

## 네트워크 분석법을 이용한 군납업체 선정에 관한 연구

황은성<sup>1†</sup> 제두호<sup>2</sup> 조재희<sup>3</sup>

- I. 서론
- II. 문헌연구
- III. 전략적 평가모델의 수립
- IV. 사례연구
- V. 결론 및 연구과제

### 요 약

본 연구는 국방분야에서 기준 미달의 부품과 원자재들을 사용하는 등 하자발생 가능성이 높은 취약업체를 분별해 내고 군수품 조달 시스템에 가장 중요한 영역을 차지하는 납품업체 선정과정에 보다 합리적인 안을 제시하고자 수행되었다. 이를 위하여 다기준 하 합리적인 의사결정방법인 네트워크 분석법을 기반으로한 전략적 평가모델을 수립하였으며 중요성이 대두되는 방탄복을 대상으로 사례연구를 진행하여 수립된 모델의 실무적 적용 가능성을 확인하였다. 과학적 방법을 적용한 이러한 업체선정 과정은 다기준하 평가된 결과를 신뢰성 있는 데이터로 종합적으로 전환하여 의사결정자에게 공정하고 합리적인 대안을 우선순위에 따라 제시해 준다는 점에서 큰 의의가 있다. 본 연구가 군납업체 선정과정에서 투명성과 공정성을 확보하고 나아가 국민적 신뢰 회복과 함께 군 전투력 증강에 크게 기여하기를 기대한다.

<핵심어> 네트워크분석법 (Analytic Network Process), 계층분석법 (Analytic Hierarchy Process), 군납, 방탄복, 국방조달

1† 광운대학교 방위사업학과 박사과정, 육군소령, Tel. 010-5079-3363, E-mail: hihes@korea.ac.kr

2 육군사관학교 군사과학처 무기기계공학과 조교수

3 광운대학교 일반대학원 경영정보학과 교수, 일반대학원장, 경영정보학박사

논문접수일 : 2014년 6월 2일      게재확정일: 2014년 6월 27일

논문수정일 : 2014년 6월 23일(1차), 2014년 6월 25일(2차)

## A Study on the Selection of a Military Purveyance Firm Using the ANP Method

Hwang, Eun Seong<sup>1†</sup> Je, Du-Ho<sup>2</sup> Cho, Jae Hee<sup>3</sup>

### Abstract

With the development of military defense technologies, exports of Korea's defense industry have been increasing over the years. However, there have also been corruption cases related to military supply. This study identified corruption-vulnerable manufacturers in the military field that use substandard materials and parts, which are prone to defects. This study also suggested a more reasonable military procurement vendor selection process. For such reasons, we established a strategic evaluation model based on network analysis, which is the most rational decision-making method under multiple criteria, and verified the model's practical applicability with a case study on body armor. This scientific method would help decision-makers come up with rational alternatives fairly and transparently. This study provided guidelines for ensuring fair and transparent selection of a military purveyance firm and for increasing combat power.

<keywords>: ANP (Analytic Network Process), AHP (Analytic Hierarchy Process), Military Purveyance, military procurement

