었다.

〈표 17〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석

DMU	2010년			2011년			2012년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-B-1	0.699	0.699	1	0.771	0.805	0.958	0.808	0.808	1
D-B-2	0.609	0.609	1	0.699	0.699	1	0.703	0.703	1
D-B-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-4	0.599	0.599	1	0.708	0.708	1	0.566	0.566	1
D-B-5	0.549	0.549	1	0.542	0.542	1	0.626	0.626	1
D-B-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-7	0.753	0.801	0.940	0.736	0.736	1	0.756	0.756	1
D-B-8	0.846	0.846	1	0.899	0.899	1	0.822	0.822	1
D-B-9	0.770	0.770	1	0.732	0.732	1	0.781	0.781	1
D-B-10	0.506	0.506	1	0.594	0.594	1	0.692	0.692	1
D-B-11	0.602	0.602	1	0.658	0.658	1	0.732	0.732	1
D-B-12	0.944	1	0.944	0.904	1	0.904	0.812	0.812	1
D-B-13	0.780	0.880	0.885	0.880	0.910	0.967	0.797	0.797	1
D-B-14	0.748	0.748	1	0.720	0.720	1	0.965	0.992	0.973
D-B-15	0.578	0.578	1	0.655	0.706	0.928	0.663	0.663	1
D-B-16	0.520	0.520	1	0.592	0.592	1	0.610	0.610	1
D-B-17	0.623	0.623	1	0.615	0.615	1	0.709	0.709	1
D-B-18	0.661	0.661	1	0.723	0.723	1	0.818	1	0.818
D-B-19	0.687	0.687	1	0.709	0.709	1	0.835	0.835	1
D-B-20	0.706	1	0.706	0.703	0.972	0.723	0.827	0.827	1
D-B-21	0.698	0.698	1	0.728	0.728	1	0.775	0.775	1
D-B-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-23	0.600	0.600	1	0.702	0.702	1	0.771	0.771	1
D-B-24	0.750	0.752	0.997	0.776	0.776	1	0.784	0.784	1

〈표- 17〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석(계속)

DMU	2010년			2011년			2012년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-B-25	0.681	0.681	1	0.749	0.776	0.965	0.742	0.742	1
D-B-26	0.585	0.585	1	0.622	0.622	1	0.719	0.719	1
D-B-27	0.639	0.639	1	0.684	0.684	1	0.731	0.731	1
D-B-28	0.758	0.780	0.972	0.634	0.634	1	0.747	0.747	1
D-B-29	0.708	0.708	1	0.798	0.798	1	0.757	0.757	1
D-B-30	0.785	0.860	0.912	0.814	1	0.814	0.857	0.857	1
D-B-31	0.750	0.750	1	0.706	0.706	1	0.725	0.725	1
D-B-32	0.519	0.519	1	0.594	0.594	1	0.619	0.619	1
D-B-33	0.700	0.700	1	0.793	0.793	1	0.803	0.803	1
D-B-34	1	1	1	0.826	0.864	0.956	0.854	1	0.854
D-B-35	0.559	0.559	1	0.575	0.575	1	0.545	0.545	1
D-B-36	0.696	0.759	0.918	0.722	1	0.722	0.751	0.751	1
D-B-37	0.616	0.616	1	0.661	0.661	1	0.708	0.708	1
D-B-38	0.784	0.784	1	0.776	0.776	1	0.843	0.843	1
D-B-39	0.410	0.410	1	0.484	0.484	1	0.423	0.423	1
D-B-40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-41	0.584	0.584	1	0.631	0.631	1	0.677	0.677	1
D-B-42	0.821	1	0.821	0.894	1	0.894	0.832	0.956	0.870
D-B-43	0.649	0.649	1	0.497	0.497	1	0.501	0.501	1
D-B-44	0.681	0.681	1	0.778	0.778	1	0.830	0.830	1
D-B-45	0.697	0.697	1	0.768	0.768	1	0.775	0.775	1
D-B-46	0.604	0.604	1	0.786	0.786	1	0.761	0.761	1
D-B-47	0.715	0.715	1	0.817	0.817	1	0.822	0.822	1

〈표 17〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-B-1	0.886	1	0.886	0.759	0.761	0.997	0.882	0.962	0.917
D-B-2	0.693	0.693	1	0.738	0.738	1	0.735	0.742	0.991
D-B-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-4	0.788	0.788	1	0.738	0.738	1	0.676	0.676	1
D-B-5	0.599	0.599	1	0.659	0.659	1	0.711	0.711	1
D-B-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-7	0.829	0.872	0.951	0.781	0.781	1	0.732	0.736	0.995
D-B-8	0.946	1	0.946	1	1	1	0.959	1	0.959
D-B-9	0.957	0.957	1	0.949	0.970	0.979	0.810	0.855	0.947
D-B-10	0.634	0.634	1	0.636	0.636	1	0.600	0.600	1
D-B-11	0.665	0.665	1	0.658	0.658	1	0.650	0.650	1
D-B-12	0.864	1	0.864	0.765	1	0.765	0.973	1	0.973
D-B-13	0.955	0.975	0.979	0.913	0.916	0.996	0.999	1	0.999
D-B-14	0.919	1	0.919	0.867	0.936	0.926	0.780	0.780	1
D-B-15	1	1	1	0.856	0.856	1	0.707	0.721	0.981
D-B-16	0.518	0.518	1	0.587	0.587	1	0.615	0.615	1
D-B-17	0.921	0.921	1	0.895	0.895	1	0.847	0.847	0.999
D-B-18	0.918	1	0.918	0.714	0.714	1	0.752	0.763	0.985
D-B-19	0.827	0.827	1	0.759	0.759	1	0.761	0.798	0.954
D-B-20	0.865	0.965	0.897	0.975	0.989	0.985	0.900	0.906	0.994
D-B-21	0.961	0.973	0.988	0.871	0.885	0.984	0.905	0.970	0.934
D-B-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-23	0.853	0.853	1	0.913	0.913	1	0.884	0.934	0.947
D-B-24	0.868	0.868	1	0.868	0.868	1	0.913	0.920	0.992

〈표 17〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-B-25	0.706	0.706	1	0.734	0.734	1	0.721	0.730	0.988
D-B-26	0.745	0.745	1	0.820	0.820	1	0.707	0.707	1
D-B-27	0.753	0.753	1	0.695	0.695	1	0.840	0.840	1
D-B-28	0.603	0.603	1	0.688	0.688	1	0.668	0.670	0.997
D-B-29	0.707	0.707	1	0.740	0.740	1	0.701	0.701	1
D-B-30	0.978	0.978	1	0.983	0.984	0.999	0.947	0.962	0.984
D-B-31	0.793	0.793	1	0.816	0.818	0.997	0.920	0.920	1
D-B-32	0.590	0.590	1	0.630	0.630	1	0.632	0.632	1
D-B-33	0.800	0.817	0.980	0.876	0.876	1	0.867	0.889	0.975
D-B-34	0.952	0.952	1	0.960	0.968	0.992	1	1	1
D-B-35	0.567	0.567	1	0.613	0.613	1	0.577	0.577	1
D-B-36	0.671	0.671	1	0.642	0.642	1	0.721	0.759	0.950
D-B-37	0.704	0.704	1	0.853	0.853	1	0.663	0.663	1
D-B-38	0.868	0.898	0.966	0.867	1	0.867	0.842	0.842	1
D-B-39	0.594	0.594	1	0.560	0.560	1	0.582	0.582	1
D-B-40	1	1	1	1	1	1	0.742	0.743	1
D-B-41	0.708	0.708	1	0.709	0.709	1	0.742	0.742	1
D-B-42	0.912	1	0.912	0.932	1	0.932	1	1	1
D-B-43	0.563	0.563	1	0.606	0.606	1	0.698	0.723	0.966
D-B-44	0.798	0.798	1	0.822	0.822	1	0.759	0.759	1
D-B-45	0.771	0.771	1	0.692	0.692	1	0.875	0.921	0.950
D-B-46	0.786	0.786	1	0.797	0.797	1	0.758	0.758	1
D-B-47	0.824	0.824	1	0.825	0.825	1	0.869	0.878	0.990

4.1.2.2 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 분석

〈표 19〉 중규모 대학 VRS기반의 네트워크 DEA 분해값을 중규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-B-3, D-B-6 2개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-19, D-B-23, D-B-32, 3개로 분석되었다.

일반적으로 Network DEA 분해값(overall efficiency)=운영 효율성(OE)×마케팅 효율성(ME)로 분해가 가능하며 두 단계를 연결시켜 주는 중간 투입물의 가중치가 일치한다면 전체 효율성은 산술 평균이 아니라 각 단계의 효율성을 곱한 것으로 다른 값을 가질 수 있다(강상묵, 2015; Kao and Hwang, 2008; 최강화, 2016).

〈표 18〉 중규모 대학 VRS 기반의 네트워크 DEA 분해값을 분석하여 보면 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석된 것은 40개이며 마케팅 효율성(ME)보다는 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 10개로 분석 되었으며 〈표 18〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석에서 보는 바와 같다.

〈표 18〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석

구분	마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인	운영 효율성(OE) 감소에 기인
내용	40개	10개

마케팅 효율성(ME) 감소에 기인한 것은 40개로서 대표적으로 몇 개 대학을 분석하면 2010년의 D-B-7은 Network DEA에서 0.800의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.800로 분석되었고 D-B-36은 Network DEA에서 0.758의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.758로 분석 되었으며 마케팅 효율성(ME) 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

D-B-28은 Network DEA에서 0.779의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.779로 분석 되었고 D-B-30은 Network DEA에서 0.860의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.860로 분석 되었는데 이는 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석할 수 있으며 2011년 D-B-1, 2014년 D-B-15, 2015년 D-B-1, D-B-2, D-B-7 등이 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 효율성이 감소한 것은 7개로서 대표적으로 사례를 몇 개를 분석하면 2010년의 D-B-24는 Network DEA에서 0.751의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영 효율성 (OE)은 0.751로 낮은 것으로 분석되었고 D-B-13이 2011년에서 0.909의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 “1”이며 운영 효율성(OE)은 0.909로 낮은 것으로 분석 되었는데 이는 마케팅 효율성(ME)보다는 운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

2012년 D-B-42은 Network DEA에서 0.956의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(OE)은 “1”이며 운영 효율성(ME)은 0.956로 낮은 것으로 분석 되었고, 2013년도 D-B-13, 2014년도 D-B-13, D-B-36 등도 마케팅 효율성(ME)은 양호하나 운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분석 값

DMU	2010년			2011년			2012년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-B-1	0.699	0.904	0.773	0.805	1	0.805	0.808	1	0.808
D-B-2	0.609	0.812	0.750	0.699	0.889	0.787	0.703	0.881	0.798
D-B-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-4	0.599	0.617	0.971	0.708	0.753	0.941	0.566	0.734	0.771
D-B-5	0.549	0.669	0.821	0.542	0.722	0.750	0.626	0.714	0.878
D-B-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-7	0.801	1	0.801	0.736	0.973	0.756	0.756	0.904	0.836
D-B-8	0.846	0.916	0.924	0.899	0.966	0.931	0.822	0.933	0.881
D-B-9	0.770	0.905	0.851	0.732	0.931	0.786	0.781	0.899	0.869
D-B-10	0.506	0.822	0.616	0.594	0.880	0.675	0.692	0.879	0.787
D-B-11	0.602	0.815	0.739	0.658	0.879	0.748	0.732	0.919	0.796
D-B-12	1	1	1	1	1	1	0.812	0.959	0.847
D-B-13	0.880	0.880	1	0.910	0.910	1	0.797	0.873	0.912
D-B-14	0.748	0.881	0.850	0.720	0.875	0.822	0.992	1	0.992
D-B-15	0.578	0.982	0.588	0.706	1	0.706	0.663	0.892	0.743

〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2010년			2011년			2012년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-B-16	0.520	0.666	0.781	0.592	0.753	0.786	0.610	0.769	0.794
D-B-17	0.623	0.881	0.707	0.615	0.882	0.697	0.709	0.893	0.794
D-B-18	0.661	0.937	0.706	0.723	0.964	0.750	1	1	1
D-B-19	0.687	0.816	0.842	0.709	0.916	0.774	0.835	0.895	0.933
D-B-20	1	1	1	0.972	1	0.972	0.827	0.942	0.878
D-B-21	0.698	0.823	0.848	0.728	0.889	0.819	0.775	0.923	0.839
D-B-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-23	0.600	0.824	0.728	0.702	0.888	0.791	0.771	0.911	0.847
D-B-24	0.752	0.752	1	0.776	0.805	0.964	0.784	0.882	0.889
D-B-25	0.681	0.860	0.792	0.776	1	0.776	0.742	0.923	0.804
D-B-26	0.585	0.751	0.780	0.622	0.843	0.738	0.719	0.852	0.844
D-B-27	0.639	0.822	0.777	0.684	0.933	0.733	0.731	0.864	0.846
D-B-28	0.780	1	0.780	0.634	0.974	0.651	0.747	0.956	0.782
D-B-29	0.708	0.906	0.781	0.798	0.993	0.804	0.757	0.913	0.830
D-B-30	0.860	1	0.860	1	1	1	0.857	0.984	0.872
D-B-31	0.750	0.789	0.951	0.706	0.835	0.845	0.725	0.829	0.874

〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2010년			2011년			2012년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-B-32	0.519	0.686	0.756	0.594	0.750	0.792	0.619	0.746	0.829
D-B-33	0.700	0.828	0.846	0.793	0.889	0.892	0.803	0.912	0.880
D-B-34	1	1	1	0.864	0.864	1	1	1	1
D-B-35	0.559	0.673	0.832	0.575	0.716	0.803	0.545	0.705	0.773
D-B-36	0.759	1	0.759	1	1	1	0.751	0.918	0.818
D-B-37	0.616	0.732	0.841	0.661	0.827	0.799	0.708	0.838	0.845
D-B-38	0.784	0.901	0.871	0.776	0.922	0.842	0.843	0.936	0.900
D-B-39	0.410	0.549	0.748	0.484	0.598	0.810	0.423	0.576	0.735
D-B-40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-41	0.584	0.829	0.705	0.631	0.929	0.679	0.677	0.884	0.766
D-B-42	1	1	1	1	1	1	0.956	0.956	1
D-B-43	0.649	0.665	0.976	0.497	0.576	0.862	0.501	0.563	0.891
D-B-44	0.681	0.771	0.883	0.778	0.903	0.861	0.830	0.905	0.917
D-B-45	0.697	0.857	0.813	0.768	0.984	0.780	0.775	0.887	0.874
D-B-46	0.604	0.742	0.814	0.786	0.853	0.922	0.761	0.909	0.837
D-B-47	0.715	0.814	0.878	0.817	0.867	0.943	0.822	0.882	0.932

〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-B-1	1	1	1	0.761	1	0.761	0.962	1	0.962
D-B-2	0.693	0.891	0.778	0.738	0.964	0.766	0.742	1	0.742
D-B-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-4	0.788	0.884	0.891	0.738	0.868	0.851	0.676	0.880	0.768
D-B-5	0.599	0.773	0.774	0.659	0.791	0.833	0.711	0.908	0.783
D-B-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-7	0.872	1	0.872	0.781	0.931	0.839	0.736	1	0.736
D-B-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-9	0.957	0.967	0.989	0.970	1	0.970	0.855	1	0.855
D-B-10	0.634	0.833	0.762	0.636	0.868	0.733	0.600	0.801	0.749
D-B-11	0.665	0.979	0.679	0.658	0.941	0.699	0.650	0.970	0.671
D-B-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-13	0.975	0.975	1	0.916	0.916	1	1	1	1
D-B-14	1	1	1	0.936	1	0.936	0.780	0.967	0.807
D-B-15	1	1	1	0.856	0.894	0.958	0.721	1	0.721
D-B-16	0.518	0.793	0.653	0.587	0.847	0.693	0.615	0.902	0.682

〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-B-17	0.921	0.992	0.929	0.895	0.965	0.928	0.847	1	0.847
D-B-18	1	1	1	0.714	0.911	0.784	0.763	1	0.763
D-B-19	0.827	0.939	0.881	0.759	0.964	0.787	0.798	1	0.798
D-B-20	0.965	1	0.965	0.989	0.989	1	0.906	1	0.906
D-B-21	0.973	1	0.973	0.885	1	0.885	0.970	1	0.970
D-B-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-23	0.853	0.940	0.908	0.913	0.977	0.935	0.934	1	0.934
D-B-24	0.868	0.929	0.934	0.868	0.931	0.932	0.920	1	0.920
D-B-25	0.706	0.965	0.732	0.734	0.991	0.741	0.730	1	0.730
D-B-26	0.745	0.877	0.849	0.820	0.850	0.965	0.707	0.813	0.869
D-B-27	0.753	0.888	0.848	0.695	0.851	0.816	0.840	0.974	0.863
D-B-28	0.603	0.915	0.659	0.688	0.981	0.701	0.670	1	0.670
D-B-29	0.707	0.812	0.870	0.740	0.880	0.841	0.701	0.901	0.779
D-B-30	0.978	0.978	1	0.984	0.984	1	0.962	1	0.962
D-B-31	0.793	0.870	0.912	0.818	1	0.818	0.920	0.962	0.956
D-B-32	0.590	0.786	0.751	0.630	0.822	0.767	0.632	0.911	0.694

〈표 19〉 중규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-B-33	0.817	1	0.817	0.876	0.953	0.919	0.889	1	0.889
D-B-34	0.952	0.970	0.981	0.968	1	0.968	1	1	1
D-B-35	0.567	0.754	0.752	0.613	0.804	0.762	0.577	0.931	0.620
D-B-36	0.671	0.954	0.703	0.642	0.990	0.648	0.759	1	0.759
D-B-37	0.704	0.868	0.811	0.853	0.890	0.958	0.663	0.866	0.766
D-B-38	0.898	1	0.898	1	1	1	0.842	1	0.842
D-B-39	0.594	0.693	0.857	0.560	0.677	0.828	0.582	0.836	0.696
D-B-40	1	1	1	1	1	1	0.743	1	0.743
D-B-41	0.708	0.894	0.791	0.709	0.879	0.807	0.742	0.939	0.790
D-B-42	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-B-43	0.563	0.616	0.914	0.606	0.610	0.993	0.723	0.723	1
D-B-44	0.798	0.940	0.849	0.822	0.892	0.922	0.759	0.962	0.789
D-B-45	0.771	0.964	0.800	0.692	0.957	0.723	0.921	1	0.921
D-B-46	0.786	0.938	0.837	0.797	0.885	0.900	0.758	0.960	0.789
D-B-47	0.824	0.940	0.877	0.825	0.931	0.887	0.878	1	0.878

4.1.2.3 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석

〈표 21〉에서 제시된 네트워크 DEA 분석을 기반으로 47개 대학을 종합적으로 분석해보면 개별 DMU별로 비효율의 원인을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-10, D-B-37, D-B-39 3개로 분석되었다.

산출물 부족(output shortage)으로 인한 비효율은 27개로서 세부적으로 분석하면 첫째, D-B-30을 보면 2010년의 경우에 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없으나 목표치(projection)에 비해 진학률은 13.99%와 취업률의 28.18%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족(output shortage)으로 인한 비효율적으로 평가되었다.

둘째, D-B-1을 보면 2011년의 경우에는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없으나 목표치에 비해 진학률은 19.55%와 취업률의 21.51%가 부족하고 셋째, D-B-15을 보면 2011년의 경우에는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없었으나 목표치에 비해 진학률은 29.37%와 취업률의 32.29%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족으로 인한 비효율적으로 평가되었다.

이는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 투입자원은 없지만 진학률과 취업률이 산출부족으로 따라서 효율성을 높이기 위해서 이러한 산출물인 진학률이나 취업률을 개선하기 위한 대학의 적극적인 전략적 접근이 필요함을 제시하고 있다.

투입과다(input shortage)로 인한 비효율은 2개로서 이를 분석해 보면 첫째, D-B-30은 2013년 진학률과 취업률은 산출 부족분이 발생하지 않아 상대적으로 효율적으로 분석되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율은 2.27%만큼 추가 투입되었고 전임교원 확보율은 2.27%만큼 투입과다로 분석되어 상대적으로 비효율적으로 분석되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었다.

둘째, D-B-43은 2015년 진학률과 취업률은 산출부족이 발생하지 않아 상대적으로 효율적으로 분석되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율

은 38.37%만큼 추가 투입되었고 전임교원 확보율은 137.18%만큼 투입과
다로 분석되어 상대적으로 비효율적으로 분석되어 투입과다로 인하여 비
효율적으로 평가되었다.

이는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 유희 투입자원이 존재
하고 있음을 알 수 있으며 따라서 효율성을 높이기 위해서 이러한 유희 자
원인 전임교원 확보율의 조정 등 전략적 접근이 필요함을 제시하고 있다.

효율성이 높아졌다가 기간이 경과함에 따라서 낮아지는 D-B-40의 경우에
는 2010년~2014년 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없었으
며 진학률과 취업률은 산출부족이 발생하지 않아서 효율성이 “1”이었으나
2015년에는 교사시설 확보율은 효율성이 높으나 전임교원 확보율은 6.99%만
큼 투입과다로 분석되었으며 진학률은 55.49%와 취업률의 25.74%가 부족하
였으며 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출부족으로 인한 비효율적으로
평가되었으며 기간이 경과함에 따라서 효율성이 낮아지는 것으로 분석되었다.

효율성이 낮았다가 기간이 경과함에 따라서 높아지는 D-B-13은 중규모
대학 중 전 기간 동안 효율성이 낮은 대학으로서 2010년에 교사시설 확보율
은 13.59%만큼, 전임교원 확보율은 31.88% 만큼 추가 투입되어서 투입과다
로 분석되었으며 취업률의 효율성은 높으나 진학률은 56.63%와 부족하여
상대적으로 비효율적으로 평가되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되
었으며 2012년~2014년까지 투입과다와 산출부족이 지속적으로 비슷하게 유
지되었다.

2015년에 투입과다와 산출부족이 발생하지 않고 효율성이 “1”로서 급상승
하였으며 원인을 분석해 보면 2010년~2014년 교사시설 확보율과 전임교원
확보율의 투입과다와 진학률과 취업률의 산출부족은 좋아지지 않고 지속적으
로 저조한 것으로 분석되었다.

2014년에는 교사시설 확보율의 투영점이 97.348데 목표 값 대비 0.091 만
큼 초과되어 9.1% 만큼 과다 투입 되어 있고 전임교원 확보율의 투영점이
63.884 목표 값 대비 0.099만큼 초과되어 9.90% 만큼 과다투입 되어있으며
진학률은 투영점이 4.416인데 목표 값 대비 0.388만큼 부족하여 38.80%만큼
과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 65.8인데 효율성은 높은 것으로 분석

되었다.

2015년에 교사시설 확보율이 109이고 전임교원 확보율이 70.7이며 과다투입 없이 효율성이 높은 것으로 분석되었고 진학률은 3.3이고 취업률은 64.1로서 과소산출의 문제가 없이 높은 효율성 수준을 유지함으로서 효율성이 높은 것으로 분석되었다.

이를 종합적으로 분석하면 대학효율성 평가에서는 효율적으로 운영되는 대학은 3개이며 산출부족은 22개 대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개로 투입과다 보다는 산출부족이 많은 것으로 분석되었다.

효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입은 효율적이나 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었으며 <표 20> 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 종합분석에서 보는 바와 같다.

<표 20> 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 종합분석

구 분	계	내 용
투입과다	2개 대학 3개	D-B-30, D-B-43
산출부족	18개 대학 27개	D-B-1, D-B-15 등
효율성이 높은 대학	3개	D-B-3, D-B-6, D-B-22
효율성이 저조한 대학	3개	D-B-10, D-B-37, D-B-39

〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석

DMU	2010년				2011년			
	투입과다		산출부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-B-1	10.58%	10.58%	22.72%	22.72%	0	0	19.55%	21.51%
D-B-2	23.11%	23.11%	61.31%	25.01%	12.48%	12.48%	70.95%	21.35%
D-B-3	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-4	62.13%	62.13%	7.18%	2.93%	32.83%	32.83%	49.72%	5.91%
D-B-5	49.57%	55.79%	17.92%	17.92%	38.43%	38.43%	24.98%	24.98%
D-B-6	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-7	6.14%	0	19.91%	19.91%	2.80%	2.80%	24.38%	24.38%
D-B-8	9.22%	9.22%	59.80%	7.64%	3.53%	3.53%	13.12%	6.89%
D-B-9	10.55%	10.55%	14.89%	14.89%	7.43%	7.43%	41.40%	21.41%
D-B-10	34.93%	21.72%	47.15%	38.39%	45.32%	13.63%	37.89%	32.55%
D-B-11	22.65%	22.65%	26.12%	26.12%	13.77%	13.77%	25.17%	25.17%
D-B-12	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-13	13.59%	31.88%	56.63%	0	9.92%	9.92%	48.25%	0
D-B-14	13.53%	13.53%	15.04%	15.04%	14.28%	14.28%	17.75%	17.75%
D-B-15	1.79%	1.79%	41.17%	41.17%	0	0	29.37%	32.29%
D-B-16	50.18%	50.18%	28.39%	21.91%	32.87%	32.87%	29.22%	21.39%
D-B-17	13.52%	24.94%	29.33%	29.33%	13.32%	13.32%	30.26%	30.26%
D-B-18	6.72%	24.27%	29.45%	29.45%	3.78%	11.02%	24.96%	24.96%
D-B-19	22.58%	22.58%	15.77%	15.77%	9.16%	9.16%	22.56%	22.56%
D-B-20	0	0	0	0	0	0	2.76%	20.03%
D-B-21	21.44%	21.44%	15.24%	15.24%	12.49%	12.49%	18.10%	18.10%
D-B-22	0	0	0	0	0	0	0	0

〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석(계속)

DMU	2010년				2011년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-B-23	21.30%	21.30%	27.17%	27.17%	12.67%	12.67%	20.90%	20.90%
D-B-24	33.00%	33.63%	0	0	24.22%	24.22%	3.65%	3.65%
D-B-25	16.34%	16.34%	20.77%	20.77%	0	0	22.36%	22.36%
D-B-26	33.24%	33.24%	33.84%	22.00%	27.42%	18.60%	56.84%	26.22%
D-B-27	21.63%	21.63%	22.33%	22.33%	7.23%	7.23%	26.68%	26.68%
D-B-28	0	0	22.01%	28.61%	17.18%	2.69%	34.85%	34.85%
D-B-29	10.33%	10.33%	67.37%	21.89%	2.55%	0.74%	70.53%	19.59%
D-B-30	0	0	13.99%	28.18%	0	0	0	0
D-B-31	26.76%	26.76%	4.93%	4.93%	19.75%	19.75%	15.48%	15.48%
D-B-32	45.79%	45.79%	24.39%	24.39%	33.26%	33.26%	20.83%	20.83%
D-B-33	20.78%	28.71%	15.43%	15.43%	12.48%	12.48%	10.76%	10.76%
D-B-34	0	0	0	0	15.74%	18.08%	0	0
D-B-35	48.69%	48.69%	16.84%	16.84%	39.57%	39.57%	19.72%	19.72%
D-B-36	28.37%	0	24.14%	24.14%	0	0	0	0
D-B-37	36.56%	36.56%	43.13%	15.86%	20.85%	20.85%	56.57%	20.09%
D-B-38	11.03%	11.03%	12.93%	12.93%	8.46%	8.46%	15.79%	15.79%
D-B-39	82.25%	88.70%	25.21%	25.21%	67.35%	67.35%	19.03%	19.03%
D-B-40	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-41	20.67%	20.67%	29.55%	29.55%	7.63%	7.63%	32.11%	32.11%
D-B-42	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-43	50.35%	220.74%	2.41%	2.41%	73.59%	183.69%	13.79%	13.79%
D-B-44	29.67%	29.67%	32.50%	11.67%	10.71%	10.71%	64.09%	13.86%
D-B-45	16.67%	16.67%	18.70%	18.70%	1.62%	1.62%	38.30%	21.96%
D-B-46	34.70%	34.70%	40.58%	18.58%	17.30%	17.30%	37.62%	7.81%
D-B-47	22.84%	22.84%	12.23%	12.23%	15.38%	15.38%	5.73%	5.73%

〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입 과다 및 산출과소 분석(계속)

DMU	2012년				2013년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-B-1	18.91%	0	19.18%	19.18%	0	0	0	0
D-B-2	13.56%	13.56%	72.94%	20.20%	12.26%	12.26%	62.30%	22.15%
D-B-3	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-4	36.26%	36.26%	65.25%	22.94%	13.10%	13.10%	49.58%	10.89%
D-B-5	40.09%	40.09%	25.66%	12.25%	29.30%	29.30%	26.61%	22.61%
D-B-6	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-7	10.59%	10.59%	16.41%	16.38%	0	0	12.83%	12.83%
D-B-8	7.19%	7.19%	55.58%	11.91%	0	0	0	0
D-B-9	11.29%	11.29%	67.39%	13.07%	3.40%	3.40%	64.28%	1.07%
D-B-10	39.52%	13.71%	44.44%	21.28%	65.09%	20.07%	50	23.82%
D-B-11	8.84%	8.84%	35.14%	20.35%	2.10%	2.10%	32.07%	32.07%
D-B-12	4.27%	4.27%	39.25%	15.35%	0	0	0	0
D-B-13	14.51%	14.51%	80.53%	8.77%	2.56%	2.56%	77.72%	0
D-B-14	32.51%	0	0.83%	5.47%	0	0	0	0
D-B-15	12.16%	12.16%	25.67%	25.67%	0	0	0	0
D-B-16	30.10%	30.10%	52.49%	20.57%	26.06%	26.06%	38.36%	34.74%
D-B-17	11.98%	11.98%	65.68%	20.58%	0.79%	0.79%	7.97%	7.13%
D-B-18	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-19	11.79%	11.79%	40.52%	6.70%	6.54%	6.54%	50.02%	11.90%
D-B-20	6.15%	6.15%	53.04%	12.16%	0	0	3.52%	3.52%
D-B-21	8.34%	8.34%	64.45%	16.08%	0	0	30.41%	2.73%
D-B-22	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-23	9.81%	9.81%	44.72%	15.30%	6.39%	6.39%	32.53%	9.22%
D-B-24	13.41%	13.41%	11.14%	11.14%	7.62%	7.62%	6.57%	6.57%

〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 분석(계속)

DMU	2012년				2013년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-B-25	8.30%	8.30%	31.38%	19.59%	3.61%	3.61%	26.83%	26.83%
D-B-26	27.56%	17.37%	61.11%	15.64%	17.50%	14.00%	55.95%	15.12%
D-B-27	15.73%	15.73%	45.98%	15.45%	12.62%	12.62%	38.29%	15.16%
D-B-28	10.74%	4.65%	21.78%	21.78%	14.97%	9.29%	34.10%	34.10%
D-B-29	9.56%	9.56%	67.62%	17.01%	23.09%	23.09%	65.95%	12.99%
D-B-30	1.64%	1.64%	12.85%	12.85%	2.27%	2.27%	0	0
D-B-31	20.60%	20.60%	12.62%	13.74%	14.94%	16.69%	8.85%	8.85%
D-B-32	33.96%	33.96%	47.20%	17.07%	27.26%	27.26%	24.91%	24.91%
D-B-33	9.66%	9.66%	66.32%	11.98%	0	0	33.54%	18.33%
D-B-34	0	0	0	0	3.06%	14.87%	1.85%	1.85%
D-B-35	41.94%	41.94%	25.55%	22.68%	32.55%	32.55%	24.83%	24.83%
D-B-36	8.97%	8.97%	60.57%	18.18%	4.83%	4.83%	63.84%	29.71%
D-B-37	19.35%	19.35%	67.55%	15.49%	15.18%	15.18%	50.86%	18.93%
D-B-38	6.79%	6.79%	20.14%	10.03%	0	0	10.15%	10.15%
D-B-39	73.58%	73.58%	62.59%	26.52%	44.24%	44.24%	28.99%	14.29%
D-B-40	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-41	13.13%	13.13%	23.45%	23.45%	16.79%	11.82%	20.89%	20.89%
D-B-42	4.58%	4.58%	40.90%	0	0	0	0	0
D-B-43	77.71%	166.21%	10.88%	10.88%	62.43%	154.42%	8.55%	8.55%
D-B-44	10.48%	10.48%	73.10%	8.27%	6.40%	6.40%	56.80%	15.10%
D-B-45	12.71%	12.71%	64.31%	12.60%	3.75%	3.75%	71.62%	20.02%
D-B-46	10.02%	10.02%	70.40%	16.29%	6.58%	6.58%	66.94%	16.25%
D-B-47	13.35%	13.35%	15.85%	6.80%	6.42%	6.42%	12.32%	12.32%

〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석(계속)

DMU	2014년				2015년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-B-1	0	0	23.87%	24.17%	0	0	3.76%	12.31%
D-B-2	3.79%	3.79%	67.30%	23.44%	0	0	65.94%	25.84%
D-B-3	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-4	15.20%	15.20%	35.65%	14.94%	13.67%	13.67%	49.88%	23.16%
D-B-5	26.45%	26.45%	16.68%	16.68%	10.09%	10.09%	21.70%	21.70%
D-B-6	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-7	7.44%	7.44%	16.14%	16.14%	0	0	26.45%	26.45%
D-B-8	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-9	0	0	28.86%	3.03%	0	0	18.55%	14.50%
D-B-10	29.66%	15.15%	62.16%	26.73%	37.14%	24.85%	41.76%	25.08%
D-B-11	6.22%	6.22%	30.06%	30.06%	3.10%	3.10%	32.93%	32.93%
D-B-12	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-13	9.20%	9.97%	38.87%	0	0	0	0	0
D-B-14	0	0	6.36%	19.04%	3.44%	3.44%	19.31%	19.31%
D-B-15	11.88%	11.88%	4.20%	4.20%	0	0.82%	56.41%	27.92%
D-B-16	18.01%	18.01%	34.12%	30.71%	10.83%	10.83%	36.33%	31.79%
D-B-17	3.67%	3.67%	7.22%	7.22%	0	0	15.28%	15.28%
D-B-18	9.80%	9.80%	69.29%	21.57%	0	4.43%	48.48%	23.66%
D-B-19	3.73%	3.73%	21.29%	21.29%	0	0	20.20%	20.20%
D-B-20	1.11%	1.11%	0	0	0	0	9.43%	9.43%
D-B-21	0	0	30.71%	11.50%	0	0	51.67%	3.04%
D-B-22	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-23	2.35%	2.35%	6.52%	6.52%	0	0	6.56%	6.56%
D-B-24	7.37%	7.37%	6.76%	6.76%	0	0	8.02%	8.02%

〈표 21〉 중규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석(계속)

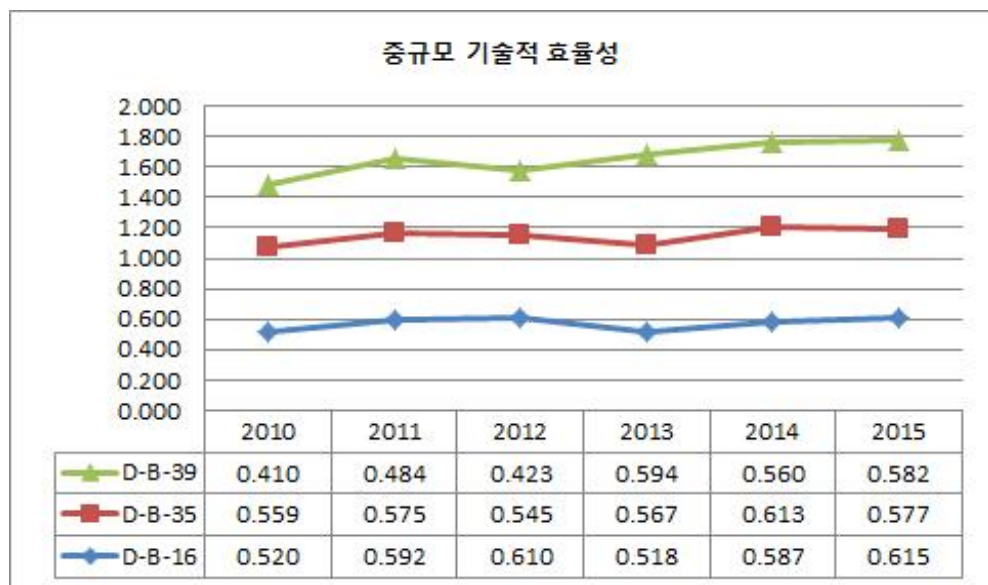
DMU	2014년				2015년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)	교사시설 확보율(%)	전임교원 확보율(%)	진학률(%)	취업률(%)
D-B-25	0.90%	0.90%	25.94%	25.94%	0	0	26.99%	26.99%
D-B-26	17.71%	17.71%	48.25%	3.48%	22.93%	22.93%	57.29%	13.08%
D-B-27	17.53%	17.53%	18.36%	18.36%	2.67%	3.22%	13.72%	13.72%
D-B-28	4.79%	1.95%	33.33%	29.88%	0	0	32.95%	32.95%
D-B-29	13.62%	13.62%	56.87%	15.91%	11.01%	11.01%	79.89%	22.15%
D-B-30	1.66%	1.66%	0	0	0	0	3.83%	3.83%
D-B-31	0	10.45%	18.17%	19.46%	3.97%	3.97%	4.37%	4.37%
D-B-32	21.66%	21.66%	23.32%	23.32%	9.78%	9.78%	30.63%	30.63%
D-B-33	4.88%	4.88%	8.09%	8.09%	0	3.93%	31.52%	11.08%
D-B-34	0	15.44%	3.20%	7.81%	0	0	0	0
D-B-35	24.45%	24.45%	23.75%	23.75%	7.38%	7.38%	38.04%	38.04%
D-B-36	0.97%	0.97%	42.65%	35.22%	0	0	31.71%	24.14%
D-B-37	13.93%	12.36%	55.86%	4.20%	25.27%	15.53%	69.23%	23.39%
D-B-38	0	0	0	0	0.01%	0.01%	15.81%	15.81%
D-B-39	47.76%	47.76%	17.18%	17.18%	19.65%	33.40%	30.39%	30.39%
D-B-40	0	0	0	0	0	6.99%	55.49%	25.74%
D-B-41	13.82%	13.82%	24.84%	19.33%	6.48%	6.48%	21.00%	21.00%
D-B-42	0	0	0	0	0	0	0	0
D-B-43	64.03%	153.67%	0.67%	0.67%	38.37%	137.18%	0	0
D-B-44	12.17%	12.17%	25.70%	7.76%	3.95%	5.20%	37.14%	21.09%
D-B-45	4.53%	4.53%	43.83%	27.66%	0	6.09%	71.05%	7.91%
D-B-46	12.96%	12.96%	39.83%	9.96%	4.15%	4.15%	65.92%	21.07%
D-B-47	7.44%	7.44%	11.31%	11.31%	0	0	12.25%	12.25%

4.1.2.4 중규모 대학 네트워크 DEA 종합분석

Network 효율성 모형을 이용하여 중규모 47개 대학을 종합적으로 분석해보면 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개로 분석되었다.

또한 효율성이 낮았다가 점점 상승하는 대학으로 전 기간 동안 지속적인 상승은 아니지만 2010년과 2015년을 비교 시 효율성이 증가한 대학들이며 D-B-24, D-B-31, D-B-33, D-B-47로 분석되었으며 효율성이 높았다가 점점 하락하는 대학은 D-B-40으로 분석되었다.

네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소를 분석결과 효율성이 저조한 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개 대학을 6년간 분석한 결과를 토대로 효율성 추이를 연도별로 분석하였으며 연도별 추이는 〈그림 9〉 중규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조 대학은 그래프에서 보는 바와 같다.



〈그림 9〉 중규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조대학

D-B-16은 국립대학으로 8개 단과대학과 4개 대학원으로 편성되어 있으며 2015년 기준 학생 정원은 7,150여명이고, 재학생 충원율은 111%이며 전임교원 확보율은 재학생 기준 72.6%로 분석되었으며 학생 진학률은 5%로 타 대학에 비하여 상대적으로 저조하며 졸업생 취업률은 46.8%로 분석되었다.

〈표 22〉 D-B-16 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성	TE		0.520	0.592	0.610	0.518	0.587	0.615
	PTE		0.520	0.592	0.610	0.518	0.587	0.615
	SE		1	1	1	1	1	1
분 해 값	VRS		0.520	0.592	0.610	0.518	0.587	0.615
	OE		0.665	0.752	0.768	0.753	0.847	0.902
	ME		0.780	0.786	0.794	0.653	0.693	0.682
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사확보	50.18	32.87	30.10	26.06	18.01	10.83
		전임교원	50.18	32.87	30.10	26.06	18.01	10.83
	과 소 산 출	진학율	28.39	29.22	52.49	38.36	34.12	36.33
		취업율	21.91	21.39	20.57	34.74	30.71	31.79

〈표 22〉 중규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 보면 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.520로 저조하며 2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.610로 효율성이 약간씩 상승하지만 저조한 수준을 유지하였으며 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.615로 전 기간 효율성 평균이 0.574로 전반적으로 효율성이 우수한 타 대학에 비하여 상대적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA 분해 값에서 0.520의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.780이며 운영효율성(OE)은 0.650로 분석되었고 2013년의 Network DEA 분해 값에서 0.518의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.653이며 운영효율성(OE)은 0.753로 분석되었고 2014년에 0.587의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.693이며 운영 효율성(OE)은 0.847로 분석 되었으며 2015년에 0.615의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.682이며 운영효율성(OE)은 0.902로 분석 되었는데 전 기간 동안 마케팅 효율성(ME)이 낮은 것으로 분석 되었는데 이는 운영 효율성(OE)보다는 감소에 마케팅 효율성(ME)기인한 것으로 분석되었다.

2011년~2014년 운영효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME) 값이 0.752~0.821로 낮는데 종합적으로 분석하여 보면 이는 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)이 타 대학에 비하여 모두 낮은 것으로 분석되었다.

중규모 대학 Network DEA 종합 결과 TE(VRS)을 세부적으로 분석하여 보면 2010년에 교사시설 확보율의 투영점이 89.426인데 목표 값 대비 0.501만큼 초과되어 50.18% 만큼 과다투입 되어 있고 전임교원 확보율의 투영점이 49.008 목표 값 대비 0.501만큼 초과되어 50.18% 만큼 과다투입 되어있고 진학률은 투영점이 6.563인데 목표 값 대비 0.283 만큼 부족 하여 28.39%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 62.105인데 목표 값 대비 0.219만큼 21.91% 만큼 과소산출 되어있고 부족한 것으로 분석 되었으며 기술적 효율성과 순수 기술적 효율성이 0.520으로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

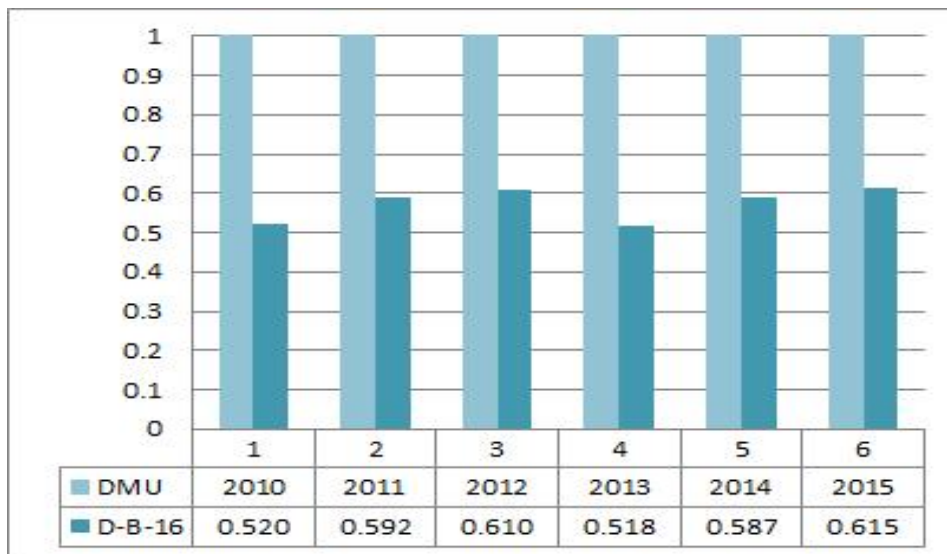
2011년에 투입과다가 18%정도 감소하여 효율성이 약간 상승하여서 전임교

원 확보율은 32.87%이고 교사시설 확보율도 32.87%로 과다투입으로 분석되었으며 산출부족은 전년도와 유사한 수준으로 진학률은 29.22%이고 취업률은 21.39%로 산출부족으로 분석 되었으며 상대적으로 낮은 효율성 수준을 보이고 있고 기술적 효율성과 순수 기술적 효율성이 0.591로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

2012년에 전년 대비하여 효율성이 약간 상승되었으며 기술적 효율성과 순수 기술적 효율성이 0.610이며 교사시설 확보율은 전년도와 유사한 30.10%이고 전임교원 확보율은 30.10%로 과다투입으로 나타났으며 진학률은 23.27% 급격히 증가한 52.49%이고 취업률은 전년도와 유사한 20.57%의 효율성 수준을 보이고 있다.

2013년에 기술적 효율성과 순수 기술적 효율성이 0.517로 전년도 대비 0.1 정도 감소했으며 교사시설 확보율은 26.06%이고 전임교원 확보율 26.06%로 전년도와 유사하게 과다투입으로 분석되었으며 진학률은 전년대비 14.13% 감소한 38.36%이고 취업률은 14% 증가한 34.74%로 여전히 과소산출의 낮은 효율성 수준을 보이고 있다.

2015년에 전년 대비하여 효율성이 전반적으로 약간 상승되었으며 기술적 효율성과 순수 기술적 효율성이 0.615이며 교사시설 확보율의 투영점이 126.049인데 목표 값 대비 0.108㎤ 초과되어 10.83% 만큼 과다투입 되어있고 있고 전임교원 확보율의 투영점이 65.560%로 목표 값 대비 0.108%만큼 초과되어 10.83% 과다투입 되어있고 진학률은 투영점이 7.853데 목표 값 대비 0.363만큼 부족하여 64.83% 만큼 과소산출 되었으며 되어있으며 취업률은 투영점이 72.496인데 목표 값 대비 0.317 만큼 부족하며 31.79% 만큼 과소산출 되어있는 것으로 분석되었다.



〈그림 10〉 D-B-16 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

이 대학의 효율성을 보면 이 대학의 효율성을 보면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.520로 저조하며 2012년 순수 기술적 효율성이 0.610으로 효율성이 약간씩 상승하지만 저조한 수준을 유지하였으며, 2015년에는 순수 기술적 효율성이 0.615로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 2010년~2015년까지 효율성이 0.520~0.615로 분석 되었으며 전 기간 효율성 평균이 상대적으로 낮은 대학으로 분석되었다.

2010년~2015년까지 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율의 과다투입은 2010년도 50.18%에서 시작하여 2015년에 10.83%까지 낮아지면서 전반적으로 개선되어가고 있으나 진학률과 취업률은 20.57%~52.49%까지 전 기간에 걸쳐서 개선되지 않고 산출부족이 평균적으로 30%대선을 유지하면서 상대적으로 효율성이 높은 대학에 비하여 지속적으로 낮은 효율성 상태를 보이고 있으며, 취업률과 진학률의 과소산출의 문제가 해결되지 않는 한 효율성 이 개선되기 어려울 것으로 분석 되었고 중규모 47개 대학 중에서 46위의 낮은 효율성을 보이고 있는 대학이다.

D-B-35는 국립대학으로 7개 학부와 4개 대학원으로 편성되어있으며 2015년 기준 학생정원은 3,000여명이고 재학생 충원율은 32%로 상당히 저조하며 학생 중도탈락비율은 8.2%로 타 대학에 비하여 상대적으로 높은 편이고 전임교원은 270여명이며 전임교원 확보율은 재학생 기준 219%로 투입과다로 분석되었으며 학생 진학률은 0.4%이며 졸업생 취업률은 70.1%로 분석되었으며 교사시설 확보율이 232.1%로 타 대학에 비하여 상대적으로 높은 것으로 분석되었다.

〈표 23〉 D-B-35 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성		TE	0.559	0.575	0.545	0.567	0.613	0.577
		PTE	0.559	0.575	0.545	0.567	0.613	0.577
		SE	1	1	1	1	1	1
분 해 값		VRS	0.559	0.575	0.545	0.567	0.613	0.577
		OE	0.672	0.716	0.704	0.754	0.804	0.931
		ME	0.831	0.802	0.773	0.752	0.762	0.620
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사확보	48.69	39.57	41.94	32.55	24.45	7.38
		전임교원	48.69	39.57	41.94	32.55	24.45	7.38
	과 소 산 출	진학율	16.84	19.72	25.55	24.83	23.75	38.04
		취업율	16.84	19.72	22.68	24.83	23.75	38.04

〈표 23〉 중규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 보면 2010년에는 기술적 효율성(TE)이 0.559이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.559로 저조하며 2011년에 기술적 효율성(TE)이 0.575 이며 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.575로 전년대비 하락하였으며, 2012년~2013년에 유사한 수준을 유지하였고, 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.576으로 전반적으로 6년 기간 동안 효율성이 개선되지 않고 하락하고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA 분해 값에서 0.559의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.831이며 운영 효율성(OE)은 0.672로 분석되었고 2011년, 2012년도 운영 효율성(OE)값이 낮으며 이는 마케팅 효율성(ME)보다는 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것으로 분석되었다.

2013년의 Network DEA 분해 값에서 0.567의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.752이며 운영 효율성(OE)은 0.754로 분석되었고 2014년에 0.613의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.762이며 운영 효율성(OE)은 0.804로 분석 되었으며 2015년에 0.577의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.620이며 운영 효율성(OE)은 0.931로 분석 되었는데 이는 전반적으로 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)이 타 대학에 비하여 모두 낮은 것으로 분석되었다.

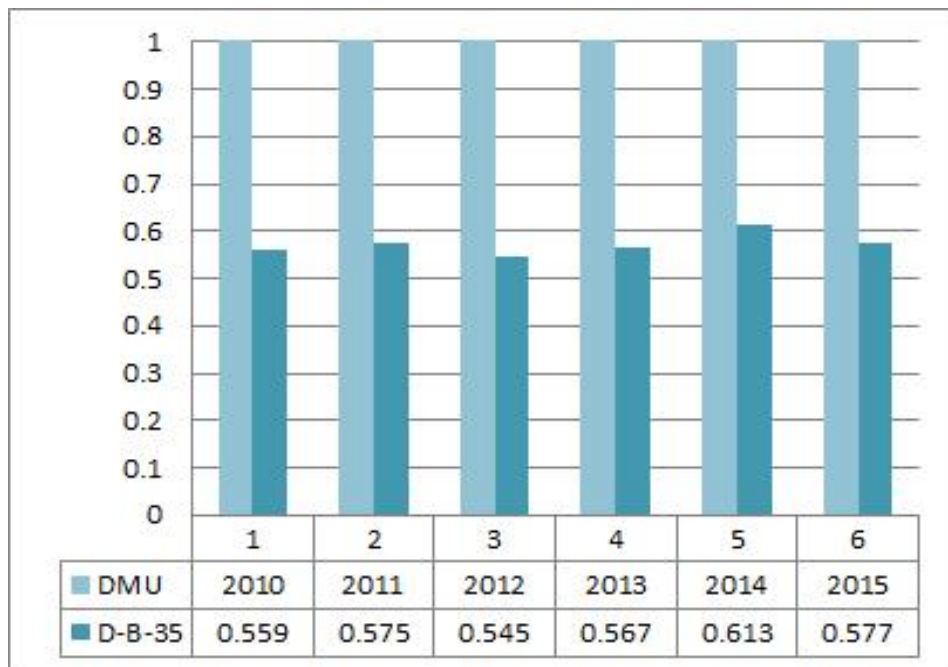
중규모 대학 Network DEA 종합 분석한 결과 TE(VRS)을 세부적으로 분석하면 2010년에는 교사시설 확보율의 투영점이 88.306으로 목표 값 대비 0.486만큼 초과되어 48.69%만큼 과다투입 되어있고 전임교원 확보율의 투영점이 50.710 목표 값 대비 0.486 초과되어 48.69%만큼 과다투입 되어있고 진학률은 투영점이 8.538 인데 목표 값 대비 0.168만큼 부족 하여 16.84%만큼 과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 61.569목표 값 대비 0.168만큼 부족하여 16.84%만큼 과소산출로 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

2011년에 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 9.12%로 감소한 39.57%이었으며, 교사시설 확보율이 전년도 9.12% 감소한 39.57%로, 과다 투입으로 분석되었으며, 진학률은 전년도 대비하여 2.88%로 감소한 19.72%이었으며, 취업률도 전년도 대비하여 2.88%로 감소한 19.72%로 분석되었으며 2012년

도 투입과다와 산출부족이 전년도와 유사한 수준을 보이고 있는 것으로 분석되었다.

2013년~2014년에 교사시설 확보율, 전임교원 확보율, 진학률, 취업률은 전년도 대비 10% 정도 효율성이 상승한 23.75%~32.55%의 효율성 수준을 보이고 있다.

2015년에 투입과다는 17%정도 감소하여 효율성이 상승하였으며 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 17.07%로 감소한 7.38% 이었으며 교사 시설 확보율이 전년도 17.07% 감소한 7.38%로 과다투입으로 분석되었으며 반대로 산출부족은 14.2% 증가하여 효율성이 감소되었으며 진학률은 전년도 대비하여 14.29%로 증가한 38.04%이었으며 취업률도 전년도 대비하여 14.29%로 감소한 38.04%로 분석되었으며 과소산출 되어있는 것으로 분석되었다.



〈그림 11〉 D-B-35 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

전반적으로 종합 분석시 2010년~2015년까지 효율성 추이를 보면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.559로 저조하며 2011년~2014년 순수 기술적 효율성이 0.545~0.613로 효율성이 개선되지 않고 지속적으로 낮은 상태를 유지하고 있으며 2015년에 순수 기술적 효율성이 전년도와 유사한 0.577로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 2010년~2015년 까지 평균 효율성이 타 대학에 비하여 상대적으로 낮은 대학으로 분석되었다.

또한 교사시설 확보율, 전임교원 확보율, 진학률, 취업율은 타 대학에 비하여 상대적으로 낮은 편이며 전임교원 확보율과 교사확보율의 과다 투입과 진학률과 취업율의 과소 산출의 문제가 해결되지 않는 한 효율성이 개선되기 어려울 것으로 분석 되었으며 중규모 47개 대학 중에서 45위의 낮은 효율성을 보이고 있는 대학이다.

D-B-39는 국립대학으로 12개 대학과 3개 대학원으로 편성되어 있으며 2015년 기준 학생정원은 9,400여명이고 재학생 충원율은 99.7%이며 학생 중 도탈락비율은 3.4%이며 전임교원 확보율은 재학생 기준 94.25%로 투입과다로 분석되었다. 학생 진학률은 4.9%이며 졸업생 취업률은 47.4%로 상대적으로 낮은 것으로 분석 되었으며 교사시설 확보율이 139%로 타 대학에 비하여 상대적으로 과다투자 되어 있다.