## 1. 서론

방위산업 수출액이 5년 사이 10배 넘게 늘 정도로 국산 무기는 명품으로 인정받고 있으나 군납비리와 관련한 문제는 끊이지 않고 있다. 2011년 도심의 상공을 방어하는 임무를 수행하는 35mm 오리콘 대공포에서 사격 훈련 시 균열 등 문제가 계속 발생하여 조사결과 대공포 1문당 2개가 필요한 핵심몸통에서 36문, 72개 몸통중 절반이 넘는 49개가 1998년부터 2003년까지 군으로 납품된 불량품으로 밝혀져 충격을 준 사건이 있었다. 특히 국내에서 만든 가짜 대공포 부품을 외국으로 반출했다가 역수입하는 수법을 사용한 이러한 사건으로 군납비리에 대한 자성의 목소리가 크게 확산되었다. 그럼에도 국방기술 품질원이 최근 3년간 납품된 군수품 13만6천여 건을 조사한 결과, 대기업 등 군수업체 34곳이 125건의 성적서를 위·변조한 것으로 확인되었다. 군이 사용하는 무기들은 유사시 결정적인 순간에 그 역할을 필요로 한다. 지난 2010년 11월, 북한의 연평도 포격당시 K-9 자주포 6문 가운데 일부 기능제약으로, 첫 대응 사격시 불가피하게 3문으로만 대응했던 사례가 있었다. 그러한 중요한 순간에 불량 부품 하나 때문에 군용품이 제 기능을 발휘하지 못한다면 천문학적인 예산이 소요되는 군 전력을 유지하는데 투자한 비용이 그대로 사라지는 것이다. 이러한 문제가 발생된 근본원인은 결국 규격미달 부속품 및 피복류, 군장품, 불량저급 식품류를 납품하는 업체와 이러한 업체를 사전에 분별하지 못한 체계에 있다. 우리 군의 업체 선정과정은 계약업체가 공인시험기관의 시험성적서를 직접 받아 기품원에 제출하도록 하는 시스템이다. 따라서 해당 업체에 의한 서류의 위·변조 가능성이 상존한다. 사실 그동안 업체가 법원에 뇌물공여 및 입찰담합문제로 입찰참가자격 제한처분을 받을 경우, 이에 대해 집행정지를 신청할 시 법원은 특별한 사유가 없는 한 제재처분의 집행을 정지하는 결정을 하였다. 이와 같은 판례를 악용하여 일부 업체는 방위사업청이 부정당업자 제재처분을 내리더라도 법원으로부터 집행정지 신청을 받아 국가입찰에 또 다시 참여하여 낙찰을 받는 악순환이 지속되었던 것이다. 따라서 최초 사업에 적정업체를 제대로 선정해야하는 필요성이 더욱 절실히 요구되는 바이다.

본 연구는 이러한 배경에서 국방 분야에 기준 미달의 부품과 원자재들을 사용하거나 하자발생 가능성이 높은 취약업체를 조기에 분별해 내고 군수품 조달체계상에 중요한 영역을 차지하는 납품업체 선정과정에 보다 합리적인 안을 제시하고자 수행되었다. 이를 위하여 다기준하 합리적인 의사결정방법인 네트워크 분석법을 기반으로 한 전략적 평가모델을 수립하고 그 중요성이 대두되는 방탄복을 대상으로 사례연구를 진행하여 수립된 모델의 실무적 적용 가능성을 확인하고자 한다. 과학적 방법을 적용한 이러한 업체선정 과정은 다기준하 평가된 결과를 신뢰성 있는 데이터로 종합적으로 전환하여 의사결정자에게 공정하고 합리적인 대안을 우선순위별로 제시해 준다는 점에서 향후 군납업체 선정과정에서 투명성과 공정성을 확보하고 나아가 국민적 신뢰 회복과 더불어 관련분야 사업진행에 크게 기여할 것으로 기대한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어 2장에서는 기존 연구에 대해 알아보고 3장에서는 본 연구에 기반이 되는 적정 군납업체 선정의 전략적 모델을 수립하고 4장에서는 사례 연구를 통한 실제 적용과정에 대해 알아본 다음 5장에서는 결론을 맺고 향후 연구과제에 대해 논의하는 순서로 구성되어 있다.

## 2. 문헌연구

군납업체 선정과 관련한 기존 연구는 업체 선정의 전반적인 프로세스 분석을 통해 산출된 결과를 바탕으로 평가시스템을 구축하고 이어서 과학적 의사결정 방법을 접목시켜 최적의 안을 선정하는 과정을 다룬 연구와 업체의 품질보증활동 부분에 중점을 두고 프로세스상 취약분야를 도출하여 부분별 개선사항을 제시한 연구들로 구분된다.

우선 적정업체 평가 및 선정을 위한 기존연구로 이낙형 등은 국방기술품질원에서 수행중인 품질위험도 평가 기법의 개선방안으로 계층분석법(AHP)을 통해 평가요소의 중요도를 재산정한 평가모형을 제시하였다. 기존의 하자발생 품목의 위험도 평가결과에 항목별 배점을 적용하여 구체화된 평가점수를 부여하고 위험도의 변화를 분석하는 것으로 군수품 품질은 품목의 특성보다는 업체위험도에 따라 품질이 다르게 나타난다고 밝혔다[3]. 국방기술품질원에서 수행된 업체 품질수준 평가(QPI)체계 연구보고는 정량적, 정성적 품질수준을 지표화한 다음 계층분석법을 통해 평가를 진행하는 것을 주요내용으로 하고 있다[21]. 김신중 등은 기업의 운영과 재정, 경쟁력 등을 포괄적으로 고려한 공급업체 선정에 대한 표준화된 평가모형을 제시하고 다양한 평가요소의 실제적인 평가를 고려하고자 계층분석법(AHP)과 선형계획모형을 결합한 수리적 통합모형을 개발한 것이 특징이다[4]. 특히 업체 선정을 위한 평가요인과 이들의 상대적 중요도를 기업 경영상황에 따라 선택 조정할 수 있도록 했으며 제약조건에 대한 유연성을 부여함으로써 기업별 특성에 부합된 업체 평가 및 선정과정 적용에 수정이나 추가가 용이하도록 하였다. 이러한 연구들은 기준에 따른 합리적인 평가와 결과를 과학적인 의사결정과정을 통해 해석함으로써 위험수준에 따라 업체가 구분되도록 한 공통점이 있다. 한홍규 등은 판별분석을 이용한 부정당업자의 모형을 개발하고 취약변인을 구분하여 납기를 지키지 못해 군 전력화 추진에 차질을 일으킬 수 있는 부정당업자 발생 예측에 중점을 둔 조기경보시스템을 제공하고자 하였다[5].

업체의 품질보증활동 부분에 중점을 두고, 취약분야를 도출하여 부분별 개선사항을 제시한 연구로 박명주 등은 식자재 공급업체 선정요인의 우선순위로 의사결정 참여자가 인식하는 선정요인별 중요도를 우선 순위화하고 통계적 품질관리 기법을 적용하여 업체 선정과정의 오류를 최소화하는 동시에 품질요인을 중심으로 한 최적 공급업체를 구하고자 하였다[6]. 허 경 등은 품질보증에서 업체의 회계정보의 유용성에 중점을 두었으며 10억 이상 100억 미만의 군(軍) 공사계약에 적격심사 낙찰제를 적용중인 육군중앙공사계약에 대한 낙찰률 및 하자율 예측모형을 제시하고자 하였다[7]. 이러한 연구들은 군수품 품질관리에 미치는 영향력 있는 요인들의 우선순위에 따라 가중치를 두고 관리해야 업체와 의사결정자 모두의 만족도를 극대화시킬 수 있는 품질경영 달성이 가능하다고 본 공통점이 있다.

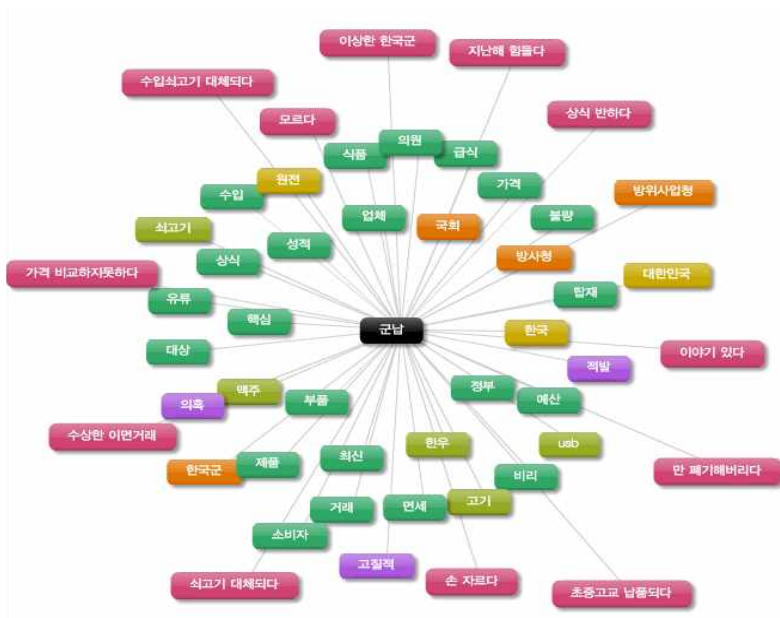
지금까지 알아본 연구들은 기업 신뢰도와 품목의 품질수준을 중심으로 적정업체 선정 과정이 시스템적으로 이루어져야 한다는 공통된 목표를 가지고 있었으며 주로 AHP와 DEA(Data Envelopment Analysis)분석을 적용하여 왔다. 하지만 제시된 평가지표에 대한 적용방법이 구체적이지 못하거나 이미 기술품질원 및 방위사업청에서 제시한 핵심 평가요소를 비중 높게 다루지 않아 군내에서 실무적으로 적용하는데 다소 어려움이 있었다. 또한 일부 연구사례로 다루는 품목과 업체가 소규모이거나 대중적이지 못해 정보접근이 어렵고 단순 평가지표로만 평가하여 광범위한 적용과 활용이 힘든 실정이다. 기존연구들이 지니는 한계점을 통한 연구방향의 시사점을 정리하면 첫째, 타당성을 갖춘 평가지표 선정과 항목별