〈표 24〉 D-B-39 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	
효 율 성	TE	0.410	0.483	0.423	0.594	0.560	0.582	
	PTE	0.410	0.483	0.423	0.594	0.560	0.582	
	SE	1	1	1	1	1	1	
분 해 값	VRS	0.410	0.483	0.423	0.594	0.560	0.582	
	OE	0.548	0.597	0.576	0.693	0.677	1	
	ME	0.747	0.809	0.734	0.857	0.828	0.582	
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사확보	82.25	67.35	73.58	44.24	47.76	19.65
		전임교원	88.70	67.35	73.58	44.24	47.76	33.40
	과 소 산 출	진학율	25.21	19.03	62.59	28.99	17.18	30.39
		취업율	25.21	19.03	26.52	14.29	17.18	30.39

〈표 24〉 중규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 보면 가장 효율성이 낮은 대학의 2010년에 기술적 효율성 (TE)이 0.410이며 순수 기술적 효율성 (PTE)이 0.410로 저조하며 2011년~2012년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.483~0.423으로 약간 상승하였으며, 2013년도에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.594이었고 2014년도는 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.560이었고 2015년도에도 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.582로 전반적으로 평가 전 기간 동안 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA에서 0.410의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.747이며 운영효율성(OE)은 0.548로 분석되었고 2011년, 2012년 운영 효율성(OE)값이 낮으며 이는 마케팅 효율성(ME)은 양호하나 운영 효율성(OE) 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

2013년의 Network DEA 분해 값에서 0.594의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.857이며 운영효율성(OE)은 0.693으로 분석되었고 2014년에서 0.560의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.828이며 운영효율성(OE)은 0.677로 분석 되었으며, 2015년에 0.582의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.582이며 운영효율성(OE)은 1로 분석 되었는데 이는 운영 효율성(OE)보다는 감소에 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인하여 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

Network DEA 종합 분석한 결과 TE(VRS)을 세부적으로 분석하여 보면 2010년에 교사시설 확보율의 투영점이 73.197데 목표 값 대비, 0.822 만큼 초과되어 82.25% 만큼 과다투입 되어 있고 전임교원 확보율의 투영점이 50.979 목표 값 대비, 0.887만큼 초과되어 88.70% 만큼 과다투입 되어있고, 진학률은 투영점이 7.354인데 목표 값 대비, 0.252 만큼 부족하여 25.21% 만큼 과소 산출 되었으며 취업률은 투영점이 1.822인데 목표 값 대비 0.252 만큼 부족 하여 25.21% 만큼 과소 산출로 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

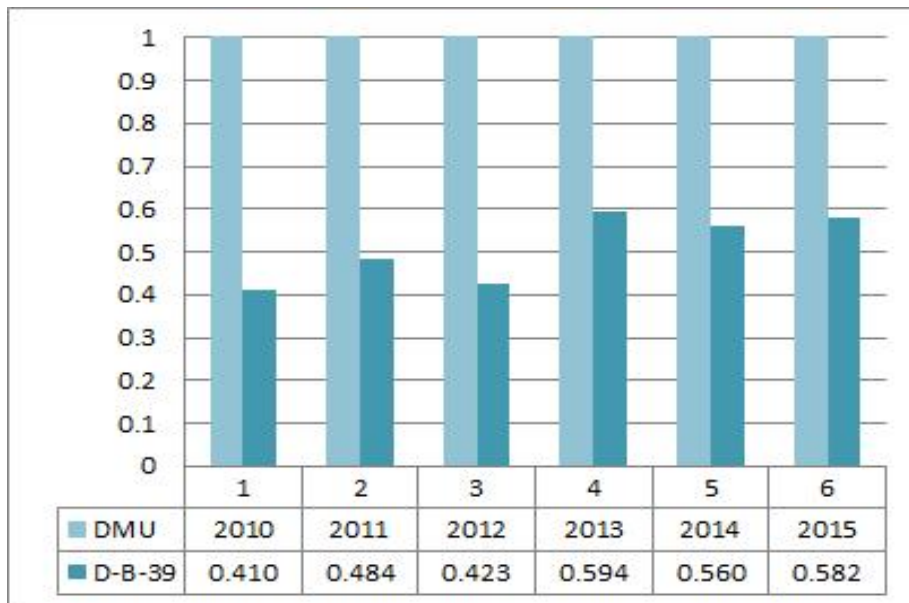
2011년에 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 14.9%로 감소한 67.35%이며, 교사시설 확보율이 전년도 대비 21.35% 감소한 67.35%로 전년대비 감소하였지만 과다 투입으로 분석되었으며 진학률은 전년도 대비 6.18% 감소한

19.03%로 취업률도 전년도 대비 6.18% 감소한 19.03%로 전년대비 감소하였지만 산출 부족분으로 분석되었다.

2012년은 전년대비 과다투입이 증가하고 산출부족도 증가하여서 상대적으로 효율성이 감소하였으며 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 6.23%로 증가한 73.58%이었고 교사시설 확보율이 전년도 대비 6.2% 증가한 73.58%로 전년대비 증가하여, 과다투입으로 분석되었으며, 진학률은 전년도 대비 43.56% 증가한 62.59%이었고 취업률도 전년도 대비 7.49% 증가한 26.52%로 전년대비 증가하여 산출 부족분으로 분석되었다.

2013년~2014년 전임교원 확보율과 교사시설 확보율이 전년대비 과다투입이 감소하고 취업률과 진학률의 산출부족도 감소하여서 투입과다는 44%~47% 보였고 산출부족은 14%~28%의 수준을 보이는 것으로 분석되었다.

2015년에 전 기간에 비하여 효율성이 급격하게 상승하여서 전임교원 확보율이 19.65%이고 교사시설 확보율은 33.40%로 과다 투입이 감소한 것으로 분석되었고 진학률도 30.39%이며 취업률도 30.39%로 분석되었다.



〈그림 12〉 D-B-39 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

전반적으로 종합하여 보면 2010년~2015년까지 효율성 추이를 보면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.410로 저조하며 2011년~2014년에 순수 기술적 효율성이 0.423~0.594로 효율성이 지속적으로 하락하고 있으며 2015년에는 순수 기술적 효율성이 조금 상승하여 0.582로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 2010년~2015년까지 효율성이 0.410~0.594로 타 대학에 비하여 상대적으로 낮은 대학으로 분석되었다.

이 대학의 변수 중에서 효율성 감소에 가장 영향을 많이 준 변수는 2010년~2014년까지 교사시설 확보율은 2010년에 82.25%이었으며 서서히 낮아져서 2014년에는 47.76%로 감소되었지만 타 대학에 비하여 상대적으로 투입과다이고 전임교원 확보율도 2010년에 88.70%이었으며 서서히 낮아져서 2014년에 47.76%로서 타 대학에 비하여 상대적으로 산출대비 하여 지나치게 투입 과다의 문제가 해결되지 않는 한 효율성이 개선되기 어려울 것으로 분석 되었으며 중규모 47개 대학 중에서 최하위인 47위의 낮은 효율성을 보이고 있는 대학이다.

4.1.3 대규모 대학 Network DEA 분석

Network 효율성모형을 이용하여 대규모 43개 대학을 종합적으로 분석해보면 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 없는 것으로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었다.

효율성이 낮았다가 점진적으로 상승하는 대학은 D-C-8, D-C-11, D-C-18, D-C-20, D-C-30, D-C-34 등이 있으며 효율성이 높았다가 점진적으로 낮아지는 대학은 D-C-13, D-C-22로 분석되었다.

Network DEA를 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 37개로 87.2% 이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 6개로 12.8%로 분석되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개로 20%로 분석되었다.

이를 분석해 보면 각 대학은 규모의 비효율성보다는 대부분이 순수기술의 비효율성인 투입 대비하여 산출이 부족한 것으로 효율성을 높이기 위해서는 취업률이나 진학률에 많은 관심이 요구된다.

VRS-네트워크 DEA 분해 값을 분석해보면 대규모 대학은 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-C-7, D-C-10, D-C-20, D-C-24 4개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었으며 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값을 분석하여 보면 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석된 것은 48개이며 마케팅 효율성(ME)은 양호하나 운영 효율성(OE)감소에 기인하여 상대적으로 효율성이 낮아진 것은 11개로 분석되었다.

네트워크 DEA 분석을 기반으로 대규모 대학의 네트워크 DEA 투입과다 및 산출 부족을 개별 DMU별로 비효율의 원인을 분석한 결과이며 효율성이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-C-7, D-C-20, D-C-21, D-C-24, D-C-31 4개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-5, D-C-23, D-C-27로 총 3개로 분석되었다.

산출부족은 18개 대학에 27개이며 투입과다는 2개 대학 3개로 산출부족 보다는 투입과다가 많은 것으로 분석 되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이며 이들 DMU들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

4.1.3.1 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석

Network 효율성모형을 이용하여 43개 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과를 보면 효율성이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 없는 것으로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었다.

효율성이 낮았다가 점진적으로 상승하는 대학은 D-C-8, D-C-11, D-C-18, D-C-20, D-C-30, D-C-34가 있으며, 효율성이 높았다가 점진적으로 낮아지는 대학은 D-C-13, D-C-22로 분석되었다.

Network DEA를 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 순수 기술의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 37개로 87.2% 이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 6개로 12.8%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개로 20%로 분석되었다.

D-C-6, D-C-27, D-C-32의 저조한 대학을 분석하여 보면 첫째, D-C-6의 대학은 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.579로 저조하며 2011년~2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.620~0.664로 효율성이 약간씩 상승하지만 타 대학에 비하여 상대적으로 저조한 수준을 유지하였으며, 2013년에 효율성이 0.591로 다시 낮아졌으며 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.638로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

둘째, D-C-27의 대학은 2010년~2015년까지 대규모 대학 중에서 효율성이 가장 낮은 대학으로 분석 되었으며 2010년에는 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.6982로 저조하며 2012년은 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.788로 효율성이 약간 개선된 후, 해마다 지속적으로 저조한 상태를 유지 하였으며 2015년에 기술적 효율성 (TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.7302~0.7302 로 하락되어서 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

셋째, D-C-32의 대학은 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.673로 저조하며 2011년~2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술

적 효율성이 0.702~0.714로 효율성이 약간씩 상승하지만 상대적으로 저조한 수준을 유지하였으며, 2013년에 효율성이 0.671로 다시하락하며, 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.688로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

효율성이 낮았다가 점진적으로 개선되면서 상승하는 대학으로 첫째, D-C-20은 2010년도 기술적 효율성(TE)과 순수 기술성 효율성 (PTE)이 값이 0.872 수준을 보였으나 2011년에 효율성이 0.999로 급상승하였으며 2013년과 2015년에 “1”로 상승한 대학이며 둘째, D-C-34의 효율성을 분석하여 보면 2010년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술성 효율성 (PTE)이 값이 0.797 수준을 보였으며, 2011년과 2012년에는 유사한 수준을 보이다가, 2013년에 0.89로 상승하기 시작 하여 2014년 효율성이 1로서 대학의 효율성이 점진적으로 개선되고 있음을 볼 수 있다.

셋째, D-C-30은 2010년도는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술성 효율성 (PTE)이 값이 최저수준인 0.658수준을 보였으나 2011년에 효율성이 개선되어 0.934로 급상승하였으며, 2012년과 2013년에 “1”로 상승하기 시작 하여 2014년 효율성이 0.953이었다가 2015년에 ”1”로 상승한 대학이며 그 외에도 D-C-8, D-C-11, D-C-18, D-C-21, D-C-31 등이 효율성이 낮았다가 점진적으로 효율성이 개선되면서 상승하는 대학이다.

효율성이 높았다가 점진적으로 낮아지는 대학을 분석해 보면 첫째, D-C-13은 2010년도 기술적 효율성(TE)과 순수 기술성 효율성 (PTE)이 값이 “1” 수준을 보였으나 2011년에 효율성이 0.799로 저조하였으며 2012년에는 효율성이 0.780으로 하락하고 2013년에는 효율성이 0.842로 조금상승 하였다가, 2015년에는 0.775로 하락하여, 점진적으로 효율성이 하락하는 대학으로 분석되었다.

둘째, D-C-22는 2010년과 2011년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술성 효율성 (PTE)이 값이 0.904 수준을 보였으나 2013년에는 효율성이 0.740로 하락 하였다가 2014년에 효율성이 0.690이며 2015년에 0.759로 하락하여 점진적으로 효율성이 하락하는 대학으로 분석되었다.

〈표 25〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과

DMU	2010년			2011년			2012년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-C-1	0.929899	0.941913	0.987246	0.773204	0.773204	1	0.724888	0.724888	1
D-C-2	0.982538	0.982538	1	1	1	1	0.966179	0.986139	0.979759
D-C-3	0.88259	0.899905	0.98076	0.881176	0.926253	0.951334	0.817072	0.817072	1
D-C-4	0.805023	0.835368	0.963675	0.867576	0.967127	0.897065	0.952425	0.957257	0.994953
D-C-5	0.849772	0.852288	0.997048	0.877072	0.877072	1	0.804585	0.806386	0.997767
D-C-6	0.579447	0.579447	1	0.620911	0.620911	1	0.664768	0.664768	1
D-C-7	0.944999	1	0.944999	0.894325	1	0.894325	1	1	1
D-C-8	0.686149	0.686149	1	0.633221	0.633221	1	0.777677	0.782758	0.993509
D-C-9	0.693038	0.693038	1	0.845467	0.845467	1	0.775717	0.775717	1
D-C-10	1	1	1	1	1	1	0.994633	1	0.994633
D-C-11	0.680326	0.680326	1	0.750099	0.750099	1	0.785678	0.785678	1
D-C-12	0.936807	1	0.936807	0.97198	1	0.97198	1	1	1
D-C-13	1	1	1	0.799124	0.799124	1	0.780527	0.780527	1
D-C-14	0.993258	0.993258	1	1	1	1	0.928511	0.929707	0.998714
D-C-15	0.893326	0.952718	0.93766	0.882444	0.891331	0.990029	0.784517	0.784517	1
D-C-16	0.909523	1	0.909523	0.913533	1	0.913533	0.946347	0.947206	0.999093
D-C-17	0.844588	1	0.844588	0.847709	0.873668	0.970287	0.902765	0.932051	0.968579
D-C-18	0.895456	0.895456	1	0.900403	0.900403	1	0.899048	0.899048	1
D-C-19	0.863066	0.880606	0.980082	0.86927	0.86927	0.999999	0.900956	0.900956	1
D-C-20	0.872965	1	0.872965	0.999015	1	0.999015	0.877163	1	0.877163

〈표 25〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과(계속)

DMU	2010년			2011년			2012년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-C-21	0.763011	1	0.763011	0.794236	1	0.794236	0.812708	1	0.812708
D-C-22	0.904714	1	0.904714	0.904661	1	0.904661	0.927679	0.940339	0.986537
D-C-23	0.997555	1	0.997555	0.894046	0.894046	1	0.8593	0.859483	0.999787
D-C-24	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-25	0.961661	0.961661	1	0.972528	1	0.972528	0.954948	1	0.954948
D-C-26	0.760141	0.760141	1	0.792147	0.792147	1	0.815008	0.815008	1
D-C-27	0.698209	0.698209	1	0.607835	0.607835	1	0.788761	0.789278	0.999345
D-C-28	0.82361	0.82361	1	0.906767	1	0.906767	0.84717	0.848607	0.998307
D-C-29	0.881727	0.881727	1	1	1	1	1	1	1
D-C-30	0.658355	0.658355	1	0.971223	1	0.971223	1	1	1
D-C-31	0.989005	1	0.989005	0.934528	1	0.934528	1	1	1
D-C-32	0.673161	0.673161	1	0.702558	0.702558	1	0.714543	0.714543	1
D-C-33	0.780203	0.780203	1	0.652979	0.652979	1	0.821578	0.827232	0.993165
D-C-34	0.79767	0.7977	0.999963	0.767239	0.767239	1	0.796574	0.796574	1
D-C-35	0.741786	0.741786	1	0.810279	0.810279	1	0.881886	0.881886	1
D-C-36	0.99185	1	0.99185	0.959624	0.970991	0.988294	0.881207	0.881207	1
D-C-37	0.78845	0.78845	1	0.773622	0.773622	1	0.778486	0.778486	1
D-C-38	0.784815	0.787801	0.99621	0.83023	0.842565	0.98536	0.891128	0.891128	1
D-C-39	0.705892	0.706489	0.999155	0.698472	0.698472	1	0.867431	0.87964	0.98612
D-C-40	0.744329	0.744329	1	0.824809	0.85773	0.961618	0.7889	0.7889	1
D-C-41	0.794625	0.892964	0.889873	0.799185	0.861845	0.927295	0.970249	1	0.970249
D-C-42	0.951829	0.951829	1	1	1	1	0.886097	0.93638	0.946301
D-C-43	0.887611	0.900343	0.985858	0.935324	0.97053	0.963725	0.989932	0.995639	0.994267

〈표 25〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-C-1	0.716231	0.716231	1	0.720927	0.720927	1	0.802737	0.802737	1
D-C-2	0.937016	0.937016	1	0.905589	0.966959	0.936533	0.888504	0.89075	0.99748
D-C-3	0.826389	0.826389	1	0.81475	0.81475	1	0.914836	0.914836	1
D-C-4	0.942763	1	0.942763	0.8683	0.870286	0.997718	0.839166	1	0.839166
D-C-5	0.762303	0.762303	1	0.7972	0.8227	0.969005	0.834441	0.835626	0.998582
D-C-6	0.591844	0.591844	1	0.637245	0.637245	1	0.638383	0.638383	1
D-C-7	0.899141	1	0.899141	0.990326	1	0.990326	0.911364	1	0.911364
D-C-8	0.723369	0.723369	1	0.74557	0.74557	1	0.8082	0.8082	1
D-C-9	0.76129	0.76129	1	0.767635	0.767635	1	0.766328	0.766328	1
D-C-10	1	1	1	1	1	1	0.986722	1	0.986722
D-C-11	0.735607	0.735607	1	0.737967	0.746382	0.988726	0.81699	0.817247	0.999685
D-C-12	0.976246	1	0.976246	0.866923	0.8738	0.992129	0.875188	0.901689	0.970609
D-C-13	0.842032	0.934503	0.901048	0.798398	0.798398	1	0.775497	0.775497	1
D-C-14	0.881242	0.881242	1	0.929654	1	0.929654	0.848979	0.853426	0.994789
D-C-15	0.815286	0.815286	1	0.877377	0.877377	1	0.893524	0.897257	0.995839
D-C-16	0.821982	0.821982	1	0.840511	0.840511	1	0.827393	0.827393	1
D-C-17	0.816239	0.816239	1	0.809228	0.809228	1	0.891583	0.891583	1
D-C-18	0.916936	1	0.916936	0.915783	0.992443	0.922757	0.995594	1	0.995594
D-C-19	0.876799	0.925145	0.947741	0.897831	0.964754	0.930632	0.861091	0.929311	0.926591
D-C-20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-21	0.849172	1	0.849172	0.830511	0.908204	0.914455	0.86525	1	0.86525

〈표 25〉 대구모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과(계속)

DMU	2010년			2011년			2012년		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
D-C-22	0.740841	0.753698	0.982941	0.690942	0.724054	0.954269	0.759436	0.759436	1
D-C-23	0.791199	0.791199	1	0.844045	0.844045	1	0.752983	0.752983	1
D-C-24	1	1	1	0.972909	1	0.972909	1	1	1
D-C-25	0.990838	1	0.990838	0.961289	0.969074	0.991967	0.906633	0.906633	1
D-C-26	0.765966	0.765966	1	0.762955	0.762955	1	0.763374	0.763374	1
D-C-27	0.710355	0.710355	1	0.676781	0.676781	1	0.7302	0.7302	1
D-C-28	0.776218	0.776218	1	0.742198	0.742198	1	0.791977	0.791977	1
D-C-29	0.893617	0.918458	0.972954	1	1	1	1	1	1
D-C-30	1	1	1	0.953739	0.99517	0.958368	1	1	1
D-C-31	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-32	0.671117	0.671117	1	0.748395	0.748395	1	0.688389	0.688389	1
D-C-33	0.774678	0.782666	0.989794	0.736737	0.741808	0.993164	0.714922	0.714922	1
D-C-34	0.892034	0.892034	1	1	1	1	0.90995	0.915647	0.993778
D-C-35	0.852994	0.852994	1	0.917808	0.957131	0.958915	0.805227	0.807475	0.997215
D-C-36	0.892884	0.892884	1	0.917088	0.922002	0.99467	0.966339	0.977774	0.988305
D-C-37	0.775526	0.775526	1	0.717056	0.717056	1	0.797561	0.797561	1
D-C-38	0.895724	1	0.895724	0.890362	1	0.890362	0.889048	1	0.889048
D-C-39	0.803919	0.803919	1	0.7543	0.760589	0.991731	0.803614	0.803623	0.999989
D-C-40	0.823637	0.823637	1	0.811905	0.811905	1	0.759098	0.759098	1
D-C-41	0.845397	0.845397	1	0.881827	0.925626	0.952682	0.904417	0.904417	1
D-C-42	0.907426	0.907426	1	0.889188	0.889188	1	1	1	1
D-C-43	0.967457	1	0.967457	1	1	1	0.984716	1	0.984716

4.1.3.2 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 분석

대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해값을 43개 대학을 종합적으로 분석해 보면 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-C-7, D-C-10, C-20, D-C-24 4개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었다.

일반적으로 Network DEA 분해값(overall efficiency) = 운영 효율성(OE) × 마케팅 효율성(ME)로 분해가 가능하며 두 단계를 연결시켜 주는 중간 투입물의 가중치가 일치한다면 전체 효율성은 산술 평균이 아니라 각 단계의 효율성을 곱한 것으로 다른 값을 가질 수 있다(강상묵, 2015; Kao and Hwang, 2008; 최강화, 2016).

대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값을 분석하여 보면 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석된 것은 48개이며 마케팅 효율성(ME)보다는 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 11개로 분석 되었으며 <표 26> 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석에서 보는 바와 같다.

<표 26> 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 연도별 효율성 분석

구분	마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인	운영 효율성(OE) 감소에 기인
내용	48개	11개

<표 27> 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값 중에 2010년의 D-C-33은 Network DEA에서 0.788의 값을 가지게 된 원인은 운영 효율성(OE)은 “1”이며 마케팅 효율성 (ME)은 0.788로써 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석할 수 있다.

또한 D-C-33의 경우에는 2010년부터 2013년까지 운영 효율성은 “1”로써 효율적으로 운영되었지만 마케팅 효율성이 급격히 감소하면서 0.900~0.971로 전반적인 효율성이 감소되었으며, D-C-35의 경우에는 2010년부터 2015년까지 분석의 전 기간 동안 운영 효율성은 “1”로 효율

적으로 운영되었지만 마케팅 효율성이 감소하면서 0.742~0.957로 전반적인 효율성이 감소되었다.

따라서 D-C-33, D-C-35가 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)을 높이기 위한 전략적 대안이 필요할 것으로 분석 되었고 반면에 D-C-1, D-C-15는 2012년~2015년까지 D-C-13은 2011년~2015년까지 마케팅 효율성(ME)은 높은 효율성을 유지하였으나 운영 효율성(OE)이 저조하여 전반적으로 효율성이 감소된 것으로 분석되었다.

〈표 27〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값

DMU	2010년			2011년			2012년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-C-1	0.942	1	0.942	0.773	0.898	0.861	0.725	0.813	0.891
D-C-2	0.983	0.988	0.994	1	1	1	0.986	0.986	1
D-C-3	0.900	1	0.900	0.926	1	0.926	0.817	0.944	0.865
D-C-4	0.835	1	0.835	0.967	1	0.967	0.957	1	0.957
D-C-5	0.852	1	0.852	0.877	0.929	0.945	0.806	0.806	1
D-C-6	0.579	0.744	0.778	0.621	0.688	0.902	0.665	0.737	0.902
D-C-7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-8	0.686	0.748	0.918	0.633	0.710	0.892	0.783	0.783	1
D-C-9	0.693	0.879	0.789	0.845	0.926	0.913	0.776	0.935	0.829
D-C-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-11	0.680	0.831	0.819	0.750	0.884	0.849	0.786	0.852	0.922
D-C-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-13	1	1	1	0.799	0.814	0.982	0.781	0.842	0.927
D-C-14	0.993	0.997	0.996	1	1	1	0.930	1	0.930
D-C-15	0.953	1	0.953	0.891	1	0.891	0.785	0.796	0.986
D-C-16	1	1	1	1	1	1	0.947	1	0.947
D-C-17	1	1	1	0.874	1	0.874	0.932	1	0.932
D-C-18	0.895	0.957	0.936	0.900	0.941	0.957	0.899	0.950	0.946
D-C-19	0.881	1	0.881	0.869	1	0.869	0.901	0.953	0.945
D-C-20	1	1	1	1	1	1	1	1	1

〈표 27〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2010년			2011년			2012년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-C-21	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-22	1	1	1	1	1	1	0.940	1	0.940
D-C-23	1	1	1	0.894	0.997	0.897	0.859	0.859	1
D-C-24	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-25	0.962	0.966	0.995	1	1	1	1	1	1
D-C-26	0.760	0.843	0.902	0.792	0.922	0.859	0.815	0.941	0.867
D-C-27	0.698	0.962	0.726	0.608	0.826	0.736	0.789	0.789	1
D-C-28	0.824	0.873	0.944	1	1	1	0.849	0.849	1
D-C-29	0.882	0.971	0.908	1	1	1	1	1	1
D-C-30	0.658	0.675	0.976	1	1	1	1	1	1
D-C-31	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-32	0.673	0.796	0.846	0.703	0.841	0.835	0.715	0.744	0.960
D-C-33	0.780	0.800	0.975	0.653	0.847	0.771	0.827	0.827	1
D-C-34	0.798	1	0.798	0.767	0.913	0.840	0.797	0.951	0.838
D-C-35	0.742	0.985	0.753	0.810	0.916	0.884	0.882	0.976	0.904
D-C-36	1	1	1	0.971	1	0.971	0.881	0.896	0.983
D-C-37	0.788	0.942	0.837	0.774	0.908	0.852	0.778	0.923	0.844
D-C-38	0.788	1	0.788	0.843	1	0.843	0.891	0.920	0.968
D-C-39	0.706	1	0.706	0.698	0.970	0.720	0.880	0.880	1
D-C-40	0.744	0.800	0.930	0.858	0.858	1	0.789	0.827	0.954
D-C-41	0.893	1	0.893	0.862	1	0.862	1	1	1
D-C-42	0.952	0.986	0.965	1	1	1	0.936	0.936	1
D-C-43	0.900	1	0.900	0.971	1	0.971	0.996	1	0.996

〈표 27〉 대구모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-C-1	0.716	0.792	0.904	0.721	0.793	0.909	0.803	0.821	0.978
D-C-2	0.937	0.958	0.978	0.967	1	0.967	0.891	1	0.891
D-C-3	0.826	0.937	0.882	0.815	0.968	0.842	0.915	0.983	0.930
D-C-4	1	1	1	0.870	1	0.870	1	1	1
D-C-5	0.762	0.927	0.822	0.823	1	0.823	0.836	1	0.836
D-C-6	0.592	0.789	0.750	0.637	0.889	0.717	0.638	0.893	0.715
D-C-7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-8	0.723	0.871	0.831	0.746	0.954	0.781	0.808	0.924	0.875
D-C-9	0.761	0.875	0.870	0.768	0.953	0.805	0.766	0.888	0.863
D-C-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-11	0.736	0.878	0.837	0.746	1	0.746	0.817	1	0.817
D-C-12	1	1	1	0.874	1	0.874	0.902	1	0.902
D-C-13	0.935	0.935	1	0.798	0.801	0.996	0.775	0.776	1
D-C-14	0.881	0.985	0.894	1	1	1	0.853	1	0.853
D-C-15	0.815	0.833	0.979	0.877	0.893	0.982	0.897	0.897	1
D-C-16	0.822	0.964	0.852	0.841	0.963	0.873	0.827	0.942	0.879
D-C-17	0.816	0.999	0.817	0.809	0.967	0.837	0.892	0.990	0.900
D-C-18	1	1	1	0.992	1	0.992	1	1	1
D-C-19	0.925	1	0.925	0.965	1	0.965	0.929	1	0.929
D-C-20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-21	1	1	1	0.908	0.908	1	1	1	1

〈표 27〉 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 분해 값(계속)

DMU	2013년			2014년			2015년		
	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME	VRS	OE	ME
D-C-22	0.754	1	0.754	0.724	1	0.724	0.759	0.960	0.791
D-C-23	0.791	0.894	0.885	0.844	0.900	0.938	0.753	0.824	0.914
D-C-24	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-25	1	1	1	0.969	1	0.969	0.907	0.982	0.923
D-C-26	0.766	0.889	0.862	0.763	0.972	0.785	0.763	0.909	0.840
D-C-27	0.710	0.799	0.889	0.677	0.783	0.865	0.730	0.856	0.853
D-C-28	0.776	0.811	0.957	0.742	0.860	0.863	0.792	0.881	0.899
D-C-29	0.918	1	0.918	1	1	1	1	1	1
D-C-30	1	1	1	0.995	1	0.995	1	1	1
D-C-31	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-32	0.671	0.908	0.739	0.748	0.936	0.800	0.688	0.882	0.781
D-C-33	0.783	1	0.783	0.742	1	0.742	0.715	0.986	0.725
D-C-34	0.892	0.953	0.936	1	1	1	0.916	1	0.916
D-C-35	0.853	0.972	0.877	0.957	1	0.957	0.807	1	0.807
D-C-36	0.893	0.934	0.956	0.922	1	0.922	0.978	0.978	1
D-C-37	0.776	0.931	0.833	0.717	0.954	0.751	0.798	0.934	0.854
D-C-38	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-C-39	0.804	0.971	0.828	0.761	1	0.761	0.804	1	0.804
D-C-40	0.824	0.827	0.996	0.812	0.921	0.882	0.759	0.819	0.927
D-C-41	0.845	0.971	0.870	0.926	1	0.926	0.904	0.975	0.927
D-C-42	0.907	0.948	0.957	0.889	0.992	0.897	1	1	1
D-C-43	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4.1.3.3 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석

〈표 28〉에서 제시된 네트워크 DEA 분석을 기반으로 개별 DMU별로 비효율의 원인을 분석한 결과이며 효율성이 전 기간에 걸쳐서 높은 대학은 D-C-7, D-C-20, D-C-21, D-C-24, D-C-31 5개로 분석되었고 비효율적인 대학은 D-C-5, D-C-23, D-C-27 3개로 분석되었다.