세부 평가지표 적정 가중치 판단이 필요하고 둘째, 학문적 이론에 기초한 정량적, 정성적 평가개념이 확립되어야하며 셋째, 과학적 의사결정 방법론을 적용한 구체적인 최적업체 결정과정 제시가 구체적으로 제시되어야 하고 넷째, 국방 군수관리에 핵심이되는 군수품목을 지정하여 제시하는 연구과정의 방법에 따른 적용 및 검증과정이 제시되어야 한다.

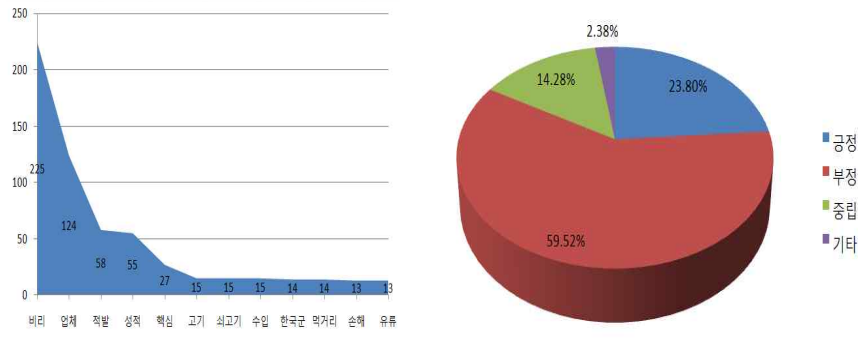
따라서 본 연구에서는 이러한 부분을 중점으로 주요 기존 지표들이 명시된 국방기술품질원의 업체 품질수준 평가체계(QPI)[21], 방산업체 연구개발 능력 평가모델[22], 방위사업청의 방위산업물자 및 방위산업체 지정규정[23], 방위사업관리 규정에서 총 망라한 다음 전문가 집단과의 토의 및 검토를 거쳐 핵심 평가지표들을 도출하고자 한다. 각 평가지표가 지정된 후에는 세부항목의 결과가 상호 피드백되어 최적안을 제시해주는 네트워크 분석법을 기반으로 최적 군납업체 지정 평가모델을 수립하여 제시하고자 한다.

### 3. 전략적 평가모델의 수립

본 연구에서는 평가모델의 수립에 필요한 개념정립 차원에서 군납이라는 일련의 과정을 지켜본 국민들의 일반적인 의식은 어떠한지 알아보았다. <그림 1>은 2013년 11월을 기준으로 최근 6개월간 SNS상에서 이루어진 군납이라는 탐색어를 중심으로 분포된 연관어들의 텍스트 mapping을 나타낸 것으로 다음 소프트사의 Social Metrics 프로그램[27]을 이용하여 분석한 결과이다.



<그림 1> Social Metrics를 통한 군납 탐색어 MAP



<그림 2> 심리적 요인을 중심으로 한 "군납"의 인지성향 분석

결과에서 보인 바처럼 군납이라는 검색어의 여론동향은 많은 계층의 단어를 포괄적으로 다루면서 대체적으로 부정적 단어가 탐색어 키워드 중심에 가까이 분포하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 비리, 업체, 적발, 성적 순으로 나타난 주요 텍스트들의 비중과 같이, 군납업체 비리와 시험성적서 위조 등 최근 언론에서 다룬 문제점에 대한 국민적 우려와 정서가 그대로 반영된 것으로 보인다. <그림 2>는 심리적 요인만을 별도로 분류하여 분석한 것으로 앞에서의 부정어 성향의 수준이 무려 59.52%에 이르는 것으로 판별된다. 특히 심리 관련 주요 키워드가 고질적, 불법, 의혹, 증가 등으로 나타나 군납업체 문제가 일시적 문제가 아닌 오랜 기간 지속적으로 야기된 심각한 문제라고 국민 대다수가 인식하고 있음을 알 수 있다. 따라서 대군 신뢰와 직접적인 연관이 있는 군납업체 선정의 절차에 있어 모두가 공감하고 인정할 수 있는 기준의 마련과 이러한 다기준하에서 합리적인 판단을 위한 과학적인 접근이 더욱 중요하다.