이를 세부적으로 분석하여 보면 2010년의 D-C-1의 경우에는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과다는 없으나 목표치(projection)에 비해 진학률은 21.17%와 취업률의 5.81%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족(output shortage)으로 인한 비효율적으로 평가되었다.

D-C-12 경우에는 2014년과 2015년에 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입 과다는 없었으며 목표치에 비해 2014년 진학률은 12.62%와 취업률의 12.62%, 2015년 진학률은 9.83%와 취업률의 9.83%가 부족하여 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족으로 인하여 비효율적으로 평가되었으며 D-C-3, D-C-4, D-C-15, D-C-19, D-C-41, D-C-43이 2010년도에 D-C-2, D-C-34, D-C-35, D-C-39가 2015년에 상대적으로 비효율적으로 분석되어 산출물 부족으로 인하여 비효율적으로 평가되었다.

2012년의 D-C-27의 경우에는 진학률과 취업률은 산출 부족분이 발생하지 않아 상대적으로 효율적으로 분석되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율은 26.70%만큼 추가 투입되었고 전임교원 확보율은 76.73%만큼 투입과다로 분석되었으며 상대적으로 비효율적으로 분석되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었다.

2012년의 D-C-28의 경우에는 진학률과 취업률은 산출 부족분이 발생하지 않아 상대적으로 효율적으로 평가되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율은 17.84%만큼 추가 투입되었고 전임교원 확보율은 21.12%만큼, 투입과다로 분석되어 상대적으로 비효율적으로 평가되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었으며, 2012년에는 D-C-33, D-C-39, D-C-42 3개가 2014년에는

D-C-21이 상대적으로 비효율적으로 분석되어 투입과다로 인하여 비효율적으로 평가되었다.

이는 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 유희 투입자원이 존재하고 있음을 알 수 있으며, 따라서 효율성을 높이기 위해서 이러한 유희 자원인 전임교원 확보율의 조정 등 전략적 접근이 필요함을 제시하고 있다

이를 종합적으로 분석하여 대규모 대학에서는 효율적으로 운영되는 대학은 4개이며 산출부족은 22개 대학에 37개이고 투입과다는 7개 대학 8개로 산출부족 보다는 투입 과다분이 많은 것으로 분석 되었으며 목표치에 비해 교사 시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 투입보다는 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해, 비효율이며 이들 DMU들은 효율적인 운영을 위해서는 투입 과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

〈표 28〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출과소 종합분석

구 분	계	내 용
투입과다	7개 대학 8개	D-C-2, D-C-5, D-C-21 등
산출부족	22개 대학 37개	D-C-1, D-C-3, D-C-4 등
효율성이 높은 대학	5개 대학	D-C-7, D-C-20, D-C-21, D-C-24, D-C-31
효율성이 저조한 대학	3개 대학	D-C-5, D-C-23, D-C-27,

〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석결과

DMU	2010년				2011년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률
D-C-1	0	0	21.17%	5.81%	11.41%	11.41%	13.86%	13.86%
D-C-2	46.64%	1.18%	0.59%	0.59%	0	0	0	0
D-C-3	0	0	52.86%	10.01%	0	3.77%	35.42%	7.37%
D-C-4	0	0	56.53%	16.46%	0	0	38.56%	3.29%
D-C-5	3.93%	0	14.77%	14.77%	7.70%	7.70%	5.54%	5.54%
D-C-6	34.33%	39.32%	22.16%	22.16%	45.25%	45.25%	15.18%	9.81%
D-C-7	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-8	39.68%	33.77%	8.21%	8.21%	40.94%	40.94%	10.76%	10.76%
D-C-9	23.09%	13.82%	21.12%	21.12%	8.02%	8.02%	25.54%	8.67%
D-C-10	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-11	20.37%	20.37%	20.59%	18.11%	13.14%	13.14%	21.16%	15.14%
D-C-12	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-13	0	0	0	0	22.83%	22.83%	30.33%	1.85%
D-C-14	0.31%	0.31%	38.75%	0.37%	0	0	0	0
D-C-15	0	0	4.73%	4.73%	0	26.48%	10.87%	10.87%
D-C-16	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-17	0	0	0	0	0	0	55.31%	12.63%
D-C-18	11.83%	4.50%	6.42%	6.42%	6.28%	6.28%	4.30%	4.30%
D-C-19	0	0	11.94%	11.94%	0	0	13.07%	13.07%
D-C-20	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-21	0	0	0	0	0	0	0	0

〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석결과(계속)

DMU	2010년				2011년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률
D-C-22	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-23	0	0	0	0	0.32%	106.93%	32.61%	10.31%
D-C-24	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-25	11.92%	3.51%	0.46%	0.46%	0	0	0	0
D-C-26	20.37%	18.69%	9.78%	9.78%	8.47%	8.47%	14.07%	14.07%
D-C-27	3.99%	103.28%	27.39%	27.39%	21.12%	109.93%	26.38%	26.38%
D-C-28	14.58%	14.58%	25.93%	5.63%	0	0	0	0
D-C-29	8.62%	2.98%	9.20%	9.20%	0	0	0	0
D-C-30	48.17%	48.17%	8.98%	2.45%	0	0	0	0
D-C-31	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-32	37.58%	25.70%	15.38%	15.38%	18.88%	18.88%	16.48%	16.48%
D-C-33	24.97%	32.60%	2.50%	2.50%	18.00%	21.62%	22.95%	22.95%
D-C-34	0	9.62%	65.77%	20.23%	9.51%	9.51%	57.15%	15.98%
D-C-35	1.49%	9.03%	42.72%	24.72%	9.11%	9.11%	38.38%	11.59%
D-C-36	0	0	0	0	0	20.20%	2.90%	2.90%
D-C-37	6.21%	6.21%	60.23%	16.26%	10.10%	10.10%	51.53%	14.82%
D-C-38	1.51%	0	21.22%	21.22%	0	0	15.74%	17.07%
D-C-39	0	8.51%	29.35%	29.35%	3.05%	6.07%	28.03%	29.66%
D-C-40	24.96%	24.96%	10.15%	6.99%	16.59%	16.59%	16.69%	0
D-C-41	0	0	10.70%	18.46%	0	0	13.82%	13.82%
D-C-42	19.00%	1.37%	3.51%	3.51%	0	0	0	0
D-C-43	0	0	14.02%	9.97%	0	13.73%	12.09%	2.95%

〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석결과(계속)

DMU	2012년				2013년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률
D-C-1	22.94%	22.94%	30.11%	10.88%	26.24%	26.24%	32.10%	9.58%
D-C-2	4.48%	1.41%	0	0	4.36%	4.36%	2.21%	2.21%
D-C-3	5.89%	5.89%	38.42%	13.48%	6.76%	6.76%	32.40%	11.78%
D-C-4	0	0	6.09%	4.27%	0	0	0	0
D-C-5	24.01%	24.01%	0	0	7.84%	7.84%	17.79%	17.79%
D-C-6	35.68%	35.68%	9.81%	9.81%	26.79%	26.79%	24.96%	24.96%
D-C-7	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-8	27.75%	27.75%	0	0	14.85%	14.85%	16.92%	16.92%
D-C-9	6.90%	6.90%	30.26%	17.08%	14.25%	14.25%	42.30%	13.02%
D-C-10	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-11	17.33%	17.33%	7.82%	7.82%	13.83%	13.83%	16.26%	16.26%
D-C-12	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-13	18.77%	18.77%	7.29%	7.29%	7.01%	7.01%	47.41%	0
D-C-14	0	0	44.68%	7.03%	1.49%	1.49%	54.66%	10.56%
D-C-15	25.67%	25.67%	1.41%	1.41%	20.07%	20.07%	2.10%	2.10%
D-C-16	0	0	5.28%	5.28%	3.71%	11.96%	18.29%	14.75%
D-C-17	0	0	60.42%	6.79%	0.08%	0.08%	62.42%	18.31%
D-C-18	5.26%	5.26%	5.37%	5.37%	0	0	0	0
D-C-19	4.90%	4.90%	5.49%	5.49%	0	0	7.49%	7.49%
D-C-20	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-21	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-22	0	0	42.65%	5.97%	0	0	24.63%	24.63%

〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석결과(계속)

DMU	2012년				2013년			
	투입 과다		산출 부족		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률
D-C-23	16.35%	79.47%	0	0	11.89%	95.81%	34.15%	11.48%
D-C-24	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-25	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-26	6.32%	6.32%	13.35%	13.35%	12.52%	12.52%	14.96%	13.81%
D-C-27	26.70%	76.73%	0	0	25.08%	93.32%	17.07%	11.15%
D-C-28	17.84%	21.12%	0	0	23.25%	23.25%	22.02%	4.33%
D-C-29	0	0	0	0	0	0	8.15%	22.92%
D-C-30	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-31	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-32	34.39%	34.39%	3.97%	3.97%	10.19%	10.19%	26.05%	26.05%
D-C-33	20.89%	20.89%	0	0	0	0	21.73%	21.73%
D-C-34	5.17%	5.17%	26.56%	16.22%	4.89%	4.89%	54.07%	6.43%
D-C-35	2.46%	2.46%	25.45%	9.65%	2.86%	2.86%	20.73%	12.26%
D-C-36	11.57%	11.57%	1.68%	1.68%	7.06%	7.06%	4.41%	4.41%
D-C-37	8.36%	8.36%	40.08%	15.64%	7.37%	7.37%	55.03%	16.74%
D-C-38	8.68%	8.68%	3.15%	3.15%	0	0	0	0
D-C-39	13.68%	13.68%	0	0	2.95%	2.95%	17.24%	17.24%
D-C-40	20.90%	20.90%	5.03%	4.62%	20.95%	20.95%	10.76%	0.38%
D-C-41	0	0	0	0	2.94%	2.94%	16.81%	12.97%
D-C-42	6.79%	6.79%	0	0	5.49%	5.49%	4.28%	4.28%
D-C-43	0	0	0.44%	0.44%	0	0	0	0

〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석결과(계속)

DMU	2014년				2015년			
	투입 과다		산출 부족분		투입 과다		산출 부족	
	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률	교사시설 확보	전임교원 확보	진학률	취업률
D-C-1	26.11%	26.11%	9.08%	9.08%	21.86%	21.86%	41.69%	2.18%
D-C-2	0	0	3.30%	3.30%	0	0	10.93%	10.93%
D-C-3	3.35%	3.35%	15.80%	15.80%	1.71%	1.71%	49.61%	6.95%
D-C-4	0	5.15%	45.26%	12.97%	0	0	0	0
D-C-5	0	0	17.73%	17.73%	6.34%	0	16.44%	16.44%
D-C-6	12.44%	12.44%	28.35%	28.35%	11.96%	11.95%	28.53%	28.53%
D-C-7	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-8	4.80%	4.80%	21.86%	21.86%	8.21%	8.21%	12.54%	12.54%
D-C-9	6.66%	4.89%	19.48%	19.48%	12.68%	12.68%	29.40%	13.65%
D-C-10	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-11	0	0	25.36%	25.36%	0	0	18.28%	18.28%
D-C-12	0	0	12.62%	12.62%	0	0	9.83%	9.83%
D-C-13	24.77%	25.26%	0.39%	0.39%	28.89%	28.89%	9.93%	0.05%
D-C-14	0	0	0	0	0	0	30.78%	14.66%
D-C-15	11.98%	11.98%	1.76%	1.76%	11.45%	11.45%	3.69%	0
D-C-16	3.83%	11.23%	12.73%	12.73%	6.20%	6.20%	37.65%	12.13%
D-C-17	3.39%	3.39%	38.51%	16.33%	0.98%	0.98%	61.68%	9.97%
D-C-18	0	0	0.76%	0.76%	0	0	0	0
D-C-19	0	0	3.52%	3.52%	0	0	7.07%	8.76%
D-C-20	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-21	10.11%	24.34%	0	0	0	0	0	0
D-C-22	0	0	27.59%	27.59%	4.13%	4.13%	36.53%	20.92%
D-C-23	11.10%	99.20%	6.23%	6.23%	21.35%	78.31%	37.27%	8.63%

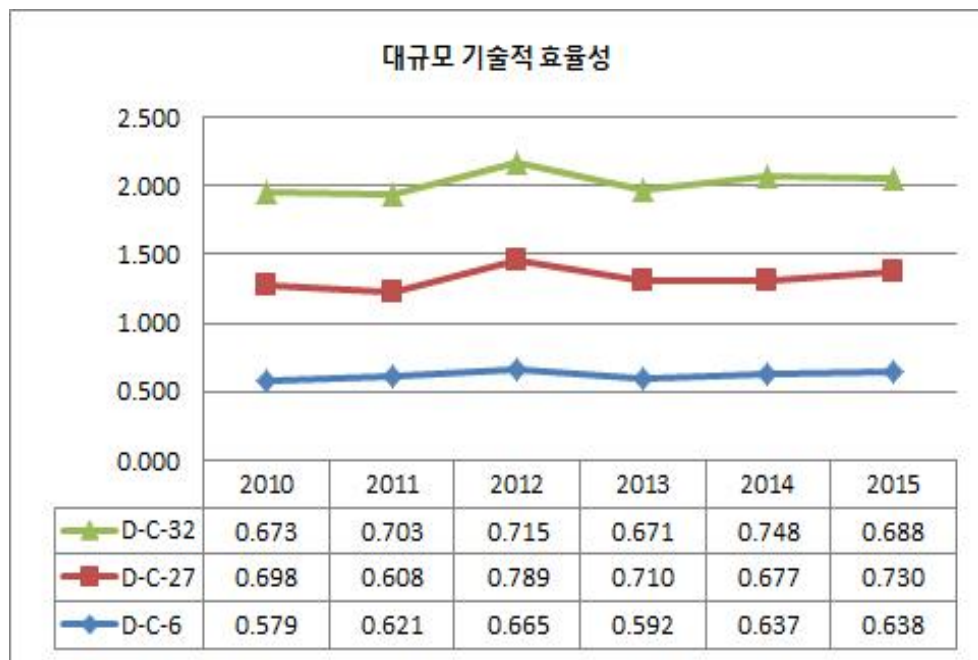
〈표 29〉 대규모 대학 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족 분석결과(계속)

DMU	2014년				2015년			
	투입 과다		산출 부족분		투입 과다		산출 부족분	
	교사시설확보	전임교원확보	진학률	취업률	교사시설확보	전임교원확보	진학률	취업률
D-C-24	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-25	38.06%	0	3.09%	3.09%	47.31%	1.85%	7.66%	7.66%
D-C-26	2.87%	2.87%	21.52%	21.52%	9.98%	9.98%	16.05%	16.05%
D-C-27	27.79%	94.22%	13.51%	13.51%	16.85%	81.31%	51.82%	14.67%
D-C-28	16.30%	16.30%	13.68%	13.68%	13.56%	13.56%	53.80%	10.06%
D-C-29	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-30	15.25%	0	0.48%	0.48%	0	0	0	0
D-C-31	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-32	6.87%	6.87%	20.02%	20.02%	13.41%	13.41%	21.93%	21.93%
D-C-33	0	0	25.82%	25.82%	1.45%	1.45%	27.47%	27.47%
D-C-34	0	0	0	0	0	0	36.90%	8.44%
D-C-35	0	0	4.29%	4.29%	0	0	19.25%	19.25%
D-C-36	0	0	7.80%	7.80%	2.27%	2.27%	9.56%	0
D-C-37	4.79%	4.79%	24.86%	24.86%	7.11%	7.11%	57.64%	14.57%
D-C-38	0	0	0	0	0	0	0	0
D-C-39	0	0	23.94%	23.94%	0	0	19.64%	19.64%
D-C-40	8.58%	8.58%	11.85%	11.85%	22.10%	22.10%	7.31%	7.31%
D-C-41	0	0	7.44%	7.44%	2.55%	2.55%	7.25%	7.25%
D-C-42	0.82%	0.82%	10.35%	10.35%	0	0	0	0
D-C-43	0	0	0	0	0	0	0	0

4.1.3.4 대규모 대학 네트워크 DEA 종합분석

Network 효율성 모형을 이용하여 43개 대규모 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과를 보면 효율성이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 없는 것으로 분석되었다.

상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었다. 효율성이 낮았다가 점진적으로 상승하는 대학은 D-C-8, D-C-11, D-C-18. D-C-20, D-C-30, D-C-34이며 효율성이 높았다가 점진적으로 낮아지는 대학은 D-C-13, D-C-22로 분석되었으며 세부 내용은 <그림 13> 대규모 대학 네트워크 분석결과 저조 대학 현황은 그래프에서 보는 바와 같다.



<그림 13> 대규모 대학 네트워크 DEA 분석 저조 대학현황

D-C-6은 국립대학으로 13개 단과대학과 10개 대학원으로 편성되어있으며 2015년 기준 학생 정원은 20,000여명이고 전임교원은 800여명이며 재학생 충원율은 116%이며 학생 중도탈락비율은 3.1%이다. 전임교원 확보율은 재학생 기준 82.34%이며, 학생 진학률은 9.2%이며 졸업생 취업률은 42.8%로 분석되었다.

〈표 30〉 D-C-6 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성	TE		0.579	0.621	0.665	0.592	0.637	0.638
	PTE		0.579	0.621	0.665	0.922	0.637	0.638
	SE		1	1	1	1	1	1
분 해 값	VRS		0.579	0.621	0.665	0.592	0.637	0.638
	OE		0.744	0.688	0.737	0.789	0.889	0.893
	ME		0.778	0.902	0.902	0.750	0.717	0.715
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사 확보	34.33%	45.25%	35.68%	26.79%	12.44%	11.96%
		전임 교원	39.32%	45.25%	35.68%	26.79%	12.44%	11.95%
	과 소 산 출	진학율	22.16%	15.18%	9.81%	24.96%	28.35%	28.53%
		취업율	22.16%	9.81%	9.81%	24.96%	28.35%	28.53%

〈표 30〉 대규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 보면 이 대학의 효율성을 분석하여 보면 2010년~2015년까지 효율성이 0.579~0.672로 분석되었으며 대규모 대학 중에서 효율성이 낮은 대학으로 분석되었다.

2010년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.579로 저조하며 2011년~2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.620~0.664로 효율성이 약간씩 상승하지만 상대적으로 저조한 수준을 유지하였으며, 2013년에는 효율성이 0.591로 다시하락하고 2015년에는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.638로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA에서 0.579의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.778이며 운영효율성(OE)은 0.744로 분석되었고 2011년에 0.621의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.902이며 운영효율성(OE)은 0.688로 분석되었고 2013년~2015년 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)값이 0.592~0.665로 낮는데 종합적으로 보면 이는 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)이 타 대학에 비하여 모두 낮은 것으로 분석되었다.

〈표 30〉 대규모 대학 Network DEA 결과에 의한 비효율의 원인 대학의 토대로 TE(VRS)을 세부적으로 분석하여 보면 2010년에는 교사시설 확보율의 투영점이 100.4963데 목표 값 대비 1.3433 만큼 초과되어 34.33% 만큼 과다투입되어 있고, 전임교원 확보율의 투영점이 60.0772 목표 값 대비 1.3932만큼 초과되어 39.32% 만큼 과다투입 되어있으며 진학률은 투영점이 11.5623인데, 목표 값 대비 0.7783 만큼 부족 하여, 22.16%만큼 과소산출 되었으며, 취업률은 투영점이 61.7942인데 목표 값 대비 0.7783 만큼 22.16% 만큼 과소산출 되어 있고 부족한 것으로 분석되었다.

2011년에 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율이 6~10% 증가하여 42.25%로 과다투입으로 나타났으며 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 7~11% 감소하여 9.81%~11.58% 효율성 수준을 보이고 있으며, 2012년에는 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율이 10% 감소하여 35.68%로 과다투입으로 나타났으며 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 6% 감소하여 9.81% 효율성 수준을 보이고 있다.

2013년에 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율이 9% 감소하여 26.79%로 과다투입으로 나타났으며 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 11% 증가하여 24.96% 효율성 수준을 보이고 있으며 2014년에 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율이 14% 감소하여 12.44%로 과다투입으로 나타났으며 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 4% 증가하여 28.35% 효율성 수준을 보이고 있다.

2015년에 전년도와 유사한 수준을 보이고 있으며 교사시설 확보율의 투영점이 135.4520인데 목표 값 대비 0.1243㎤ 초과되어 11.96% 만큼 과다투입 되어있고 있고 전임교원 확보율의 투영점이 738271인데 목표 값 대비 1.1243만큼 초과되어 11.95% 만큼 과다투입 되어있으며 진학률은 투영점이 12.7004인데 목표 값 대비 0.7165만큼 부족하여 28.53% 만큼 과소산출 되었 으며 되어있으며 취업률은 투영점이 65.3168인데 목표 값 대비 0.7165 만큼 부족하며 28.53% 만큼 과소산출 되어있는 것으로 분석되었다.

전반적으로 2010년~2015년까지 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률 및 취업률의 과소산출의 문제가 개선되지 않아서 효율 성이 높은 대학에 비하여 지속적으로 낮은 효율성 상태를 보이고 있다.



〈그림 14〉 D-C-6 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

전반적으로 종합하여 보면 2010년~2015년까지 효율성 추이를 분석하여 보면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.579로 저조하며 2011년 순수 기술적 효율성이 0.621로 효율성이 약간씩 상승하지만 저조한 수준을 유지하였으며 2015년에는 순수 기술적 효율성이 0.638로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 2010년~2015년까지 효율성이 0.579~0.665로 분석되었다.

이 대학의 가장 큰 문제는 교사시설 확보율이 2010년~2013년까지 34.33%~45.25%로 타 대학에 비하여 상대적으로 투입과다이고 2013년~2015년에 진학률과 취업률이 24.96%~28.35%로 타 대학에 비하여 상대적으로 산출 부족으로 효율성이 높이기 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 운영방안의 개선이 요구되며 교사시설 확보율의 과다투입과 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 해결되지 않는 한 효율성이 개선되기 어려울 것으로 분석되었다.

D-C-27은 사립대학으로 2015년 기준 학생 정원은 13,000여명이고 재학생 충원율은 112.2%이며 학생 중도탈락비율은 3.1%이다.

전임교원 확보율은 재학생 기준 144.28%이며 전임교원 강의 비율은 55.9%로 분석되었으며 학생 진학률은 5.3%이며 졸업생 취업률은 49.9%로 분석 되었으며 교사시설 확보율이 114.4%이다.

〈표 31〉 D-C-27 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성		TE	0.698	0.608	0.788	0.710	0.677	0.730
		PTE	0.698	0.608	0.789	0.710	0.677	0.730
		SE	1	1	0.999	1	1	1
분 해 값		VRS	0.698	0.608	0.789	0.710	0.677	0.730
		OE	0.962	0.826	0.789	0.799	0.783	0.856
		ME	0.726	0.736	1	0.889	0.865	0.853
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사확보	34.33%	45.25%	35.68%	26.79%	12.44%	11.96%
		전임교원	39.32%	45.25%	35.68%	26.79%	12.44%	11.95%
	과 소 산 출	진학율	22.16%	15.18%	9.81%	24.96%	28.35%	28.53%
		취업율	22.16%	9.81%	9.81%	24.96%	28.35%	28.53%

〈표 31〉 대규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 보면 이 대학의 효율성을 분석하여 보면 2010년~2015년까지 대규모 대학 중에서 효율성이 낮은 대학으로 분석되었다.

2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.698로 저조하며 2012년은 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.788로 효율성이 약간 개선된 후 해마다 지속적으로 낮은 효율성 상태를 유지 하였으며, 2015년에는 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.7302~0.7302로 하락되어서 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있고 전 기간 효율성 평균이 0.702로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

2010년의 Network DEA 분해값에서 0.698의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.726이며 운영효율성(OE)은 0.962로 분석되었고, 2011년에 0.608의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.736이며 운영효율성(OE)은 0.826로 분석되었고 2015년에 마케팅 효율성(ME)이 낮는데 이는 운영 효율성(OE)보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것으로 분석되었다.

2012년의 Network DEA에서 0.789의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 1이며 운영효율성(OE)은 0.789로 분석되었고 2013년에서 0.710의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.889이며 운영효율성(OE)은 0.799로 분석 되었으며 2013년~2015년도 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)값이 0.710~0.889로 낮는데 종합적으로 보면 이는 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)이 타 대학에 비하여 모두 낮은 것으로 분석되었다.

대규모 대학 Network DEA 결과에 의한 비효율의 원인 대학의 토대로 TE(VRS)을 세부적으로 분석하여 보면 2010년에 교사시설 확보율의 투영점이 98.3703인데 목표 값 대비 1.0394 만큼 초과되어 3.99% 만큼 과다투입 되어 있고 전임교원 확보율의 투영점이 59.2787인데 목표 값 대비 2.0327만큼 초과되어 103.28% 만큼 과다투입 되어 있음을 알 수 있다.

또한 진학률은 투영점이 11.1554인데 목표 값 대비 0.7261만큼 부족하여 27.39%만큼 과소산출 되었으며 되어있으며 취업률은 투영점이 61.6993인데

목표 값 대비 0.7261만큼 27.39% 만큼 과소산출 되어 있고 부족한 것으로 분석되었다.