### 3.1 군납절차

방위사업청에 따르면 군납규모는 연간 약 2조4000억원이다. 이러한 방대한 예산이 소요 되는 군납의 절차를 효과적으로 운용하기 위하여 국방전자조달 홈페이지에는 국방부와 방위사업청의 연간 조달계획 및 조달판단 및 집행계획, 경쟁입찰공고 및 공개수의협상, 계약정보 등의 사항을 공개하여 능력을 갖춘 업체의 입찰을 안내하고 있다. 군납희망업체는 조달청과 나라장터에 등록하고 일정시간이 지나면 국방전자조달에서 업체 등록 후 입찰 전에 해당품목에 대한 「품목등록」을 완료하여 군납입찰에 참여할 수 있다[29][30][31].

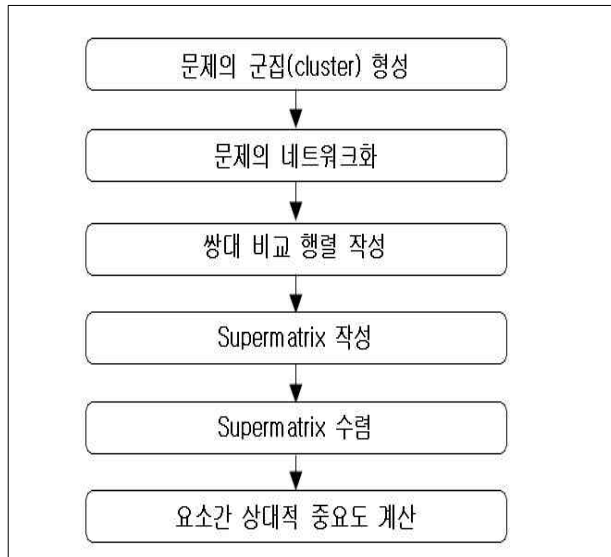
군납입찰의 방식은 크게 일반경쟁, 제한경쟁, 지명경쟁, 수의계약으로 구분된다. 우선 일반경쟁은 불특정 다수의 입찰희망자를 경쟁입찰에 참가토록 한 후 군에서 요구하는 성능을 '제안요청서'를 통해 가장 유리한 조건을 제시한 자를 선정하여 계약을 체결하는 것으로 가장 기본적인 입찰방식이다. 제한경쟁은 계약의 목적 및 군납품 특성을 고려하여 경쟁참가자의 자격을 일정한 기준에 의해 제한하여 입찰케하는 것으로 제품 생산시 가격보다는 품질이

중요할 경우 사용되는 입찰 방식으로 생산지역의 제한이 다르거나 업체의 직접생산증명, 일치된 분류코드를 갖춘 공장등록증 등의 심사서류 준비와 확인과정이 추가된다. 지명경쟁은 기술력, 신용등에 있어 계약의 기술 및 실적을 갖춘자가 10인 이내의 경우나 중소기업간 경쟁지정물품에 한해서만 실시된다. 수의계약은 경쟁입찰에 부치지 않고 특정의 상대를 선정하여 계약하는 것으로 특수목적을 위하여 예외적으로 인정되는 경우에 실시하는 형태이다. 따라서 소액이거나, 여러번 유찰에도 낙찰자가 없거나 대상 업체가 1곳인 경우에 업체 제안서 승인이후 수의계약이 승인된 경우에만 진행한다. 군납의 경우 이러한 수의계약은 고도의 국방기술요구에 부응하는 업체가 많지 않기에 진행형식에 있어 공개방식과 비공개 방식으로 구분된다.