2011년에 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 전년과 유사한 효율성 수준을 보이고 있으며 2012년에는 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율의 과다투입은 개선되지 않았지만 진학률과 취업률의 효율성은 개선되어서 전반적으로 효율성이 상승하였으나 2013년부터 다시 효율성이 낮아지면서 전반적으로 2012년~2014년까지 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률 및 취업률의 과소산출의 문제가 개선되지 않아서 효율성이 높은 대학에 비하여 지속적으로 낮은 효율성 상태를 보이고 있다.

2015년에 교사시설 확보율의 투영점이 97,000인데 목표 값 대비 1.1685㎞ 초과되어 16.85% 만큼 과다투입 되어있고 전임교원 확보율의 투영점이 76,660인데 목표 값 대비 1.8130만큼 초과되어 81.31% 만큼 과다투입 되어 있다. 진학률은 투영점이 11인데 목표 값 대비 0.4818만큼 부족하여 51.82% 만큼 과소산출 되었으며 취업률은 투영점이 58,498인데 목표 값 대비 0.8532만큼 부족하며 14.67% 만큼 과소산출 되어있는 것으로 분석되었다.



〈그림 15〉 D-C-27 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

전반적으로 종합하여 보면 2010년~2015년까지 효율성 추이를 보면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.698로 저조하며 2012년에 순수 기술적 효율성이 0.789로 효율성이 약간 개선된 후 해마다 지속적으로 저조한 상태를 유지하였으며 2015년에 순수 기술적 효율성이 0.730로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있으며 대규모 43개 대학 중에서 하위그룹인 41위를 보이고 있는 것으로 분석되었다.

또한 이 대학의 가장 큰 문제는 전임교원 확보율로서 2015년 기준 43개 대학 중 22개 대학이 전임교원 확보율은 효율성 “1”을 유지하고 있는 반면에 이 대학은 최저값인 2012년 76.73%이며 2011년 최고값인 109.93%로 타 대학에 비하여 지나치게 과다투입 되어있으며 효율성이 올리기 위해서는 전임교원 확보율 투입에 대한 적절한 운영방안의 개선이 요구 된다.

이 대학을 종합적으로 분석하여 보면 효율성이 높은 타 대학에 비하여 교사시설 확보율 및 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률, 취업률의 과소산출의 문제가 해결되지 않는 한 효율성이 개선되기 어려울 것으로 분석되었다.

D-C-32는 국립대학으로 13개 학부와 8개 대학원으로 편성되어있으며 2015년 기준 학생 정원은 14,200여명이고 재학생 충원율은 123.4%이며, 학생 중도탈락비율은 2.5%이다. 전임교원은 1,000여명이고 전임교원 확보율은 재학생 기준 82.36%이며 전임교원 강의 비율은 59.8%로 분석되었다. 학생 진학률은 9.7%이며 졸업생 취업률은 45.8%로 분석 되었으며 교사시설 확보율이 143.1%이다

〈표 32〉 D-C-32 VRS-네트워크 DEA 효율성 종합 분석결과

구 분			2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
효 율 성	TE		0.673	0.703	0.715	0.671	0.748	0.688
	PTE		0.673	0.703	0.715	0.671	0.748	0.688
	SE		1	1	1	1	1	1
분 해 값	VRS		0.673	0.703	0.715	0.671	0.748	0.688
	OE		0.796	0.841	0.744	0.908	0.936	0.882
	ME		0.846	0.835	0.960	0.739	0.800	0.781
비 효 율 측 정	과 다 투 입	교사 확보	37.58	18.88	34.39	10.19	6.87	13.41
		전임 교원	25.70	18.88	34.39	10.19	6.87	13.41
	과 소 산 출	진학율	15.38	16.48	3.97	26.05	20.02	21.93
		취업율	15.38	16.48	3.97	26.05	20.02	21.93

〈표 32〉 대규모 대학 Network DEA 효율성 결과를 분석하여 보면 2010년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.673로 저조하며 2011년~2012년 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성이 0.702~0.714로 효율성이 약간씩 상승하지만 상대적으로 저조한 수준을 유지하였으며, 2013년에는 효율성이 0.671로 다시하락하며 2015년에 기술적 효율성(TE)과 순수 기술적 효율성(PTE)이 0.688로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 전 기간 효율성 평균이 0.699로 대규모 43개 대학 중에서 하위인 42위로 낮은 효율성을 보이고 있는 대학이다.

2011년의 Network DEA에서 0.703의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.835며 운영효율성(OE)은 0.841로 분석되었고 2013년에 0.671의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.739이며 운영효율성(OE)은 0.908로 분석되었고 2014년~2015년에 마케팅 효율성(ME)이 낮는데 이는 운영 효율성(OE)보다는 감소에 마케팅 효율성(ME)기인한 것으로 분석되었다.

Network DEA에서 2010년의 0.673의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.846이며 운영효율성(OE)은 0.796로 분석되었고 2012년에서 0.715의 값을 가지게 된 원인은 마케팅 효율성(ME)은 0.960이며 운영효율성(OE)은 0.744로 분석되었으며 2013년~2015년도 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)값이 0.671~0.936으로 낮는데 종합적으로 보면 이는 마케팅 효율성(ME)과 운영 효율성(OE)이 타 대학에 비하여 모두 낮은 것으로 분석되었다.

대규모 대학 Network DEA 종합 분석한 결과 TE(VRS)을 분석하여 보면 2010년에 교사시설 확보율의 투영점이 98.125데 목표값 대비 0.375 만큼 초과되어 37.58% 만큼 과다투입 되어 있다. 전임교원 확보율의 투영점이 59.186 목표 값 대비 0.257 만큼 초과되어 25.70% 만큼 과다투입 되어있으며 진학률은 투영점이 11.108인데 목표값 대비 0.153 만큼 부족하여 15.38% 만큼 과소산출 되었다.

취업률은 투영점이 61.688인데 목표값 대비 0.153 만큼 부족 하여 15.381% 만큼 과소산출로 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

2011년에는 투입과다가 감소하였으며 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 18.7%로 감소한 18.88%이고 교사시설 확보율이 전년도 대비 6.82% 감소한

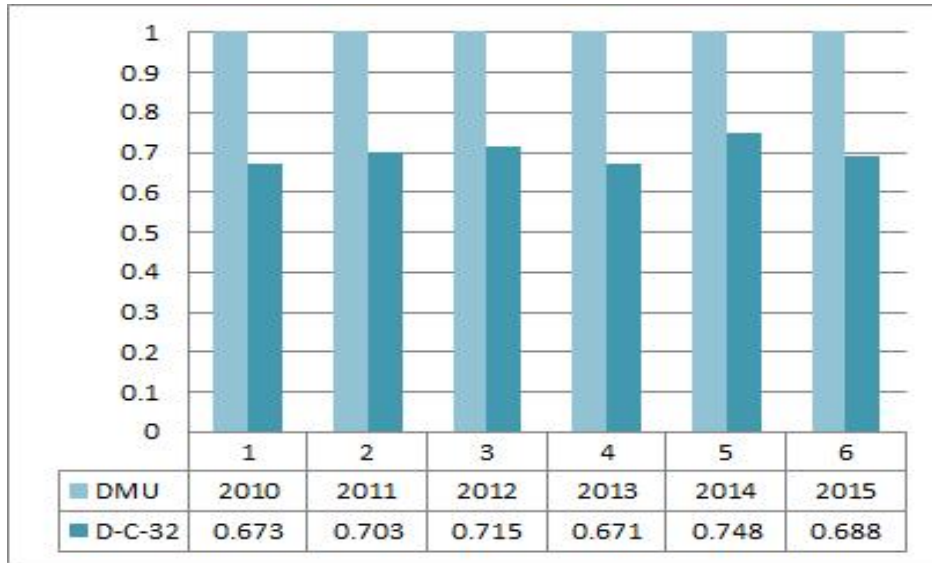
18.88%로 전년대비 감소하였지만 진학률은 전년도 유사한 16.48%로 취업률도 전년도 와 유사한 16.48%로 산출 부족분으로 분석되었다.

2012년은 전년대비 과다투입이 증가하고 산출부족도 감소하였으며 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 15.51%로 증가한 34.39%이었고 교사시설 확보율이 전년도 대비 15.51% 증가한 34.39%로 전년대비 증가하여 과다투입으로 분석되었으며 진학률은 전년도대비14.91% 감소한 3.97%이었고 취업률도 전년도 대비 14.91% 감소한 3.97%로 산출 부족으로 분석되었다.

2013년은 전년대비 과다투입이 감소하고 산출부족이 증가하였으며 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 24.2%로 감소한 10.19%이었고 교사시설 확보율이 전년도 대비 24.2% 감소한 10.19%로 감소하였지만 타 대학에 비하여 상대적으로 과다투입으로 분석되었다. 진학률은 전년도대비 22.08% 증가한 26.05%이었고, 취업률도 전년도 대비 22.08% 증가한 26.05%로 산출부족으로 분석되었다.

2014년은 전년대비 과다투입이 감소하고, 산출부족도 감소하였으며 전임교원 확보율은 전년도 대비하여 3.32%로 감소한 6.87%이었고 교사시설 확보율이 전년도 대비 3.32% 감소한 6.87%로 전년대비 증가하여 과다투입으로 분석되었으며 진학률은 전년도대비 6% 감소한 20.2%이었고 취업률도 전년도 대비 6% 감소한 20.02%로 산출 부족으로 분석되었다.

2015년에는 전 기간에 비하여 약간 상승하여서 전임교원 확보율이 13.41%이고 교사시설 확보율은 13.41%로 과다투입으로 분석되었고, 진학률도 21.93이며, 취업률도21.93%로 분석되었다.



〈그림 16〉 D-C-32 VRS-네트워크 DEA 효율성 그래프

전반적으로 종합하여 분석하면 2010년~2015년까지 효율성 추이를 보면 2010년에는 순수 기술적 효율성이 0.673로 저조하며 2011년~2014년 순수 기술적 효율성이 0.671~0.748로 효율성이 상대적으로 낮으며 2015년에 순수 기술적 효율성이 0.688로 전반적으로 효율성이 개선되지 않고 있음을 알 수 있으며 2010년~2015년까지 효율성이 0.6~0.7로서 타 대규모 대학에 비하여 상대적으로 낮은 대학으로 분석되었다.

이 대학의 효율성 저하에 가장 영향을 많이 준 변수는 교사시설 확보율로서 전 기간 동안 6.87%~37.5% 수준이었고 전임교원 확보율도 10.19%~34.39%로서 상대적으로 타 대학에 비하여 산출대비 하여 지나치게 과다 투입되어 있으며 교사시설 확보율과 전임교원 확보율을 낮추어야 하며 이러한 문제가 해결되지 않는 한 효율성이 개선되기 어려울 것으로 분석되었다.

4.2 Malmquist를 이용한 대학의 생산성 분석

본 연구에서는 CCR 와 BCC 효율성 분석은 일정시점에서 각 연도별 효율성을 측정할 수는 있지만 분석기간 동안 시간적 변동에 흐름에 따라서 지속적으로 각 대학(DMUs)의 생산성 변화추이를 파악하는 데는 다소 한계가 있으며 따라서 본 연구에서는 2010년~2015년까지 대학 알리미의 4년제 대학들이 기간이 경과함에 따라서 총 생산성 변화, 효율성 변화, 기술변화를 측정하고 그 원인을 분석하기 위하여 Malmquist Productivity Index(MPI)을 사용하여 DEA를 분석하기 위한 프로그램은 Max DEA Pro 6.9를 활용하였다(www.maxdea.com).

MPI는 총 요소 생산성의 증가율을 추정하는 방법으로 MPI 추정 방법은 특정 생산함수를 가장하지 않고 거리함수에 기초하여 투입요소에 대한 산출물을 지수로 정의되며 성장회계 추정법과는 달리 투입요소에 대한 비중이나 소득 분배율에 대한 자료를 필요로 하지 않으며 분석에 이용되는 거리함수는 크게 투입기준 거리함수와 산출기준 거리함수를 추정하는 것이다(박만희, 2008).

생산성 지수를 분해하기 위해서 Malmquist 생산성 지수를 사용하였고 CCR모형을 이용하여 각 기간별 효율성 지표를 제시하고 Malmquist 생산성 지수는 $MPI < 1$ 이면 전년도에 비하여 생산성이 증가한 것이고 감소한 것을 $MPI = 1$ 이면 생산성이 전년도와 동일한 것이며 $MPI > 1$ 이면 전년도에 비해서 생산성이 감소한 것을 나타내며 <표 33> Malmquist 생산성 지수 분석에서 보는 바와 같다(이정동 외, 2012).

〈표 33〉 Malmquist 생산성 지수 분석

구분	$MPI < 1$	$MPI = 1$	$MPI > 1$
내용	전년도에 비하여 생산성이 증가	생산성이 전년도와 동일	전년도에 비해서 생산성이 감소

지금까지 살펴본 DEA 효율성 분석에서는 유사한 상황에 놓인 다수의 관측치들 간의 투입대비 산출의 상대적 비율을 측정하고 비교하는데 목적이 있었으며, Malmquist 생산성 지수는 서로 다른 시점에 걸쳐 시간이 경과함에 따라 투입대비 산출의 비율이 증가하였는지 혹은 감소하였는지를 추적 할 수 있는 것을 생산성 분석이라고 하며, 생산성의 개념은 산출량을 투입량으로 나눈 값으로 정의 된다(이정동 외, 2012).

〈그림 17〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 소규모, 중규모, 대규모 대학이 공통적으로 동일하게 생산성이 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보였다.

연도별 효율성 총 생산성 변화(MI), 변화(EC), 기술변화(TC)의 변동을 살펴보면, 우선 총 생산성 변화(MI)은 T3(2011년~2012년)시점에 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에는 감소하는 패턴을 보이고 T5(2013년~2014년)에는 다시 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에는 하락하는 패턴을 보이고 있다.

전반적으로 분석해 보면 중규모 대학의 총 생산성 변화(MI)평균값이 0.973로 가장 높게 나타났으며, 다음은 대규모 대학이 0.969로 두 번째이며, 소규모 대학이 0.964로 가장 낮은 것으로 분석 되었으며 규모별로 큰 차이는 발생하지 않은 것으로 분석되었다.

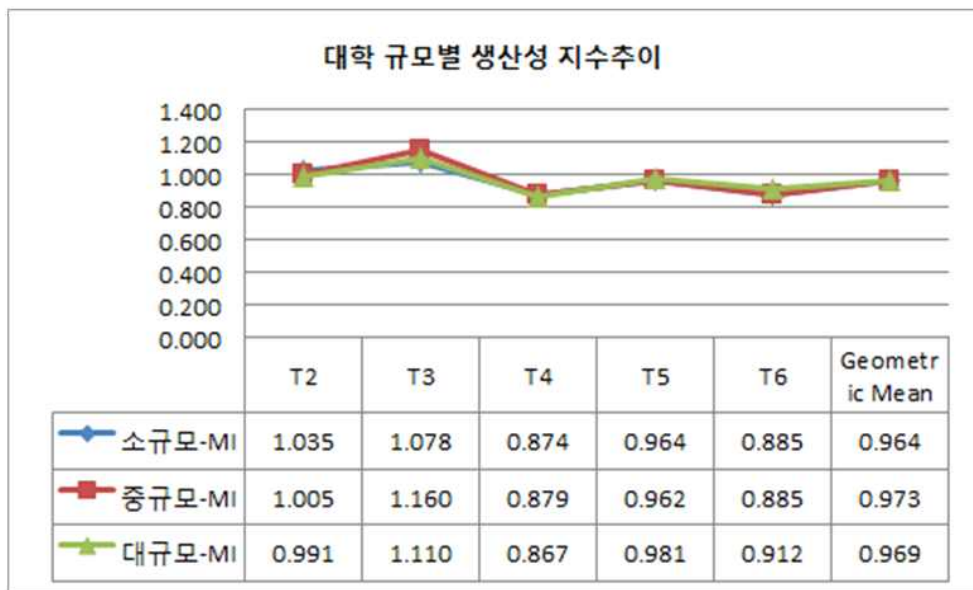
소규모 대학의 총 생산성 변화(MI)값의 변동을 분석하면 평균값은 0.964의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.151% 만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 0.995의 값으로 생산성의 평균값 대비하여 약 0.005% 감소하였으며 기술변화(TC) 평균값은 0.969의 값으로 생산성의 평균값 대비하여 약 0.031% 감소한 것으로 분석되었다.

생산성 변동이 높은 대학은 D-A-6, D-A-9, D-A-11, D-A-13, D-A-16 5개로 분석되었으며 저조한 대학은 D-A-1, D-A-2, D-A-8 3개로 분석되었다.

중규모 대학의 총 생산성 변화(MI)값의 변동을 분석하면 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.973의 값으로, 0.023% 만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 1.027의 값으로, 0.027% 증가하였으며 기술변화(TC)의

평균값은 0.947의 값으로 0.053% 만큼 감소한 것으로 분석되었으며 생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-B-1, D-B-17, D-B-23, D-B-24, D-B-26로 5개로 분석되었으며 저조한 대학은 3개로 D-B-3, D-B-9, D-B-12 분석되었다.

대규모 대학의 총 생산성 변화(MI) 값의 변동을 분석하면 전반적으로 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.969의 값으로 생산성의 평균값 대비하여 0.031%만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 1.004의 값으로 0.040 증가하였으며 기술 변화(TC) 평균값은 0.964의 값으로 0.036% 만큼 감소한 것으로 분석되었으며 생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-C-20, D-C-21, D-C-29, D-C-30로 4개로 분석되었고, 저조한 대학의 생산성 변동을 살펴보면 D-C-1, D-C-13, D-C-14 3개로 분석되었다.



〈그림 17〉 규모별 대학의 평균 생산성 추이

〈그림 18〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 효율성 변화의 양상을 분석하여 보면 소규모, 중규모, 대규모 대학은 규모별로 상승과 감소하는 패턴이 각각 다르며 효율성 변화(EC)의 소규모 대학은 T3(2011년~2012년)시점에 1.031로 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)는 1.004로, T5(2013

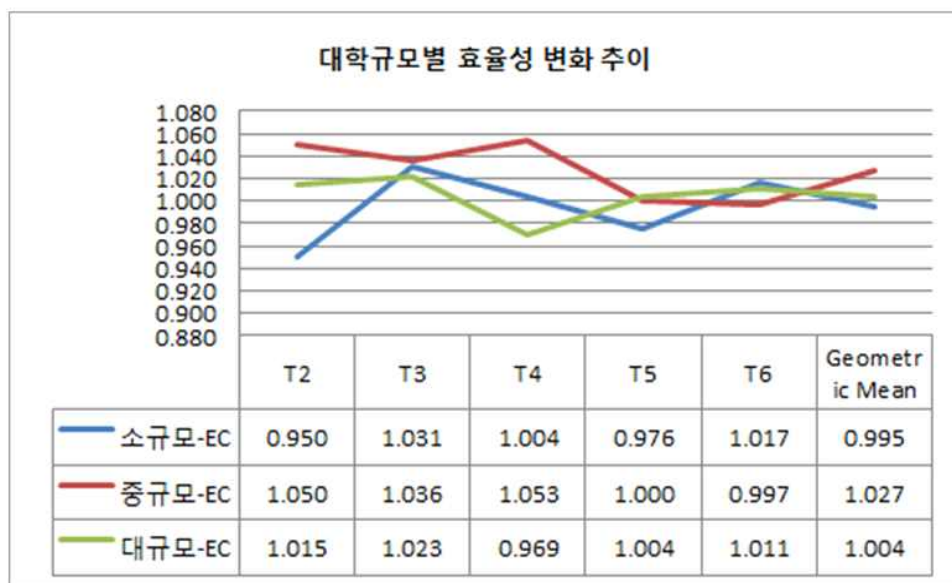
년~2014년)에는 1.004로 감소하는 패턴을 보이고 T6(2014년 ~2015년)에 1.017로 다시 상승하는 패턴을 보이고 있다.

중규모대학은 T3(2011~2012년)시점에 1.036으로 감소하고 T4(2012~2013년)에는 1.053으로 최대로 상승하였다가 T5(2013년~2014년)와 T6(2014년~2015년)에는 감소하는 패턴을 보이고 있다.

대규모 대학은 T3(2011년~2012년)시점에 1.023으로 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에는 0.969로 다시 감소하는 패턴을 보이고 T5(2013~2014년)는 1.000으로 T6(2014년~2015년)에 1.011로 다시 상승하는 패턴을 보이고 있다.

전반적으로 분석해 보면 중규모 대학의 효율성 변화(EC) 평균값이 1.027로 가장 높게 나타났으며 다음은 대규모 대학이 1.004이며 소규모 대학이 0.995로 가장 낮은 것으로 분석되었다.

총 생산성 측면에서는 <그림 18> 소규모 대학의 평균 생산성 지수변화 추이의 그래프에서 보는바와 같이 외부 환경 요소인 기술변화가 효율성 변화보다 더 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다.



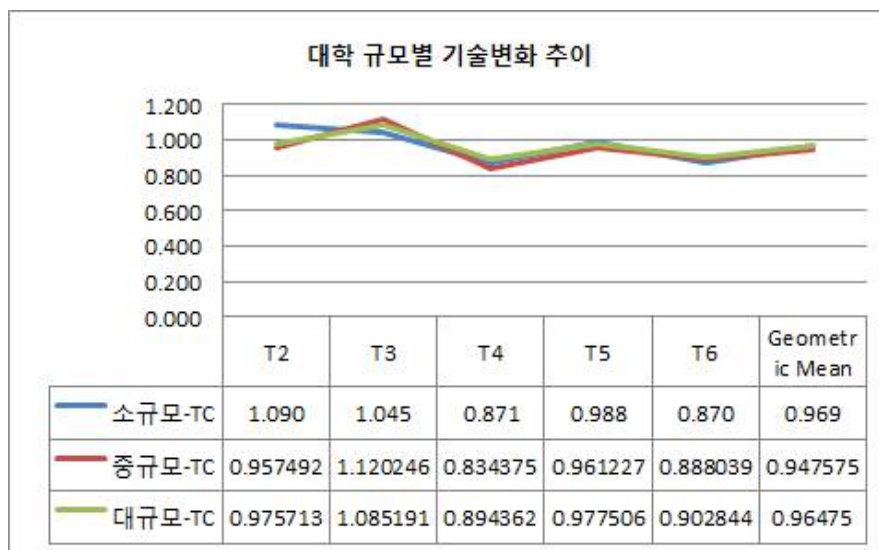
<그림 18> 규모별 대학의 평균 효율성 추이

〈그림 19〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 기술변화(TC) 양상을 분석하여 보면 기술변화(TC)가 공통적으로 생산성이 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보였으며 소규모 대학은 T3(2011~2012년)시점에 1.045로 최대로 상승하였다가, T4(2012년~2013년)에 0.871로 감소하고 T5(2013년~2014년)에는 0.988로 상승하는 패턴을 보이고 T6(2014년~2015년)에는 0.870로 다시 감소하는 패턴을 보이고 있다.

중규모 대학은 T3(2011년~2012년)시점에 1.120으로 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 0.834로 감소하였다가 T5(2013년~2014년)에 다시 상승하였고 T6(2014년~2015년)에 감소하는 패턴을 보이고 있다.

대규모 대학은 T3(2011년~2012년)시점에 1.085로 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 0.894로 다시 감소하는 패턴을 보이고 T5(2013년~2014년)에 0.977로 상승하고 T6(2014년~2015년)에 0.902로 다시 상승하는 패턴을 보이고 있다.

전반적으로 분석해 보면 소규모 대학의 기술변화 평균값이 0.969로 가장 높게 나타났으며 다음은 대규모 대학이 0.964이며, 중규모 대학이 0.947로 가장 낮은 것으로 분석되었다.



〈그림 19〉 규모별 대학의 평균 기술변화 추이

4.2.1 소규모 대학 생산성 분석

Malmquist 생산성 지수 이용하여 소규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 다음의 <표 34> 소규모 대학의 평균 생산성 지수변화로 기하평균 생산성 변화를 분석한 결과이며 일반적으로 총 생산성 변화(MI)= 효율성 변화(EC) × 기술변화(TC)로 측정되며 2010년~2015년까지 소규모 대학별로 전반적으로 총 생산성 변화(MI) 평균값은 0.964의 값으로 생산성의 평균값 대비하여 약 0.036% 만큼 감소하였고, 효율성 변화(EC)의 평균값은 0.995의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.005% 감소하였으며 기술변화(TC) 평균값은 0.969의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.031% 증가한 것으로 분석되었으며 효율성 변화(EC)의 평균값이 0.005% 증가하여 총 생산성 변화(MI)가 증가되었다.

소규모 대학별로 생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-A-6, D-A-9, D-A-11, D-A-13, D-A-16 5개로 분석되었으며 D-A-6 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.020로 생산성이 2.0% 높아졌으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.049로 생산성이 4.9% 높아졌고 반면에 기술변화(TC)는 0.972로 생산성이 0.028% 낮아진 것으로 분석되었다.

또한 D-A-9, D-A-11, D-A-13, D-A-16 대학들도 효율성 변화(EC)는 모두 1 이상을 보이고 있으나 기술변화(TC)가 0.9 수준으로 낮은 것으로 분석 되었으며 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

생산성 변동을 살펴보면 저조한 대학은 D-A-1, D-A-2, D-A-8 3개로 분석되었으며 D-A-1 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.921로 생산성이 0.079% 낮아졌다.

이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 0.962로 생산성이 0.038% 낮아졌고 기술변화(TC)도 0.956로 생산성이 0.044% 낮아진 것으로 분석 되었으며 나머지 저조한 D-A-2, D-A-8도 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 0.9로 상대적으로 낮은 것으로 분석 되었으며 향후

대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 효율성 변화와 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 34〉 소규모 대학의 DMUs 평균 생산성 지수변화

구분	EC	TC	MI	구분	EC	TC	MI
D-A-1	0.963	0.957	0.921	D-A-11	1.017	0.987	1.004
D-A-2	0.915	0.986	0.902	D-A-12	0.981	0.972	0.954
D-A-3	0.973	0.972	0.947	D-A-13	1.072	0.987	1.058
D-A-4	0.978	0.981	0.959	D-A-14	0.970	0.963	0.933
D-A-5	0.997	0.968	0.965	D-A-15	1	0.953	0.953
D-A-6	1.050	0.972	1.021	D-A-16	1.054	0.958	1.010
D-A-7	1.010	0.959	0.969	D-A-17	0.983	0.956	0.940
D-A-8	0.873	0.989	0.863	D-A-18	1	0.953	0.953
D-A-9	1.060	0.958	1.016	D-A-19	0.992	0.964	0.956
D-A-10	0.990	0.990	0.980	D-A-20	1.045	0.946	0.988
				평균	0.995	0.969	0.964

〈표 35〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 전체적으로 생산성은 T2(2010년~2011년)~T3(2011년~2012년)은 증가하다가 T4(2012년~2013년)는 다시 감소하였고, T5(2013년~2014년)에서 다시 증가하다가 T6(2014년~2015년)은 감소하는 양상을 보이고 있다.

T2(2010년~2011년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.035로 2010년에 비하여 생산성이 3.5% 높아졌다. 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 0.950으로 2010년에 비하여 생산성이 5.0% 낮아졌으나 기술변화(TC)는 1.090으로 2010년에 비하여 생산성이

9.0% 높아졌으며 이는 효율성 변화(EC)는 하락하였지만 전반적으로 기술변화(TC)가 상승하여서 총 생산성 변화(MI)가 높아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되지 못하고 퇴보하였으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 가까워지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T3(2011년~2012년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.078로 2010년과 2011년에 비하여 생산성이 7.8% 높아져 긍정적인 방향으로 진행되고 있음을 알 수 있으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.031로 2011년과 2012년에 비하여 생산성이 3.1% 높아졌으며 기술변화(TC)는 1.045로 2011년과 2012년에 비하여 생산성이 4.5% 높아진 것으로 분석되었다.