### 3.2 네트워크 분석법(ANP)

오늘날 의사결정에 관한 과학적인 방법론에는 자료포락분석(DEA:Data Envelopment Analysis), AHP(Analytic Hierarchy Process), 6-SIGMA, 의사결정 나무(Decision Tree) 등 다양한 방법론들이 있다. 그 중 가장 많이 활용되는 대표적인 의사결정 방법은 다기준의 평가항목으로 다수의 기관을 평가할 때 평가의 객관성 문제를 해결하는 방법으로 소개된 A. Charnes, W. Cooper와 E. Rhodes가 개발한 자료포락분석과 Thomas L. Saaty에 의해 소개된 계층분석법이다. 우선 자료포락분석은 평가대상들의 상대적인 효율성을 측정하는 선형 계획모형으로 다수의 의사결정 단위들이 동일한 목표를 가지도 비슷한 업무를 수행하는 경우의 생산성 비교 평가에 자주 사용되고 있다. 하지만 의사결정단위인 DMU(Decision Making Unit) 측정시 극한점을 사용하기 때문에 측정여러의 문제점이 야기될 수 있으며 상대적 효율성만을 측정하므로 절대적 효율적을 측정하기 어려운 문제가 있다. 또한 투입물과 산출물의 단위로 식별된 DMU가 선정된 변수들에 따라 DMU의 상대적 효율성 결과치가 달라질 수 있고 적은 수의 DMU를 대상으로 할 경우 효율적인 DMU로 판명되는 비율이 상대적으로 높게 나타나기 때문에 DMU의 수는 충분한 자유도를 가질 만큼 커야 한다[20]. Thomas L. Saaty에 의해 소개된 AHP는 앞서 소개한 방법론 보다 적용이 용이하고 정량적이거나 정성적인 모든 유형의 평가가 가능하면서도 효과적인 대안을 제시해 주는 장점이 있다. AHP방법에서는 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이거나 복합적인 경우, 이를 계층(Hierarchy)화하고 주요 요인과 구성요소인 세부 요인들을 분해하고 평가시 쌍대 비교(Pairwise Comparison)를 통해 중요도를 산출한다[8][2]. 따라서 이러한 AHP분석법은 평가기준이 각 대안에 어떠한 가중치를 부여하고 있는지를 중심으로 내 / 외부요소의 독립 및 평가기준으로부터 한 방향의 흐름만을 가정하고 있어 현실 문제를 단순화하여 분석하기에 용이하다. 따라서 평가자와 피 평가 요소의 구분이 확실한 것이 특징이 있다. 하지만, 현실적으로 대부분의 의사결정 문제는 평가지표를 구성하는 각 요소간 상호작용과 종속성이 존재하며 군 획득사업 및 군수라는 특수영역에 따라 도출되는 다기준 평가지표와 제한된 예산, 군 특수상황 등을 종합적으로 고려할 때 AHP분석법을 그대로 적용하기에 어려운 경우가 발생한다. 그러한 이유로 본 논문에서는 AHP분석법의 외부종속성을 강화하여 보다 더 현실적인 평가 구조화를 통하여 합리적인 대안을 모색해 보는 ANP(Analysis Network Process)방법을 적용하고자 한다[9][10].

ANP법은 AHP에 기초를 두고 시스템 분석, 통합 및 조정을 위한 방법으로 네트워크 형태로 문제를 구성한 후 대행렬(Supermatrix)을 통해서 관계를 설정 및 분석한다. 따라서 외부뿐만 아니라 내부종속성 및 피드백까지 고려할 수 있어 AHP에서의 엄격한 단일방향 계층관계를 뛰어넘어 보다 융통성을 가지고 양방향의 상호관계 속에서 복잡한 의사결정을 다룰 수 있다[12][19]. 본 연구에서 다룰 군납업체 평가라는 영역은 평가기준이 많고 이에 따른 다수의 대안이 존재하므로 모든 안의 평가기준 가중치를 AHP에서처럼 총합목적으로부터 일의적으로 결정하여 판단하는 것은 현실적이지 못하다. 앞으로 연구에서는 이러한 ANP방법의 장점과 대안별 평가지표의 중요성에 차이를 둔 시나리오를 고려하여 피드백형 ANP방법을 적용하고자 한다. ANP방법에서는 대안 자신이 평가기준의 중요도를 평가하는 피드백 과정이 있기 때문에 평가자와 피평가자의 구별이 확실히 되어 있지 않다. 이러한 상호 평가되는 특성이 ANP 방법의 장점이다. <그림 3>은 Thomas, L, Saaty(1996)가 제안한 ANP의 수행절차이다[10].