이는 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 상승하여서 총 생산성 변화(MI)가 높아진 것이며 투입과 산출의 조합이 효율적인 프런티어에 조금 더 가까워지고 있는 것으로 분석되었다.

T4(2012년~2013년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 10.874로 2012년과 2013년에 비하여 생산성이 0.126% 낮아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.004로 2012년과 2013년에 비하여 생산성이 0.4% 높아졌으나 기술변화(TC)는 0.781로 2012년과 2013년에 비하여 생산성이 0.219% 낮아졌다.

전반적으로 기술변화(TC)가 급격하게 하락하여서 총 생산성 변화(MI)에 많은 영향을 주어서 2012년과 2013년에 비하여 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되지 하였으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 가까워지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T5(2013년~2014년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.964로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.036% 낮아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 0.976로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.024% 낮아졌으며 기술변화(TC)는 0.988로

2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.012% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 동시에 하락하여 총 생산성 변화(MI)가 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되지 못하고 퇴보하였으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T6(2014년~2015년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.885로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.115% 낮아졌으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.017로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 1.7% 높아졌으나 기술변화(TC)는 0.870로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.13% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)는 상승하였지만 전반적으로 기술변화(TC)가 급격하게 하락하여서 총 생산성 변화(MI)에 많은 영향을 주어서 전년에 비하여 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 가까워지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

〈표 35〉 소규모 대학의 평균 생산성 지수변화

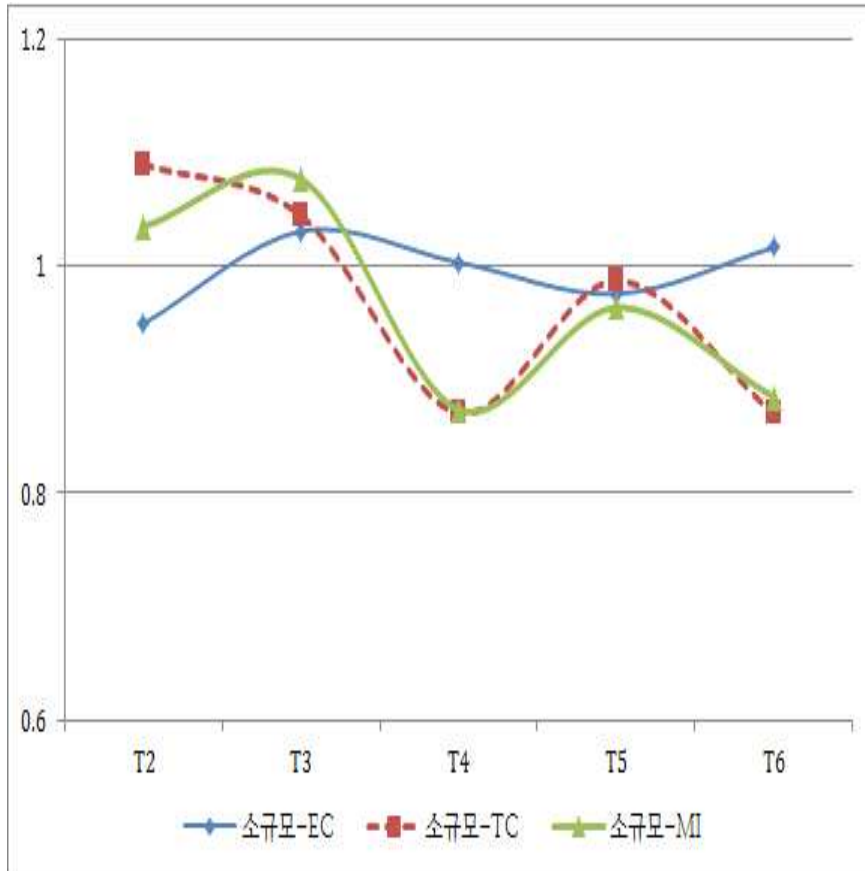
구분	효율성 변화(EC)	기술변화(TC)	총 생산성 변화(MI)
T2	0.950	1.090	1.035
T3	1.031	1.045	1.078
T4	1.004	0.871	0.874
T5	0.976	0.988	0.964

〈그림 20〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI), 변화(EC), 기술변화(TC)의 변동을 살펴보면 우선 총 생산성 변화(MI)은 T3(2011년~2012년) 시점을 최대로 상승 하였다가 T4(2012년~2013년)에 감소하는 패턴을 보이고 T5(2013년~2014년)에 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에는 하락하는 패턴을 보이고 있다.

Malmquist 생산성 지수 이용하여 증감률을 정리해 보면 T2(2010년과 2011년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.035로 2010년에 비하여 생산성이 3.5% 높아졌으며 T3(2011년과 2012년)은 1.078로 전년에 비하여 생산성이 7.8% 높아졌다.

T4(2012년과 2013년)는 10.874로 전년에 비하여 생산성이 0.126% 낮아졌으며 T5(2013년과 2014년)는 0.964로 전년에 비하여 생산성이 0.036% 낮아졌으며 T6(2014년과 2015년)는 0.885로 전년에 비하여 생산성이 0.115% 낮아진 것으로 분석되었다.

총 생산성 측면에서는 〈그림 20〉 소규모 대학의 평균 생산성 지수 변화 추이의 그래프에서 보는바와 같이 외부 환경 요소인 기술변화가 효율성 변화보다 더 많은 영향을 미치는 것으로 분석 되었고 분석에 사용된 변수들이 교육부의 대학구조개혁평가와 대학 알리미 자료를 활용하여 대학평가와 유사하게 분석한 것으로 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.



〈그림 20〉 소규모 대학의 평균 생산성 지수변화 추이

4.2.2 중규모 대학 생산성 분석

Malmquist 생산성 지수 이용하여 중규모 47개 대학을 종합적으로 분석해보면 다음의 <표 36> 중규모 대학의 평균 생산성 지수변화로 기하평균 생산성 변화를 분석한 결과이며 일반적으로 총 생산성 변화(MI)= 효율성 변화(EC) × 기술변화(TC)로 측정된다.

2010년~2015년까지 중규모 대학별로 MI 값의 변동을 분석하면 전반적으로 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.973의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 0.027% 만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 1.027의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.027% 증가하였으며 기술변화(TC) 평균값은 0.948의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.052% 만큼 감소한 것으로 분석되었고 효율성 변화(EC)의 평균값이 0.027% 증가하여 총 생산성 변화(MI)가 증가되었다.

생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-B-1, D-B-17, D-B-23, D-B-24, D-B-26 5개로 분석되었으며 D-B-1생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.003으로 생산성이 0.03% 높아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.048로 생산성이 4.8% 높아졌고 반면에 기술변화(TC)는 0.957로 생산성이 0.043% 낮아진 것으로 분석되었다. 또한 D-B-17, D-B-23, D-B-24, D-B-26 대학들도 효율성 변화(EC)는 모두 “1” 이상을 보이고 있으나 기술변화(TC)가 0.9 수준으로 낮은 것으로 분석 되었으며 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

생산성 변동을 살펴보면 저조한 대학은 D-B-3, D-B-9, D-B-12 3개로 분석 되었으며 D-B-3 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면, 총 생 효율성 변화(EC)는 “1”로 생산성이 평균을 유지하고 있으며 기술변화(TC)도 0.923로 생산성이 0.077% 낮아진 것으로 분석 되었으며 나머지 저조한 D-B-9, D-B-12도 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 0.9로 상대적으로 낮은 것으로 분석 되었으며 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 효율성 변화와 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 36〉 중규모 대학의 DMUs 평균 생산성 지수변화

DMU	EC	TC	MI	DMU	EC	TC	MI
D-B-1	1,048	0.957	1.003	D-B-25	1,012	0.945	0.956
D-B-2	1,038	0.958	0.995	D-B-26	1,038	0.966	1.003
D-B-3	1	0.923	0.923	D-B-27	1,056	0.930	0.983
D-B-4	1,025	0.950	0.973	D-B-28	0.975	0.949	0.926
D-B-5	1,053	0.944	0.994	D-B-29	0.998	0.965	0.963
D-B-6	1	0.963	0.963	D-B-30	1,038	0.920	0.955
D-B-7	0.994	0.961	0.956	D-B-31	1,042	0.941	0.980
D-B-8	1,026	0.948	0.972	D-B-32	1,040	0.940	0.977
D-B-9	1,010	0.944	0.954	D-B-33	1,044	0.933	0.974
D-B-10	1,035	0.964	0.997	D-B-34	1	0.939	0.939
D-B-11	1,015	0.971	0.986	D-B-35	1,006	0.963	0.969
D-B-12	1,006	0.928	0.934	D-B-36	1,007	0.952	0.959
D-B-13	1,051	0.943	0.991	D-B-37	1,015	0.966	0.981
D-B-14	1,008	0.961	0.969	D-B-38	1,014	0.952	0.965
D-B-15	1,041	0.918	0.956	D-B-39	1,072	0.942	1,010
D-B-16	1,034	0.959	0.992	D-B-40	0.942	0.936	0.882
D-B-17	1,063	0.941	1	D-B-41	1,049	0.954	1,001
D-B-18	1,026	0.953	0.978	D-B-42	1,040	0.953	0.992
D-B-19	1,021	0.961	0.981	D-B-43	1,015	0.940	0.954
D-B-20	1,050	0.925	0.971	D-B-44	1,022	0.952	0.973
D-B-21	1,053	0.930	0.979	D-B-45	1,047	0.913	0.955
D-B-22	1	0.955	0.955	D-B-46	1,046	0.958	1,002
D-B-23	1,081	0.954	1,031	D-B-47	1,040	0.952	0.990
D-B-24	1,040	0.966	1,005	평균	1,027	0.948	0.973

〈표 37〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 전체적으로 생산성은 T2(2010년~2011년)와 T3(2011년~2012년)은 증가하다가 T4(2012년~2013년)는 다시 감소하였고 T5(2013년~2014년)다시 증가하다가 T6(2014년~2015년)은 감소하는 양상을 보이고 있다.

T2(2010년~2011년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면, 총 생산성 변화(MI)는 1.005로 2010년에 비하여 생산성이 0.005% 높아졌으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.050으로 2010년에 비하여 생산성이 5.0% 높아졌으나 기술변화(TC)는 0.957로 2010년에 비하여 생산성이 0.043% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)는 상승하였지만 전반적으로 기술변화(TC)가 하락하여서 총 생산성 변화(MI)가 높아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T3(2011년~2012년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.160로 2010년과 2011년에 비하여 생산성이 1.116% 높아져 긍정적인 방향으로 진행되고 있음을 알 수 있으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.036로 2011년과 2012년에 비하여 생산성이 3.6% 높아졌으며 기술변화(TC)는 1.120로 2011년과 2012년에 비하여 생산성이 0.112% 높아진 것으로 분석되었다.

이는 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 상승하여서 총 생산성 변화(MI)가 높아진 것이며 투입과 산출의 조합이 효율적인 프런티어에 조금 더 가까워지고 있는 것으로 분석되었다.

T4(2012년~2013년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.879로 2012년과 2013년에 비하여 생산성이 0.121% 낮아졌으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.053로 2012년과 2013년에 비하여 생산성이 0.53% 높아졌으나 기술변화(TC)는 0.834로 2012년과 2013년에 비하여 생산성이 0.166% 낮아졌다.

전반적으로 기술변화(TC)가 급격하게 하락하여서 총 생산성 변화(MI)에 많

은 영향을 주어서 2012년과 2013년에 비하여 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술 변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T5(2013년~2014년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.962로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.038% 낮아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 “1”로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 평균을 유지하고 있으며, 기술변화(TC)는 0.961로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.039% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)는 평균을 유지하였으나 기술변화(TC)가 하락하여 총 생산성 변화(MI)가 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T6(2014년~2015년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.885로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.115% 낮아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 0.997로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 1.3% 낮아졌으나 기술변화(TC)는 0.880로 2013년과 2014년에 비하여 생산성이 0.12% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)와 기술 변화(TC)가 모두 하락하여서 총 생산성 변화(MI)에 많은 영향을 주어서 전년에 비하여 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 감소되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

〈표 37〉 중규모 대학의 평균 생산성 지수변화

구분	효율성 변화(EC)	기술변화(TC)	총 생산성 변화(MI)
T2	1.050	0.957	1.005
T3	1.036	1.120	1.160
T4	1.053	0.834	0.879
T5	1	0.961	0.962
T6	0.997	0.888	0.885
평균	1.027	0.948	0.973

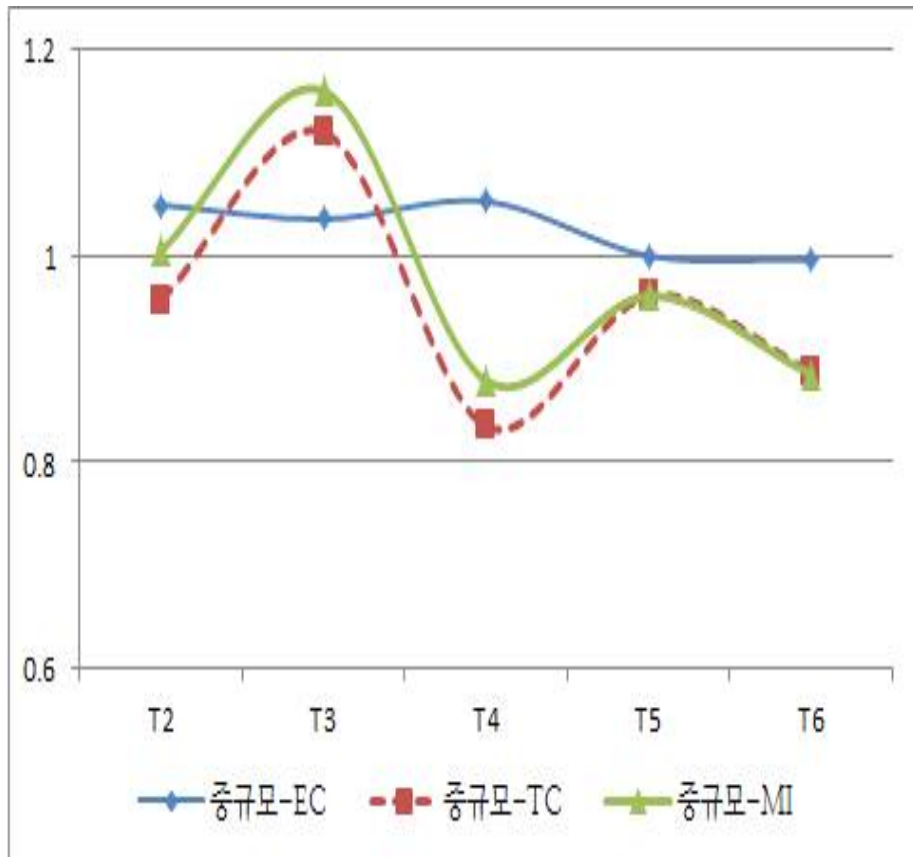
〈그림 21〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI), 효율성 변화(EC), 기술변화(TC)의 변동을 살펴보면 우선 총 생산성 변화(MI)은 T3(2011년~2012년) 시점을 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 감소하는 패턴을 보이고 있으며 T5(2013년~2014년)에 다시 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에 다시 하락하는 패턴을 보이고 있다.

Malmquist 생산성 지수 이용하여 증감율을 분석해 보면 T2(2010년~2011년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.990로 생산성이 0.01% 낮아졌으며 T3(2011년~2012년)은 1.109로 전년에 비하여 생산성이 0.109% 높아졌다.

T4(2012년~2013년)는 0.866으로 전년에 비하여 생산성이 0.134% 낮아진 것으로 분석 되었으며 T5(2013년~2014년)는 0.981로 전년에 비하여 생산성이 0.019% 낮아졌고 T6(2014년~2015년)은 0.912로 전년에 비하여 생산성이 0.088% 낮아진 것으로 분석되었다.

총 생산성 측면에서는 〈그림 21〉 중규모 대학의 평균 생산성 지수변화 추이 그래프에서 보는바와 같이 효율성 변화보다는 외부 환경의 요소인 기술변화가 더 많은 영향을 미치는 것으로 분석 되었으며 분석에 사용된 변수들이 교육부의 대학구조개혁평가와 대학 알리미 자료를 활용하여 대학평가

와 유사하게 분석한 것으로 향후 각 대학들의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.



〈그림 21〉 중규모 대학의 평균 생산성 지수변화 추이

4.2.3 대규모 대학 생산성 분석

Malmquist 생산성 지수 이용하여 대규모 43개 대학을 분석한 결과를 종합적으로 분석해보면 다음의 <표 38> 대규모 대학의 평균 생산성 지수변화로 기하평균 생산성 변화를 분석한 결과이며 일반적으로 총 생산성 변화(MI)=효율성 변화(EC) × 기술변화(TC)로 측정된다.

2010년~2015년까지 대규모 대학의 총 생산성 변화(MI)값의 변동을 분석하면, 전반적으로 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.969의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 0.031%만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 1.004의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.040% 증가하였으며 기술변화(TC) 평균값은 0.964의 값으로 생산성의 평균값 대비하여 약 0.036%만큼 감소한 것으로 분석되었으며 효율성 변화(EC)의 평균값이 0.040% 증가하여 총 생산성 변화(MI)가 증가되었다.

생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-C-20, D-C-21, D-C-29, D-C-30 4개 분석되었으며 D-C-20 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면, 총 생산성 변화(MI)는 1.034로 생산성이 0.034% 높아졌다. 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.028로 생산성이 2.8% 높아졌고 기술변화(TC)는 1.007로 생산성이 0.007% 높아진 것으로 분석되었다. 또한 D-C-21, D-C-29, D-C-30 대학들도 효율성 변화(EC)는 모두 1 이상을 보이고 있으나 기술변화(TC)가 0.9 수준으로 낮은 것으로 분석 되었으며 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다. 저조한 대학의 생산성 변동을 살펴보면 D-C-1, D-C-13, D-C-14 3개로 분석되었으며 D-C-1 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.923로 생산성이 0.077% 낮아졌다. 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 0.971로 생산성이 0.077% 높아졌고 기술변화(TC)도 0.951로 생산성이 0.049% 낮아진 것으로 분석 되었으며 나머지 저조한 D-C-13, D-C-14 도 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 0.94~0.96으로 상대적으로 낮은 것으로 분석 되었으며 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 효율성 변화와 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 38〉 대구모 대학의 DMUs 평균 생산성 지수변화

DMU	EC	TC	MI	DMU	EC	TC	MI
D-C-1	0.971	0.951	0.923	D-C-23	0.945	0.981	0.927
D-C-2	0.980	0.964	0.945	D-C-24	1	0.956	0.956
D-C-3	1.007	0.949	0.956	D-C-25	0.988	0.985	0.973
D-C-4	1.008	0.970	0.978	D-C-26	1.001	0.950	0.950
D-C-5	0.996	0.958	0.955	D-C-27	1.009	0.973	0.981
D-C-6	1.020	0.954	0.972	D-C-28	0.992	0.970	0.963
D-C-7	0.993	0.964	0.957	D-C-29	1.025	0.990	1.015
D-C-8	1.033	0.967	0.999	D-C-30	1.087	0.948	1.030
D-C-9	1.020	0.945	0.964	D-C-31	1.002	0.997	0.999
D-C-10	0.997	0.975	0.972	D-C-32	1.004	0.965	0.970
D-C-11	1.037	0.940	0.976	D-C-33	0.983	0.964	0.947
D-C-12	0.986	0.977	0.964	D-C-34	1.027	0.954	0.980
D-C-13	0.950	0.957	0.909	D-C-35	1.017	0.955	0.971
D-C-14	0.969	0.944	0.915	D-C-36	0.995	0.973	0.968
D-C-15	1	0.958	0.958	D-C-37	1.002	0.955	0.957
D-C-16	0.981	0.974	0.956	D-C-38	1.025	0.974	0.999
D-C-17	1.011	0.953	0.963	D-C-39	1.026	0.973	0.999
D-C-18	1.021	0.950	0.970	D-C-40	1.004	0.948	0.952
D-C-19	1	0.985	0.984	D-C-41	1.026	0.952	0.977
D-C-20	1.028	1.007	1.034	D-C-42	1.010	0.978	0.987
D-C-21	1.025	0.980	1.005	D-C-43	1.021	0.964	0.984
D-C-22	0.966	0.965	0.931	평균	1.004	0.965	0.969

〈표 39〉을 보면 각 대학들이 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 전체적으로 생산성은 T3(2011년~2012년)은 기간 중 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)는 다시 감소하였고 T5(2013년~2014년)다시 증가하다가 T6(2014년~2015년)은 감소하는 양상을 보이고 있다.

T2(2010년~2011년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면, 총 생산성 변화(MI)는 0.991로 2010년에 비하여 생산성이 0.009% 낮아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.015로 2010년에 비하여 생산성이 0.015% 높아졌으나 기술변화(TC)는 0.976으로 2010년에 비하여 생산성이 0.024% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)는 상승하였지만 전반적으로 기술변화(TC)가 하락하여서 총 생산성 변화(MI)가 높아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T3(2011년~2012년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면, 총 생산성 변화(MI)는 1.110로 T2(2010년~2011년)에 비하여 생산성이 0.110% 높아져 긍정적인 방향으로 진행되고 있음을 알 수 있으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.023로 T2(2010년~2011년)에 비하여 생산성이 0.023% 높아졌으며 기술변화(TC)는 1.085로 T2(2010년~2011년)에 비하여 생산성이 0.085% 높아진 것으로 분석되었다.

이는 효율성 변화(EC)와 기술변화(TC)가 상승하여서 총 생산성 변화(MI)가 높아진 것이며 투입과 산출의 조합이 효율적인 프런티어에 조금 더 가까워지고 있는 것으로 분석되었다.

T4(2012년~2013년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.867로 T3(2012년~2013년)에 비하여 생산성이 0.133% 낮아졌으며, 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 0.969로 T3(2012년~2013년)에 비하여 생산성이 0.031% 낮아졌으나 기술변화(TC)는 0.894로 T3(2012년~2013년)에 비하여 생산성이 0.106% 낮아졌다.

전반적으로 기술변화(TC)가 급격하게 하락하여서 총 생산성 변화(MI)에 많은 영향을 주어서 T3(2012년~2013년)에 비하여 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T5(2013년~2014년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.981로 T4(2012년~2013년)에 비하여 생산성이 0.019% 높아졌으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.004로 T4(2012년~2013년)에 비하여 생산성이 0.004% 높아진 것으로 분석되었고 기술변화(TC)는 0.978로 T3(2012년~2013년)에 비하여 생산성이 0.022% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)는 평균을 유지하였으나 기술변화(TC)가 하락하여 총 생산성 변화(MI)가 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 확대되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

T6(2014년~2015년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.912로 T5(2013년~2014년)에 비하여 생산성이 0.088% 낮아졌으며 이를 세부적으로 분석하면 효율성 변화(EC)는 1.011로 T5(2013년~2014년)에 비하여 생산성이 0.011% 낮아졌으나 기술변화(TC)는 0.903로 T5(2013년~2014년)에 비하여 생산성이 0.097% 낮아졌으며 이는 효율성 변화(EC)평균을 유지하고 있으나 기술변화(TC)가 모두 하락하여서 총 생산성 변화(MI)에 많은 영향을 주어서 전년에 비하여 낮아진 것으로 분석되었다.

즉 효율성 변화 측면에서 보면 효율적 프런티어의 자체가 감소되었으며 기술변화의 측면에서는 효율적 프런티어와 비교하여 개별 대학의 상대적 위치가 조금 더 멀어지고 있음을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

〈표 39〉 대규모 대학의 평균 생산성 지수변화

구분	효율성 변화(EC)	기술변화(TC)	총 생산성 변화(MI)
T2	1.015	0.976	0.991
T3	1.023	1.085	1.110
T4	0.969	0.894	0.867
T5	1.004	0.978	0.981
T6	1.011	0.903	0.912
평균	1.004	0.965	0.969

〈그림 22〉을 보면 각 대학들의 지난 6년간 대학의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI), 변화(EC), 기술변화(TC)의 변동을 살펴보면 총 생산성 변화(MI)는 T3(2011년~2012년)의 1.110로 시점을 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 생산성이 0.133% 낮아져 감소하는 패턴을 보이고 T5(2014년~2015년)에 0.981로 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에는 0.912로 하락하는 패턴을 보이고 있다.

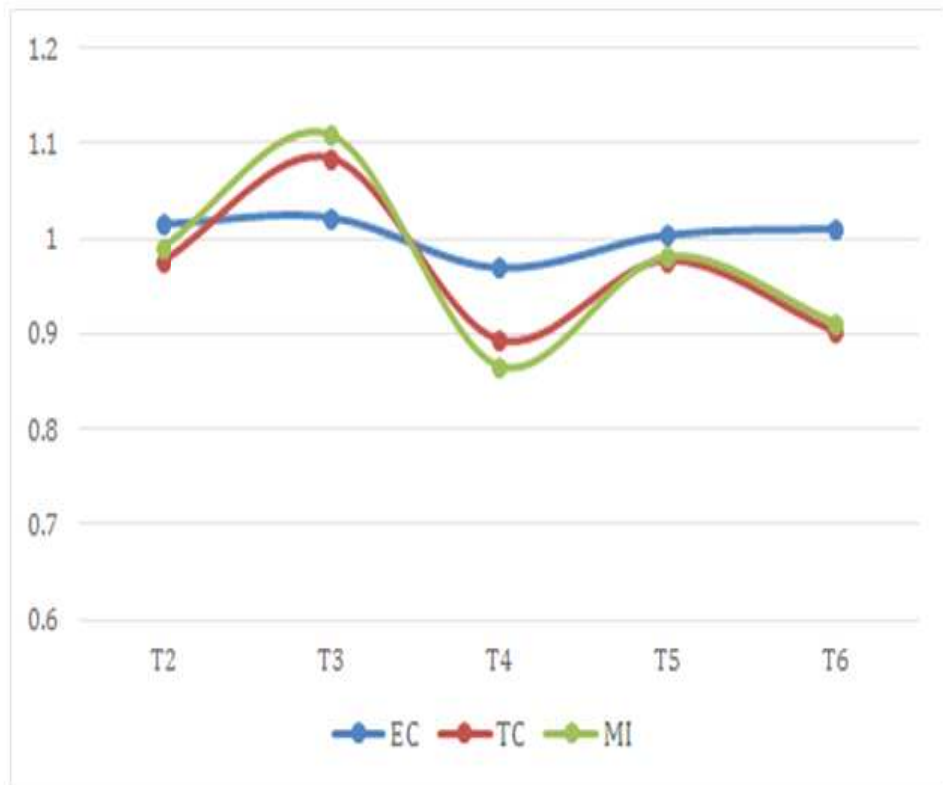
Malmquist 생산성 지수 이용하여 증감률을 정리해 보면 T2(2010년~2011년)의 생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 0.990로 생산성이 0.01% 낮아졌으며 T3(2011년~2012년)은 1.109로 전년에 비하여 생산성이 0.109% 높아졌다.

T4(2012년~2013년)는 0.866으로 전년에 비하여 생산성이 0.134% 낮아진 것으로 분석되었으며 T5(2013년~2014년)은 0.981로 전년에 비하여 생산성이 0.019% 낮아졌고 T6(2014년~2015년)은 0.912로 전년에 비하여 생산성이 0.088% 낮아진 것으로 분석되었다.

총 생산성 측면에서는 〈그림 22〉 대규모 대학의 평균 생산성 지수변

화 그래프에서 보는바와 같이 외부 환경의 요소인 기술변화가 효율성 변화보다는 더 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

분석에 사용된 변수들이 교육부의 대학구조개혁평가와 대학 알리미 자료를 활용하여 대학평가와 유사하게 분석한 것으로 향후 각 대학들의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.



〈그림 22〉 대규모 대학의 평균 생산성 지수변화 그래프

4.3 네트워크 DEA 효율성과 Malmquist의 생산성 비교분석

대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과 소규모 대학은 20개 대학을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 3개 대학으로 15%로 분석되었으며 중규모 대학은 47개 대학을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 2개 대학으로 4%로 분석되었고 대규모 대학은 43개를 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 없는 것으로 분석되었다.

전반적인 효율성 분석결과를 보면 소규모 대학이 중규모, 대규모 대학보다 효율적으로 운영되는 대학이 상대적으로 많은 것으로 분석되었지만 이를 세부적으로 분석하면 소규모 대학의 연도별 효율성을 보면 0.778~0.811 수준을 보이고 있으며 평균적으로 0.791을 나타내며 중규모 대학의 연도별 효율성을 보면 0.705~0.805 수준을 보이고 있으며 평균적으로 0.768을 나타내고 대규모 대학의 연도별 평균 효율성을 보면 0.844~0.878 수준을 보이고 있으며 평균적으로 0.855로 분석되었다.

각 대학들의 전반적인 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 소규모, 중규모, 대규모 대학이 공통적으로 동일하게 생산성이 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보였으며 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI), 변화(EC), 기술 변화(TC)의 변동을 살펴보면 우선 총 생산성 변화(MI)은 T3 (2011년~2012년) 시점에 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 감소하는 패턴을 보이고 T5(2013년~2014년)에 다시 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에는 하락하는 패턴을 보이고 있으며 전반적으로 분석해 보면 중규모대학의 총 생산성 변화(MI)평균값이 0.973로 가장 높게 나타났으며, 다음은 대규모 대학이 0.969로 두 번째이며, 소규모 대학이 0.964로 가장 낮은 것으로 분석 되었으며 규모별로 큰 차이는 발생하지 않은 것으로 분석되었다.

이를 토대로 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)을 소규모, 중규모, 대규모로 구분하여 대학별로 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 효율성과 생산성의 변화추이를 분석하고 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 상호 연계성을 비교 분석 결과 효율성이 높다고 해서 반듯이 생산성이 모두 높은 것은 아니고 반대

로 생산성이 높다고 해서 반듯이 효율성이 모두 높은 것도 아니며 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

전반적으로 <표 40> 대학 규모별 Network 효율성과 생산성 종합 분석 결과를 보면 4년제 110개 대학 중 효율성과 생산성이 높은 대학은 11개 대학으로 10% 이며 효율성만 높은 대학은 7개 대학 6.4%로 분석 되었고 생산성만 높은 대학은 42개 대학 38.1%로 분석 되었으며 효율성과 생산성이 저조한 대학은 50개 대학으로 45.5%로 분석되어서 효율적인 대학보다 비효율적이거나 생산성이나 효율성이 한쪽만 높은 대학이 90%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

규모별로 보면 소규모 대학이 효율성과 생산성이 가장 높고 대규모 대학, 중규모 대학 순이며 효율성과 생산성이 가장 낮은 대학은 대규모 대학이며 효율성과 생산성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

<표 40>대학 규모별 Network 효율성과 생산성 분석종합

구분	계	우 상단 (효율성과 생산성 높음)	좌 상단 (생산성 높음, 효율성 평균이하)	우 하단 (효율성 평균 이상과 생산성 낮음)	좌 하단 (효율성 , 생산성 낮음)
소계	110 개	11 개 (10%)	7 개 (6.4%)	50 개 (45.5%)	42 개 (38.1%)
소규모	20 개	3 개 (15%)	2 개 (10%)	9 개 (45%)	6 개 (30%)
중규모	47 개	3 개 (6.4%)	5 개 (10.6%)	20 개 (42.6%)	19 개 (40.4%)

4.3.1 소규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석

Network 효율성 모형을 이용하여 소규모 20개 대학을 종합적으로 분석해보면 소규모 대학 VRS기반의 네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 “1”이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 D-A-15, D-A-18 2개로 분석되었다. 상대적으로 비효율적인 대학은 D-A-8, D-A-13, D-A-20 3개로 분석되었다.

소규모 대학별로 생산성 변동을 살펴보면 생산성이 높은 대학은 D-A-6, D-A-9, D-A-11, D-A-13, D-A-16 5개로 분석되었으며 저조한 대학은 D-A-1, D-A-2, D-A-8 3개로 분석되었다.

이를 토대로 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)는 〈표 41〉 소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균에서 보는바와 같으며 분석결과 효율성과 생산성이 높은 대학은 3개 대학으로 15%이며 효율성만 높은 대학은 2개 대학 10%로 분석되었고 생산성만 높은 대학은 6개 대학 20%로 분석되었다.

효율성만 높은 대학은 D-A-15, D-A-18 2개이며 생산성만 높은 대학은 D-A-6, D-A-9, D-A-11, D-A-13, D-A-16 5개로 분석되었는데 효율성과 생산성이 모두 “1”을 초과하는 대학은 없으며 D-A-13을 분석하여 보면 생산성이 높다고 해서 효율성이 모두 높은 것은 아니며 또한 효율성이 높다고 해서 생산성이 모두 높은 것도 아닌 것으로 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

D-A-13은 소규모 대학 중에서 생산성이 가장 높은 대학이나 효율성은 가장 낮은 대학으로 분석되었으며 2015년 비효율측정에서 과다투입과 과소산출이 0%로 높으며 분해 값도 운영 효율성과 마케팅 효율성이 “1”로서 높게 평가되어서 생산성이 급격하게 상승하여 상대적으로 높은 것으로 분석되었다.

소규모 대학의 효율성은 0.053~1의 값을 보이고 있으며 생산성은 0.863~1.058의 값을 가지며 이를 분석이 효율성의 값 차이가 큰 것으로 분석되었다.

〈표 41〉 소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균

DMU	MI	VRS	DMU	MI	VRS
D-A-1	0.921	0.920	D-A-11	1.004	0.987
D-A-2	0.902	0.750	D-A-12	0.954	0.917
D-A-3	0.947	0.889	D-A-13	1.058	0.503
D-A-4	0.959	0.871	D-A-14	0.933	0.807
D-A-5	0.965	0.797	D-A-15	0.953	1.000
D-A-6	1.021	0.929	D-A-16	1.010	0.803
D-A-7	0.969	0.927	D-A-17	0.940	0.752
D-A-8	0.863	0.686	D-A-18	0.953	1.000
D-A-9	1.016	0.957	D-A-19	0.956	0.955
D-A-10	0.980	0.874	D-A-20	0.988	0.739
			Average	기준 1	0.853

전반적으로 〈표 42〉 소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분석 종합에서 보는바와 같으며 분석결과 효율성과 생산성이 높은 대학은 3개 대학으로 15% 이며 효율성만 높은 대학은 2개 대학 10%로 분석되었고 생산성만 높은 대학은 6개 대학 20%로 분석되었으며 효율성과 생산성이 저조한 대학은 9개 대학으로 45%로 분석되어서 효율적인 대학보다 비효율적이거나 생산성이나 효율성이 한쪽만 높은 대학이 90%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

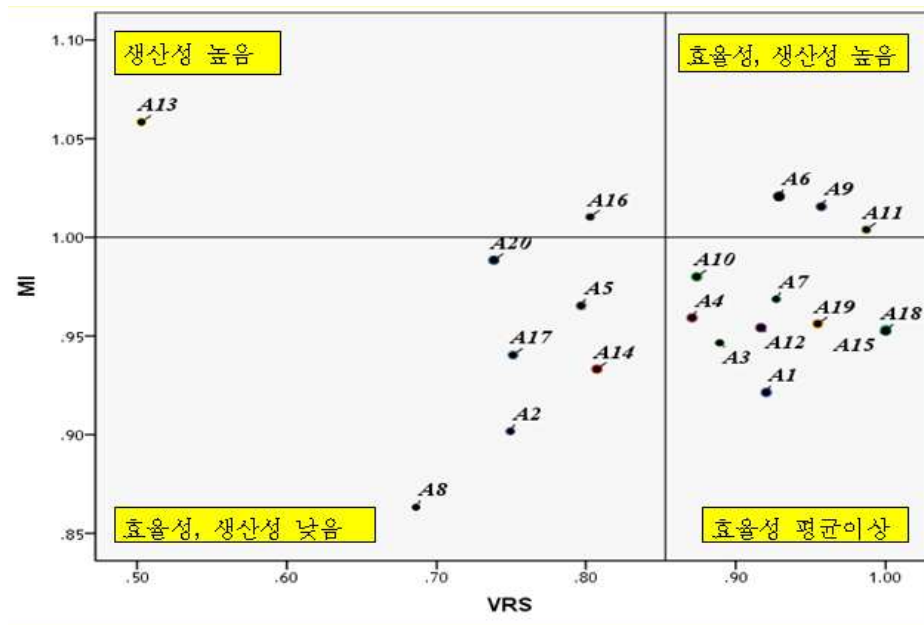
저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

〈표 42〉 소규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석종합

구분	계	우 상단 (효율성과 생산성 높음)	좌 상단 (생산성 높음, 효율성 평균이하)	우 하단 (효율성 평균이상과 생산성 낮음)	좌 하단 (효율성 , 생산성 낮음)
소규모	20 개	3 개 (15%)	2 개 (10%)	9 개 (45%)	6 개 (30%)

〈그림 23〉 소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포에서 보는 바와 같이 효율성과 생산성을 동시에 분석하였으며 세로축에는 생산성 기준 값을 “1”로, 가로축에는 효율성 평균값 0.853을 설정하여 분석 하였다. 우 상단에 위치한 D-A-6, D-A-9, D-A-11 3개 대학은 평균값 이상으로 효율성과 생산성이 모두 높은 것으로 분석되었으며 좌 상단에 위치한 D-A-13, D-A-16 2개 대학은 생산성은 높으나 효율성이 평균 이하인 것으로 분석되었다.

우 하단에 위치한 D-A-1, D-A-3, D-A-4 등 9개 대학은 효율성은 평균 이상이나 생산성이 낮은 것으로 분석 되었으며 좌 하단에 위치한 D-A-2, D-A-5, D-A-8 등 6개 대학은 효율성도 평균이하로 낮으며 생산성도 평균 이하로 낮은 것으로 분석되었다. 좌 하단의 효율성과 생산성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.



〈그림 23〉 소규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포

4.3.2 중규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석

VRS기반의 네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 “1”이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-B-16, D-B-35, D-B-39 3개로 분석되었다.

생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-B-1, D-B-17, D-B-23, D-B-24, D-B-26 5개로 분석되었으며 D-B-1생산성의 평균값 변화를 분석해 보면 총 생산성 변화(MI)는 1.003으로 생산성이 0.03% 높아졌으며 이를 세부적으로 분석해 보면 효율성 변화(EC)는 1.048로 생산성이 4.8% 높아졌고 반면에 기술변화(TC)는 0.957로 생산성이 0.043% 낮아진 것으로 분석되었으며 저조한 대학은 D-B-3, D-B-9, D-B-12 3개로 분석되었다. 이를 토대로 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)는 <표 43> 중규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균에서 보는바와 같다.

효율성이 높은 대학은 D-B-3, D-B-6, D-B-22 3개이며 생산성 변동을 살펴보면 높은 대학은 D-B-1, D-B-17, D-B-23, D-B-24, D-B-26 5개로 분석되었는데 효율성과 생산성이 모두 “1”을 초과하는 대학은 없으며 D-B-26, D-B-39, D-B-41 등을 보면 효율성이 높다고 해서 생산성이 모두 높은 것은 아니며 또한 생산성이 높다고 해서 효율성이 모두 높은 것도 아닌 것으로 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다. D-B-39는 중규모 대학 중에서 효율성이 가장 낮은 대학이나 VRS기반의 네트워크 DEA 효율성 분석결과 비효율 측정에서 과다투입과 과소산출이 2010년에는 25%~88%로 초과되었으나 2013년에 44%~28%, 2015년에 33%~30%로 전 기간 동안 낮아져서 전반적으로 생산성이 높은 것으로 분석되었다.

중규모 대학의 효율성은 0.053~1의 값을 보이고 있으며 생산성은 0.863~1.058의 값을 가지며 이를 분석이 효율성의 값 차이가 큰 것으로 분석되었다.

〈표 43〉 중규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균

DMU	MI	VRS	DMU	MI	VRS
D-B-1	1.003	0.860	D-B-25	0.956	0.793
D-B-2	0.995	0.772	D-B-26	1.003	0.775
D-B-3	0.923	1.000	D-B-27	0.983	0.793
D-B-4	0.973	0.759	D-B-28	0.926	0.763
D-B-5	0.994	0.711	D-B-29	0.963	0.801
D-B-6	0.963	1.000	D-B-30	0.955	0.931
D-B-7	0.956	0.826	D-B-31	0.980	0.839
D-B-8	0.972	0.938	D-B-32	0.977	0.698
D-B-9	0.954	0.877	D-B-33	0.974	0.856
D-B-10	0.997	0.708	D-B-34	0.939	0.957
D-B-11	0.986	0.746	D-B-35	0.969	0.679
D-B-12	0.934	0.931	D-B-36	0.959	0.790
D-B-13	0.991	0.921	D-B-37	0.981	0.776
D-B-14	0.969	0.882	D-B-38	0.965	0.879
D-B-15	0.956	0.809	D-B-39	1.010	0.632
D-B-16	0.992	0.680	D-B-40	0.882	0.968
D-B-17	1.000	0.826	D-B-41	1.001	0.756
D-B-18	0.978	0.835	D-B-42	0.992	0.947
D-B-19	0.981	0.823	D-B-43	0.954	0.690
D-B-20	0.971	0.900	D-B-44	0.973	0.834
D-B-21	0.979	0.871	D-B-45	0.955	0.824
D-B-22	0.955	1.000	D-B-46	1.002	0.812
D-B-23	1.031	0.843	D-B-47	0.990	0.859
D-B-24	1.005	0.870	Average	기준 1	0.831

전반적으로 <표 44> 중규모 대학 효율성과 생산성 종합 분석결과를 보면 47개 대학 중 효율성과 생산성이 높은 대학은 3개 대학으로 6.4%이며 효율성만 높은 대학은 5개 대학 10.6%로 분석되었다.

생산성만 높은 대학은 19개 대학으로 40.4%로 분석되었으며 효율성과 생산성이 저조한 대학은 20개 대학으로 42.6%로 분석되어서 효율적인 대학보다 비효율적이거나 생산성이나 효율성이 한쪽만 높은 대학이 94%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

<표 44> 중규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석종합

구분	계	우 상단 (효율성과 생산성 높음)	좌 상단 (생산성 높음, 효율성 평균이하)	우 하단 (효율성 평균 이상과 생산성 낮음)	좌 하단 (효율성 , 생산성 낮음)
중규모	47 개	3 개 (6.4%)	5 개 (10.6%)	20 개 (42.6%)	19 개 (40.4%)

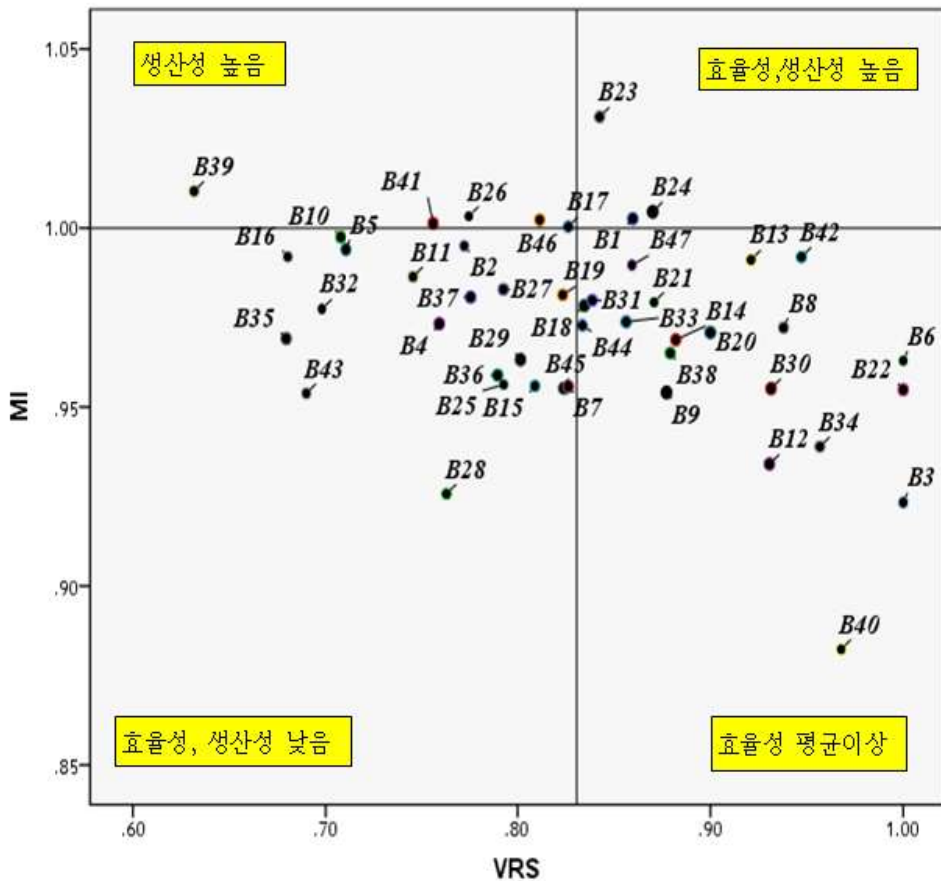
<그림 24> 중규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포에서 보는 바와 같이 효율성과 생산성을 동시에 분석하였으며 세로축에는 생산성 기준 값을 “1”로 가로축에는 효율성 평균값 0.853을 설정하여 분석 하였다.

우 상단에 위치한 D-B-1, D-B-23, D-B-24 효율성과 생산성이 모두 높은 것으로 분석되었고 좌 상단에 위치한 D-B-17, D-B-26 등 5개는 생산성은 높으며 효율성이 평균이하인 것으로 분석되었다.

우 하단에 위치한 D-B-3, D-B-6, D-B-8 등 20개는 효율성은 평균 이상이나 생산성이 낮은 것으로 분석 되었으며 좌 하단에 위치한 D-B-2, D-B-4, D-B-5 등 19개는 효율성도 평균이하로 낮으며 생산성도

평균이하로 낮은 것으로 분석되었다.

좌 하단의 효율성과 생산성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.



〈그림 24〉 중규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포

4.3.3 대규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석

Network 효율성모형을 이용하여 대규모 43개 대학을 종합적으로 분석해보면 대학 VRS-네트워크 DEA 효율성 분석결과 효율성이 “1”이 전 기간에 걸쳐서 진행된 높은 대학은 없는 것으로 분석되었고 상대적으로 비효율적인 대학은 D-C-6, D-C-27, D-C-32 3개로 분석되었으며 생산성이 높은 대학은 D-C-20, D-C-21, D-C-29, D-C-30 4개 분석되었다.

이를 토대로 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)는 <표 45> 대규모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균에서 보는바와 같다.

효율성과 생산성이 모두 “1”을 초과하는 대학은 없으며 생산성이 높다고 해서 반드시 효율성이 모두 높은 것은 아니며 또한 효율성이 높다고 해서 생산성이 모두 높은 것도 아닌 것으로 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다

그러나 D-C-20은 생산성이 1.034이고 효율성이 0.979이며, D-C-29는 생산성이 1.015이고 효율성이 0.973으로 이를 분석하여 보면 효율성이 높다고 해서 생산성이 모두 높은 것은 아니며 또한 생산성이 높다고 해서 효율성이 모두 높은 것도 아닌 것으로 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다

대규모 대학의 효율성은 0.717~0.998의 값을 보이고 있으며 생산성은 0.909~1.034의 값을 가지며 이를 분석이 효율성의 값 차이가 큰 것으로 분석되었다.

〈표 45〉 대구모 대학의 Network 효율성과 생산성 지수 평균

DMU	MI	VRS	DMU	MI	VRS
D-C-1	0.923	0.834	D-C-23	0.927	0.892
D-C-2	0.945	0.963	D-C-24	0.956	0.998
D-C-3	0.956	0.894	D-C-25	0.973	0.972
D-C-4	0.978	0.924	D-C-26	0.950	0.832
D-C-5	0.955	0.867	D-C-27	0.981	0.777
D-C-6	0.972	0.717	D-C-28	0.963	0.865
D-C-7	0.957	0.970	D-C-29	1.015	0.973
D-C-8	0.999	0.797	D-C-30	1.030	0.951
D-C-9	0.964	0.826	D-C-31	0.999	0.994
D-C-10	0.972	0.998	D-C-32	0.970	0.775
D-C-11	0.976	0.814	D-C-33	0.947	0.811
D-C-12	0.964	0.959	D-C-34	0.980	0.896
D-C-13	0.909	0.878	D-C-35	0.971	0.878
D-C-14	0.915	0.951	D-C-36	0.968	0.953
D-C-15	0.958	0.896	D-C-37	0.957	0.829
D-C-16	0.956	0.915	D-C-38	0.999	0.912
D-C-17	0.963	0.898	D-C-39	0.999	0.830
D-C-18	0.970	0.947	D-C-40	0.952	0.845
D-C-19	0.984	0.916	D-C-41	0.977	0.908
D-C-20	1.034	0.979	D-C-42	0.987	0.956
D-C-21	1.005	0.905	D-C-43	0.984	0.975
D-C-22	0.931	0.876	Average	기준 1	0.896

전반적으로 <표 46> 대규모 대학 Network 효율성과 생산성 종합 분석결과를 보면 43개 대학 중 효율성과 생산성이 높은 대학은 5개 대학으로 10%이며 효율성만 높은 대학은 7개 대학 6.4%로 분석되었다.

생산성만 높은 대학은 17개 대학 39.5%로 분석 되었으며, 효율성과 생산성이 저조한 대학은 21개 대학으로 48.9%로 분석되어서 효율적인 대학보다 비효율적이거나 생산성이나 효율성이 한쪽만 높은 대학이 90%를 차지하고 있는 것으로 분석 되었고, 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

<표 46> 대규모 대학 Network 효율성과 생산성 분석종합

구분	계	우 상단 (효율성과 생산성 높음)	좌 상단 (생산성 높음, 효율성 평균이하)	우 하단 (효율성 평균 이상과 생산성 낮음)	좌 하단 (효율성 , 생산성 낮음)
대규모	43 개	5 개 (10%)	7 개 (6.4%)	21 개 (48.9%)	17 개 (39.5%)

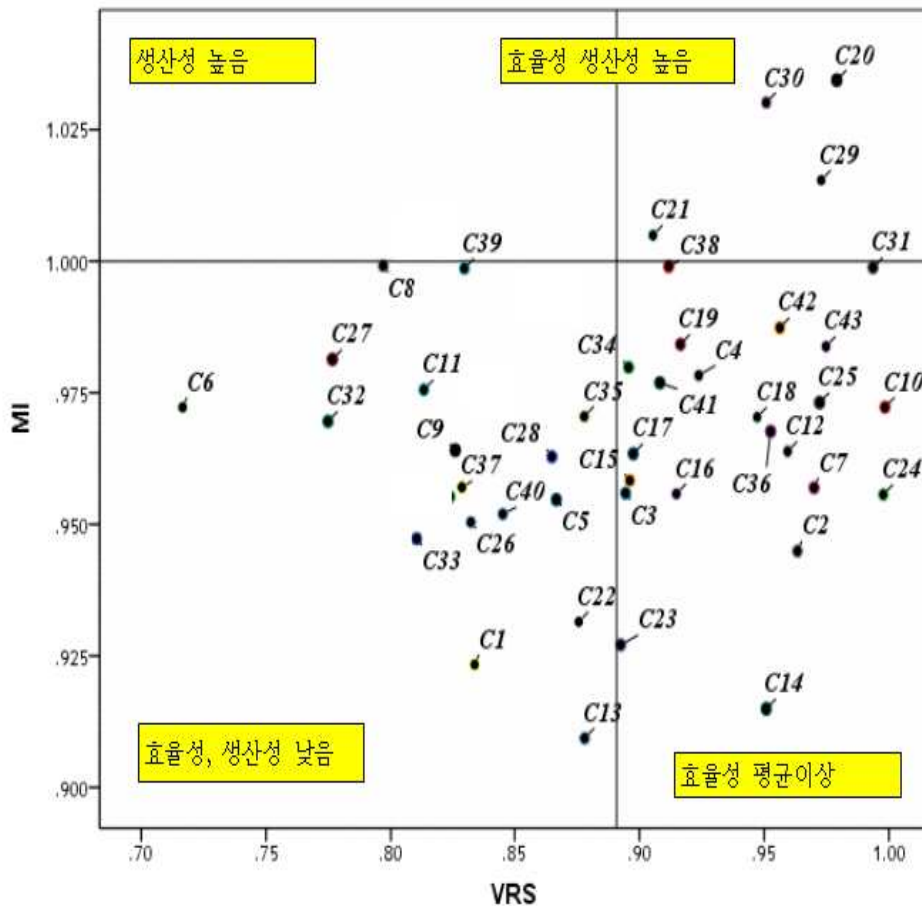
<그림 25> 대규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포에서 보는 바와 같이 효율성과 생산성을 동시에 분석하였으며 세로축에는 생산성 기준 값을 “1”로 가로축에는 효율성 평균값 0.853을 설정하여 분석 하였다.

우 상단에 위치한 D-C-20, D-C-21, D-C-29 등 5개는 평균값 이상으로 효율성과 생산성이 모두 높은 것으로 분석되었고 좌 상단에 위치한 생산성은 높으나 효율성이 평균이하인 낮은 대학은 없는 것으로 분석되었다.

우 하단에 위치한 D-C-2, D-C-3, D-C-4 등 21개는 효율성은 평균이상이나 생산성이 낮은 것으로 분석되었으며 좌 하단의 D-C-1, D-C-5, D-C-6 등 17개는 효율성도 평균이하로 낮으며 생산성도 평균이하로 낮은

것으로 분석되었다.

좌 하단의 효율성과 생산성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.



〈그림 25〉 대규모 대학의 Network 효율성과 생산성 분포

V. 결 론

5.1 연구결과 요약

본 연구는 최근 교육부의 대학구조개혁평가를 통한 정부의 재정지원 제한, 학생 정원감축, 대학 정상화 불가시 폐교까지 검토 중이며 및 세계경제침체와 청년실업의 증가, 입학자원의 감소에 따른 학령인구 감소 등으로 어려움에 처해있으며 이에 따라서 4년제 대학의 효율성과 생산성을 평가하고 대학별로 평가를 통하여 서열을 분석하기 보다는 효율적으로 운영되고 있는 대학들에 비하여 효율성이 낮은 대학에 대하여 대학경영의 목표달성을 위한 전략적인 방향을 제시하고 효율성과 비효율의 원인을 분석하며 개선방안을 제시하여 대학의 효율적인 성과관리를 증대시키고 대학경영의 효율성을 제고하는데 초점을 맞추고 있다.

연구문제를 검증하기 위하여 한국대학교육협의회의 대학정보공시의 2010년~2015년 자료 중에서 총 110개 4년제 대학 자료를 구축하여 사용하였으며 지금까지 대학의 효율성 연구는 대부분 단기간 위주의 횡단적 분석의 연구가 진행되었지만 이번 연구에서는 6년간 종단 분석을 통하여 대학별 효율성 및 기간경과에 따른 변화추이와 생산성 지수 및 기간별 변화추이를 분석하였으며 비교집단의 동질성을 확보하기 위하여 대학을 규모별로 구분하여서 (소규모:5천명 이하, 중규모:5천명 이상~1만 명 이하, 대규모:1만 명 이상) 연구를 진행 하였다.

선행연구결과와 서비스 수익체인 고리와 대학 알리미 자료와 교육부 대학구조개혁평가 점검표상의 지표를 활용하여 이를 토대로 투입변수는 전임교원 확보율, 교사시설확보율, 매개변수는 재학생 충원율과 중도 탈락률을 산출변수는 진학률과 취업률로 선정하여 최종 분석에 활용 하였으며 연구자가 분석에 맞게 가공하여 연구에 활용하였다.

본 연구에서는 대학의 효율성 및 생산성의 변화를 분석하기 위하여 비영리 기관을 대상으로 효율성 평가에 가장 많이 사용되고 있는 Network DEA와 Malmquist 생산성 지수를 통하여 효율성을 분석하고 연구 문제에

따라 분석방법을 기술하면 아래와 같다.

연구의 목적을 달성하기 위하여 연구문제는 다음과 같이 설정하여 진행하였으며 첫째, Network DEA에 따른 현재 대학의 효율성을 분석하기 위하여 연도별로 대학의 효율성 수준의 변화과정과 대학별로 효율성 분포와 특징을 분석하고 대학의 효율성에 영향을 미치는 대학의 특성을 분석하기 위하여 운영효율성(OE)과 마케팅효율성(ME)을 분석하였다.

또한 Network DEA 결과에 따른 투입과다와 산출부족을 비율(%)로 계산하여서 대학이 변수별로 투입과다와 산출부족을 규명하여 효율성에 영향을 미치는 원인을 규명하고 효율적인 대학과 비효율적인 대학의 특성이 무엇인지를 분석 하였다.

둘째, Malmquist 생산성 지수에 따른 대학의 효율성 변화를 분석하기 위하여 효율성 분석과 생산성 분석을 통하여 대학의 효율성 변화 추이와 생산성의 변화요인을 종합적으로 확인하고 대학의 연도별 생산성 변화를 분석하였다.

셋째, 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)을 소규모, 중규모, 대규모로 구분하여 대학별로 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 효율성과 생산성의 변화추이를 분석하고 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 상호 연계성을 비교 분석하였다.

분석한 연구 결과는 다음과 같으며 첫 번째 연구문제인 대학의 효율성 분석 결과로서 각 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과 소규모 대학은 20개 대학을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 3개 대학으로 15%로 분석되었으며, 중규모 대학은 47개 대학을 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 2개 대학으로 4%로 분석되었고 대규모 대학은 43개를 분석한 결과 효율성이 높은 대학은 없는 것으로 분석되었다.

각 대학의 전반적인 효율성 분석결과를 보면 평균적으로 소규모 대학은 0.791, 중규모 대학은 0.768, 대규모 대학은 0.855로 분석되었으며 결론적으로 효율성이 높은 대학은 대규모 대학이 가장 높고, 그 다음은 소규모 대학이며, 중규모 대학이 효율성이 가장 낮은 것으로 분석되었다.

비효율적으로 분석된 대학들을 보면 투입요소가 산출요소에 비하여 과

다하거나 또는 산출요소가 부족한 규모의 비효율적인 대학이 있으며 대학의 무분별한 교사시설 규모 확장과 전임교원의 과다투입문제와 진학률이나 취업률이 상대적으로 산출이 부족한 것으로 분석되었다. 세부내용은 <표 47> 대학 규모별 효율성 연도별 평균 추이에서 보는 바와 같다.

<표 47> 대학 규모별 효율성 연도별 평균 추이

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
소규모	0.811	0.778	0.796	0.793	0.778	0.794
중규모	0.705	0.737	0.763	0.805	0.803	0.800
대규모	0.844	0.857	0.873	0.847	0.851	0.859

Network DEA 분석한 결과 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성인 $SE > PTE$ 대학은 96개로 87.3%이고 규모의 비효율적인 $SE < PTE$ 대학은 10개 9.1%로 분석 되었으며 $SE = PTE$ 대학은 4개 3.6%로 분석되었다. 이를 분석해 보면 110개 대학 중 100개 대학 91%가 투입대비 산출이 적은 순수기술의 비효율성이 문제가 있는 것으로 분석 되었으며 <표 48> 운영 및 규모의 비효율성을 규모별 분석에서 보는 바와 같다.

<표 48> 순수기술 및 규모의 비효율성을 규모별 분석

구분	$SE > PTE$	$SE < PTE$	$SE = PTE$
소규모(20)	15개 75%	1개 5%	4개 20%
중규모(47)	44개 93.6%	3개 6.4%	.
대규모(43)	37개 87.2%	6개 12.8%	.

네트워크 DEA 분석을 기반으로 개별 DMU별로 비효율의 원인을 투입과다(Input shortage)와 산출물 부족(output shortage)분석한 결과로서 종합적으로 보면 산출부족이 많은 것으로 분석되었다.

소규모 대학은 효율적으로 운영되는 대학이 3개가 있으며 산출부족은 3개 대학에 3개이며 투입과다는 1개 대학 1개로 투입과다보다는 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며 중규모 대학은 효율적으로 운영되는 대학은 3개이며 산출부족은 22개 대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개로 투입과다보다는 산출부족이 많은 것으로 분석 되었고 대규모 대학에서는 효율적으로 운영되는 대학은 4개이며 산출부족은 18개 대학에 27개이며 투입과다는 2개 대학 3개로 산출부족이 많은 것으로 분석되었다.

이를 규모별로 분석해 보면 비효율성의 원인이 투입과다보다는 산출부족이 주원인이며 상대적으로 소규모 대학이 가장 효율성이 높고 다음은 대규모 대학이며, 중규모대학이 비효율적으로 분석되었다.

이처럼 효율성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 투입은 적절하지만 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들의 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

VRS기반의 네트워크 DEA 분해 값을 분석해보면 VRS와 운영 효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)이 “1”인 높은 대학은 소규모 대학이 3개, 중규모 대학은 2개, 대규모 대학은 4개로 분석되었으며, 소규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 13개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개, 중규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 40개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 7개이며 대규모 대학은 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것은 48개, 운영 효율성(OE) 감소에 기인한 것은 11개로 분석되었으며 종합적으로 운영 효율성(OE) 보다는 마케팅 효율성(ME)의 감소에 기인한 것이 주요원인으로 분석되었다.

네트워크 DEA 분석을 기반으로 네트워크 DEA 투입과다 및 산출부족을 분석한 결과 소규모 대학 효율성 평가에서는 효율적으로 운영되는 3개 대학이며 산출부족은 3개 대학에 3개이고 투입과다는 1개 대학 1개로 투입과다 보다는 산출 부족이 많은 것으로 분석되었다.

중규모 대학의 효율적으로 운영되는 대학은 3개이며 산출부족은 22개

대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개로 투입과다 보다는 산출 부족이 많은 것으로 분석 되었고 대규모 대학에서는 효율적으로 운영되는 대학은 4개이며 산출부족은 22개 대학에 37개이며 투입과다는 7개 대학 8개로 산출부족이 많은 것으로 분석 되었으며 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다한 투입과다 보다는 진학률과 취업률 부족한 산출로 인하여 비효율적이며 이들 DMU들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

둘째, 연구문제인 Malmquist 생산성 변화의 양상을 분석하여 보면 소규모, 중규모, 대규모 대학이 공통적으로 동일하게 생산성이 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보였으며, 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI), 변화(EC), 기술변화(TC)의 변동을 살펴보면 우선 총 생산성 변화(MI)는 T3(2011년~2012년)시점에 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 감소하는 패턴을 보이고 T5(2014년~2015년)에 다시 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에 하락하는 패턴을 보이고 있다.

전반적으로 분석해 보면 중규모 대학의 총 생산성 변화(MI)평균값이 0.973로 가장 높게 나타났으며 다음은 대규모 대학이 0.969이며 소규모 대학이 0.964로 가장 낮은 것으로 분석 되었으며 규모별로 큰 차이는 발생하지 않은 것으로 분석되었다.

소규모 대학의 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.964의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.151% 만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 1.016의 값으로 생산성의 평균값 대비하여 약 0.067% 감소하였으며 기술변화(TC) 평균값은 0.870의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 약 0.22% 증가한 것으로 분석되었다.

중규모 대학의 총 생산성 변화(MI)평균값의 변동을 분석하면 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.968의 값으로 0.022% 만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균값은 1.004의 값으로, 0.041% 증가하였으며 기술변화(TC)의 평균값은 0.964의 값으로 0.036% 만큼 감소한 것으로 분석되었다.

대규모 대학은 전반적으로 총 생산성 변화(MI)평균값은 0.968의 값으로, 생산성의 평균값 대비하여 0.022% 만큼 감소하였고 효율성 변화(EC)의 평균

값은 1.004의 값으로 0.041% 증가하였으며 기술변화(TC) 평균값은 0.964의 값으로 0.036% 만큼 감소한 것으로 분석되었다.

생산성 측면에서는 기술변화보다는 효율성 변화가 긍정적 영향을 미치는 것으로 분석 되었으며 사용된 변수들이 교육부의 대학구조개혁평가와 대학알리미 자료를 활용하여 대학평가와 유사하게 분석한 것으로 향후 대학의 생산성을 향상시키기 위해서는 기술변화에 중점을 두고 노력이 필요할 것으로 판단된다.

효율성 변화(EC)은 규모별로 상승과 감소하는 패턴이 각각 다르며 소규모 대학은 T3(2011년~2012년)시점에 1.031로 최대로 상승하였다가 감소하는 패턴을 보이고 중규모 대학은 T4(2012년~2013년)에 1.053으로 최대로 상승하였다가 감소하며 대규모 대학은 T3(2011년~2012년)시점에 1.023으로 최대로 상승하였다가 감소하고 전반적으로 중규모 대학의 효율성 변화 평균값이 1.027로 가장 높게 나타났으며 다음은 대규모 대학이 1.004이며, 소규모 대학이 0.995로 가장 낮은 것으로 분석되었다.

기술 변화(TC)의 양상을 분석하여 보면 소규모, 중규모, 대규모 대학이 공통적으로 동일하게 생산성이 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보였으며 연도별 기술변화(TC)의 변동을 살펴보면 T3(2011년~2012년) 시점에 최대로 상승하였다가 T4(2012년~2013년)에 감소하는 패턴을 보이고 T5(2014년~2015년)에 다시 상승하였다가 T6(2014년~2015년)에 하락하는 패턴을 보이고 있으며 전반적으로 소규모 대학의 기술변화 평균값이 0.969로 가장 높게 나타났으며 다음은 대규모 대학이 0.964이며 중규모 대학이 0.947로 가장 낮은 것으로 분석되었다.

셋째, 연구문제인 대학 규모별 Network 효율성을 분석한 결과와 연도별 효율성 총 생산성 변화(MI)을 대학별로 효율성이 높은 대학이 생산성도 높은지 효율성과 생산성의 변화추이를 분석결과 110개 대학 중 효율성과 생산성이 높은 대학은 11개 대학으로 10%이며 효율성만 높은 대학은 7개 대학 6.4%로 분석 되었고 생산성만 높은 대학은 42개 대학 38.1%로 분석 되었으며 효율성과 생산성이 저조한 대학은 50개 대학으로 45.5%로 분석되어서 효율적인 대학보다 비효율적이거나 생산성이나 효율성이 한쪽

만 높은 대학이 90%를 차지하고 있는 것으로 분석 되었으며 규모별로 보면 소규모 대학이 효율성과 생산성이 가장 높고 대규모 대학, 중규모 대학 순이며 효율성이 높다고 해서 생산성이 모두 높은 것은 아니며 또한 생산성이 높다고 해서 효율성이 높은 것도 아닌 것으로 효율성과 생산성이 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

효율성과 생산성이 가장 낮은 대학은 대규모 대학이며 효율성과 생산성이 저조한 대학들의 공통점은 목표치에 비해 교사시설 확보율과 전임교원 확보율의 과다투입과 진학률과 취업률 부족한 산출로 인해 비효율이 야기된 사례들이며 이들 대학들은 효율적인 운영을 위해서는 투입과 산출에 대한 적절한 전략적 운영방안의 도입이 필요할 것으로 분석되었다.

5.2 시사점

본 연구가 제시하는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 효율성을 측정하는 방법으로 DEA는 투입물과 산출물을 이용하여 측정하며, 투입물을 이용하여 산출물을 생산하는 중간 생산영역인 생산과정을 알 수 없는 블랙박스로 간주하였으나 국내연구에서 최초로 대학운영 효율성 분석을 매개변수를 활용하여 프로세스를 연결하는 Network 효율성 분석을 통하여 투입물과 산출물을 생산하는 중간생산영역인 생산과정의 내부 기술구조의 프로세스 효율성 영향을 분석하였다.

둘째, 현 정부 상황 하에서 교육부의 대학구조개혁 평가와 병행하여 대학이 직면한 심각한 위기 상황을 극복과 경쟁력을 확보하고 투입과 산출 구조에 대한 조정이나 최적의 생산 규모의 확보를 위해서 운영효율성(OE)과 마케팅 효율성(ME)을 분석하고 투입과다와 산출부족을 비율(%)로 계산하여서 비효율적인 대학에 대하여 효율성 개선이 요구되는 방향과 대학의 목표달성을 위한 체계적인 전략을 제시하였다.

셋째, 최근 대학의 전반적인 추세는 학생중심으로 변하고 있으며 학생의 만족을 높이고 다양한 상호작용을 늘리는 한편 대학의 운영 효율성을 높이고 학생에 대한 서비스품질 관리가 매우 중요시 되고 있다. 또한 대학 교육 서비스품질과 관련된 학생 만족도나 복지시설, 교육환경, 강의 만족도 등의 변수가 추가적으로 교육부 대학구조 개혁평가와 한국대학교육협의회의 대학 정보공시에 반영되어야 할 것으로 판단되었다.

5.3 연구의 한계점 및 미래의 연구방향

본 연구의 결과를 해석함에 있어 이론적, 실무적 함의에도 불구하고 다음과 같은 한계점이 존재한다.

첫째, 연구모형에 따른 분석에 사용된 자료는 분석의 객관성을 확보하기 위하여 한국대학 교육협회의 대학정보공시의 대학 알리미 자료를 활용하였으나 다양한 변수의 확보가 어려웠고 특히 대학 교육 서비스품질과 관련된 학생 만족도나 복지시설, 강의 만족도와 같은 변수를 활용이 제한되었으며, 대학 알리미가 공신력 있는 자료 이지만 자료의 오류를 연구자가 직접 검토할 수 없는 제한 사항이 있었다.

둘째, 각 대학별로 연구 중심형, 교육 중심형 등 설립목적이 다르기 때문에 대학별로 공통적으로 공시된 대학 알리미 자료는 대학을 대표하고 특성을 반영한 양적 및 질적 변수를 충분히 확보하지 못하여 연구에서 사용된 변수들이 기존 선행연구들의 변수에서 크게 벗어나지 못하였다.

셋째, 네트워크 효율성 분석과 Malmquist 생산성 분석이 DMU 대상간의 절대적 개념의 효율성을 의미하는 것이 아니라 상대적인 개념의 효율성을 분석 한다는 특징을 가지고 있으며 이로 인하여 상대적으로 효율적인 대학으로 분류되었다 하더라도 현재 대학운영이 100% 절대적으로 효율적이라고 볼 수 없으며 실질적으로 대학운영 시 인적 자원, 물적 자원 운영의 측면에서 비효율 적인 요소를 내포할 수 있는 구조적인 한계점을 내포하고 있다.

끝으로 연구결과를 토대로 대학의 효율성을 높일 수 있는 후속연구와 정책개선을 위한 제언으로 대학의 단과대학이나 학과단위의 평가를 하게 된다면 동질집단으로서 또 다른 시사점을 제공 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 강상묵. (2015). 『효율성 생산성 성과분석』, 서울 : 법문사.
- 구종순, 이정선, 전동화. (2011). 한·중·일 항만효율성 비교연구, 『해운물류연구』, 27(3), 461-478.
- 권영훈, 김선영, 이남준. (2010). DEA모형을 이용한 대학운영 효율성 분석 연구. 『서비스경영학회지』, 11(1), 179-208.
- 권오경. (2015). 『서비스 지수를 반영한 국내공항의 효율성 분석』. 인하대학교 대학원 석사학위논문.
- 길용수. (2013). 『특성화 전략을 위한 대학 경영 자가진단 필요하다』. 교수신문.
- 김민희, 나민주. (2010). DEA를 활용한 대학의 연구생산성 제고방안. 『교육재정경제연구지』, 19(2), 3-64.
- 김선민. (2013). DEA를 이용한 대학연구 효율성 비교연구:A 대학 사례를 중심으로. 『대한안전경영과학회지』, 249-258.
- 김성훈, 이호섭. (2007). 자료포락분석(DEA)에 따른 대학의 효율성과 대학평가 결과비교 . 『교육평가연구』, 1(21), 1-26.
- 김영일. (2016). 『대학 구조개혁법 어떻게 할 것인가』. 교육부 대학구조개혁법 토론회 자료집. 11-24.
- 김현태. (2012). 『DEA를 이용한 특수교육과의 효율성 분석』. 중부대학교 박사학위논문.
- 김형기, 이장원, 문종범. (2007). 중국 연해지역 주요항만의 경쟁력 분석, 『현대중국연구』. 263.
- 김화영. (2013). 『DEA와 MPI를 이용한 효율성 분석』. 이화여자대학교 대학원 박사 학위 논문.

- 김희창. (2012). 은행산업의 효율성 및 결정요인에 관한 실증분석. 『산업경제연구지』, 25(1), 365-385.
- 나무위키 namu.wiki. (2016). 『대학 구조개혁 평가』.
- 나민주. (2004). 국립대 재정운영의 효율성 평가. 『교육제정경제연구지』, 13(2), 149-173.
- 나민주, 김민희. (2005). DEA를 활용한 대학교육의 효율성 국제비교. 『교육제정경제연구지』, 14(2), 205-237.
- 나민주, 김민희. (2010). DEA를 활용한 대학의 연구생산성 제고방안. 『교육제정경제연구지』, 19(2), 33-64.
- 문보은. (2013). 『대학의 질적 수준과 등록금 수준간의 상대적 효율성분석』. 숙명여자 대학교 대학원박사 학위 논문.
- 박만희. (2008). 『효율성과 생산성 분석』, 서울 : 한국학술정보(주).
- 박상률. (2012). 『대학의 효율성 평가 및 개선방안 연구』. 경희대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박용석. (2010). 『대학교육서비스 만족에 관한 연구』. 경희대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박혜영. (2011). 정보 공시제를 활용한 대학의 효율성 평가. 『경영교육연구』, 69, 125-153.
- 섭경력. (2016). 『Green Port 구축을 위한 환 발해권 항만 효율성 및 전략에 관한 연구』. 전북대학교 대학원 석사학위 논문.
- 손명숙. (2011). 『전문대학생의 대학선택 결정 요인에 관한 연구:강원지역 전문대학 재학생을 중심으로』. 강원대학교 경영대학원 경영학석사학위논문.
- 송미자, 김우제. (2005). 『DEA(Data Envelopment Analysis)를 이용한 학과별 효율성 평가』. 서울산업대학교 논문집, 54, 287-294.
- 신현대. (2004). 『대학의 성과평가에 관한 연구 : DEA기법에 의한 효율성 분석』. 성균관대학교 박사학위논문.

- 신현대. (2006). 자료포락분석을 통한 대학의 상대적 효율성 평가연구. 『교육평가연구』, 19, 45-63.
- 심광식. (2006). 『DEA 모형을 활용한 지하철 운영기관의 효율성 평가』, 전남대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 안태식, 조군제, 박태중. (1998). 한국 대학의 효율 행태와 영향요인. 『회계학연구』, 23(2), 183-215.
- 엄준용. (2009). 『DEA를 활용한 대학원의 효율성 분석』, 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 이석열. (2009). 『DEA를 이용한 사립대학의 경영효율성 분석』, 교육행정학연구지, 27(2), 381-403.
- 이재직. (2014). 『DEA를 활용한 한국 폴리텍 대학의 경영 효율성 분석』, 동양대학교 대학원 박사학위논문.
- 이주연. (2013). 『DEA 기법을 활용한 인력양성사업의 대학 간 효율성 분석』, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이정동, 오동현. (2010). 『효율성 분석이론 : DEA 자료포락분석법』, IB Book.
- 이형석. (2015). 『BSC 와 DEA 결합모형을 이용한 사립대학 효율성분석』, 전남대학교 대학원 박사학위논문.
- 이호섭. (2008). 자료포락분석(DEA)을 활용한 대학의 특성별 효율성 평가연구. 『교육평가연구』, 21(4), 41-65.
- 이홍배, 이상호. (2001). DEA를 이용한 대학 경영효율성 평가의 탐색적 연구. 『산업경제연구』, 14(2), 261-277.
- 이황원. (2009). 『DEA를 활용한 대학의 효율성 평가』, 경일대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 전용수, 최태성, 김성호. (2002). 『효율성평가를 위한 자료포락분석』, 인하대학교 출판부.
- 정대범. (2011). 『우리나라 전문대학의 효율성 평가연구』, 연세대학교 대학원 박사학위논문.

- 정재훈. (2009). 『의료서비스에서 서비스 수익체인의 적용에 관한 종단적 연구』. 전남 대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤경준. (1996). DEA를 통한 보건소 효율성 측정, 『한국정책학회보』, 5(4), 80-109.
- 윤종운. (2011). 『대학 경쟁력 제고를 위한 효율성 개선방안』. 고려대학교 대학원 박사 학위논문.
- 윤종운, 박광태. (2006). DEA를 이용한 단과대학의 효율성 분석: A대학을 중심으로. 『한국생산성학회』. 20(4), 19-39.
- 윤희주. (2008). DEA를 활용한 교육대학교 운영의 효율성평가. 『교육재정경제연구』. 17(2), 29-57.
- 차지철. (2015). 『DEA모형을 활용한 사범대학 학과의 상대적 효율성분석』. 충북대학교 대학원 석사학위논문.
- 최강화. (2016). 항공 서비스품질을 고려한 미국 항공사 간의 효율성 분석. 『한국 항공경영학회지』, 14(4), 57-71.
- 최호택, 강호정. (2010). 대학의 행정정보공개와 상대적 효율성 분석. 『한국콘텐츠학회』. 10(11), 371-379.
- 최홍, 손소영. (1999). DEA를 이용한 공대 학과별 효율성 비교 및 학부제 통합 대안에 관한 연구. 『대한산업공학회』, 799-807.
- 최희선. (2014). 『대학 교육서비스 품질에 관한 연구』. 한성대학교 대학원 석사학위논문.
- 한국교육개발원 교육통계서비스. (<http://std.kedi.re.kr>). 『교육부』.
- 한국대학교육협의회. (2016). 『고등교육통계』. 대학 알리미.
- 황보창수. (2000). 『Data Envelop Analysis를 활용한 대학의 효율성 평가』. 경일대학교 석사학위논문.

2. 국외문헌

- Abbott, M, D. C.(2003). The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analys, *Economics of Education*, 22, 89-97.
- Avkiran, N. (2001). Universities Data Envelopment Analysis, *Socio-Economic Planning Sciences*, 35, 57-80.
- Banker, R. D. Chaenes, A and Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Date Enverolpment Analysis, *Mannagement Science*, 30(9), 1078-1092.
- Barker, D. & Cameron, C. (2000). Spirit of Capitalism: Religious Doctrine of Values and Economic Attitude Constructs. *Political Behavior*, 22(1): 1-27.
- Boussofiane, A. & R. G. Dyson, & Than E. Assoulis. (1991). Applied data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, 52(2), 1-15.
- Charnes, A. W. W. cooper. and E. Rhodes. (1978). Measuring The Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 427-444.
- Emmanuel Thanassoulis. (2003). Introduction to The Theory and Application of Date Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society A* 120, 253-281.
- Farrell, M.J. (1957), The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A, 120(3), 252-267.
- Florida, R. (2005a). Cities and The Creative Class. Oxford, Oxfordshire: Routledge.
- Florida, R. (2005b). The Fight of The Creative Class: The New Global Competition for Talent. New York: Harper Collins.
- Herman, H. D. & F. Gold. (1985), Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis-*Journal of Banking and Finance*, 9(2),

297–231.

- Kao, C. and S. N. Hwang, (2010). Efficiency Measurement for Network Systems: IT Impact on Firm Performance. *Decision Support Systems*, 48, 437–446.
- Tse, Kuah Cheen. (2011). Kuan Yew Wong, Efficiency Assessment of Universities Through Data Envelopment Analysis, *Procedia Computer Science*, 499–506.
- Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice. 135.
- Malmquist, R. Fare, Shawna, Grosskopf, R. R. Russell. (1998). Index Numbers: Essays in Honor of Sten Malmquist: Malmquist Productivity Indexes: A Survey of Theory and Practice, Kluwer Academic Publishers. 128.
- Sexton, T. R., and Lewis, H. F. (2003). Two-Stage DEA: An Application to Major League Baseball. *Journal of Productivity Analysis*, 19, 227–249.
- Sherman, H. D. & F. Gold. (1985). "Bank Branch Operating Efficiency: Evaluation with Data Envelopment Analysis," *Journal of Banking and Finance*, 9(2), 297–231.
- Tomkins. & Green. (1998). An Experiment in the Use of Data Envelopment Analysis of Evaluating the Efficiency of UK University Departments of Accounting. *Financial Account Ability and Management*, 4, 147–164.
- Tone, K. and Tsutsui, M. (2007). Network DEA: A Slacks-Based Measure Approach, GRIPS Policy Information Center.
- Tzeremes Nickolas and George Halkos. (2011). A DEA Approach for Measuring University Departments Efficiency, Munich Personal RePEc Archive, July 2010, 41(3), 1–26.
- Wang, C. H. Gopal and S. Zionts, (1997). Use of data Envelopment Analysis in Assessing Information technology Impact on Firm Performance. *Annals of Operations Research*, 73, 191–213.

ABSTRACT

Comparative Analysis on the Operational Efficiency in College Based
on the Network DEA and Malmquist Productivity Index
: Based on the Higher Education Information Disclosure Data

Choi, Hee-Seon

Major in Service Operations Management

Ph. D. of Business Administration

The Graduate School

Hansung University

Recently, colleges have experienced difficult times due to Government's restriction in financial support by the Education Department's "Korean Higher Education Reform(KHER)", caused by reduction in the number of students in college, increase in unemployment among young people and decrease in admission resources.

In particular, most of previous literatures have focused on the operational efficiency, by measuring a relative efficiency based on the input and output variables such as the university resource and the employment rate of university graduates. However, these researches does not reflect the educational service quality, which is very important factors for university operations. Therefore, this study tried to demonstrate the Network DEA model considering educational service quality on a yearly base. Furthermore, this study analyzed the Malmquist productivity analysis to measure the dynamic efficiency change on the longitudinal perspective. To measure the efficiency considering the characteristics of university, this study categorized the university DMUs into three group: small-size,

medium-size and large-size university. And a related input and output data are collected from “Higher Education Information Disclosure” from 2010 to 2015.

On the base of Network DEA, this study decomposed the management efficiency into operational and marketing efficiency. Operational efficiency is measured by educational service input such as the number of full-time lecturers and the scope of university campus facilities and service quality factors such as enrolled and drop rate of university student. Furthermore, marketing efficiency used the entrance rate and employment rate as a output variables in the second stage DEA.

The major results of study are as follows:

First, this study measured the technical efficiency (TE) and pure technical efficiency (PTE), and scale efficiency (SE). The results demonstrated that the larger scale colleges tended to have better efficiency in operation with the result of 0.855, and smaller scale college and medium scale college gave the result of 0.791 and 0.768 in order. Furthermore, most of inefficient DMUs have a problem of excessive input and output shortage.

Second, the results of Malmquist’s productivity index suggest that MPI have fluctuated over the period of analysis. In particular, technological changes have a major driver for MPI change.

Third, the combination matrix of static efficiency and dynamic productivity change suggest a strategic resource management and initiatives for operational efficiency improvement tailored to characteristic of university.

【Key words】 Data Envelope Analysis (DEA), CCR, BCC, Malmquist Productivity Index, Network DEA, University of Efficiency, Operational Efficiency, Marketing Efficiency Input Shortage, Output Shortage