<그림 3> 네트워크 분석법 수행절차[14]

종합평가를 위하여 우선 각 대체안에서 본 시나리오의 무게를  $w_s$ 로 하고 각 시나리오에서 본 각 평균기준의 무게를  $w_c$ 로 하며, 각 평가기준에서 본 각 대체안 평가의 무게를  $w_A$ 로 부여한다. 그리고 이러한 관계를 하나의 행렬로 표현하면 초행렬(Super Matrix)구성과 각 대체안의 종합평균치를 구할 수 있는데 이 경우의 초행렬은 다음의 식(1)과 같이 표현된다.

$$W = \begin{matrix} \text{시나리오} \\ \text{평가기준} \\ \text{대체안} \end{matrix} \begin{pmatrix} \text{시나리오} & \text{평가기준} & \text{대체안} \\ 0 & 0 & w_s \\ w_c & 0 & 0 \\ 0 & w_A & 0 \end{pmatrix} \dots \text{식(1)}$$

여기서  $W=(w_{ij})$ 로 하면  $w_{ij} = w_i/w_j$ ,  $w_{jk} = w_j/w_k$ 이므로  $w_{ij} \times w_{jk}$ 는  $w_i/w_k$ 의 간접적인 근사로 된다. 따라서 식(2)와 같이 행렬  $W$ 를 제공한 것의  $(i, k)$ 의 요소  $W_{ik}^{(2)} = \sum w_{ij} \times w_{jk}$ 는 2단계까지를 고려한 비율( $w_i/w_k$ )의 간접적인 근사치이다.

$$w^2 = \begin{matrix} \text{시나리오} \\ \text{평가기준} \\ \text{대체안} \end{matrix} \left( \begin{array}{ccc} \text{시나리오} & \text{평가기준} & \text{대체안} \\ 0 & w_S \times w_A & 0 \\ 0 & 0 & w_C \times w_S \\ w_C \times w_A & 0 & 0 \end{array} \right) \dots\dots \text{식(2)}$$

같은 형태로 3step(생략), 4step까지를 고려한 비율( $w_i/w_k$ )의 간접적인 근사치는 아래의 식(3)과 같이 된다.

$$w^4 = \begin{matrix} \text{시나리오} \\ \text{평가기준} \\ \text{대체안} \end{matrix} \left( \begin{array}{ccc} \text{시나리오} & \text{평가기준} & \text{대체안} \\ 0 & 0 & w_S^2 \times w_A \times w_C \\ w_C \times w_S \times w_A & 0 & 0 \\ 0 & w_A^2 \times w_C \times w_S & 0 \end{array} \right) \dots\dots \text{식(3)}$$

$W^{3n+1}$ 의 극한확률행렬을 계산하면 식(4)에 따라서

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W^{3n+1} = W^* \dots\dots \text{식(4)}$$

다음의 식(5)와 같이 수렴된다.

$$W^* = \begin{matrix} \text{시나리오} \\ \text{평가기준} \\ \text{대체안} \end{matrix} \left( \begin{array}{ccc} \text{시나리오} & \text{평가기준} & \text{대체안} \\ 0 & 0 & w^*_S \\ w^*_C & 0 & 0 \\ 0 & w^*_A & 0 \end{array} \right) \dots\dots \text{식(5)}$$

최종적으로 각 시나리오의 중요도는  $w^*_i$ 이고 각 평가기준의 중요도는  $w^*_c$ 이며 각 대체안의 중요도는  $w^*_a$ 이다[11][13][14]. 이를 통하여 다기준하 제시된 평가항목에 대한 최적인 판단이 가능하다.

### 3.3 시나리오 구성과 네트워크 구조화

본 연구의 목적인 최적 군납업체 선정에 대한 실질적인 평가과정과 구체적인 방안 제시를 위하여 국방기술품질원에서 시행하고 있는 업체품질수준 평가표상 제시된 항목과 방위사업청의 방위산업물자 및 산업체 지정 규정에 제시된 업체능력 판단기준서, 물품적격심사기준서 상의 평가요소에서 각 분야별 실무자 및 지휘관의 자문을 통하여 평가체계로서 갖추어야 할 수용성과 객관성 확보부분을 중점으로 다음과 같이 선정하였다.

(1) 제품품질 / 고객만족도

본 평가지표는 제품품질지수의 평점을 부여하고 변량 및 속성 관리도를 활용하여 공정의 변동요소를 확인하는 단계로 구체적인 확인 요소로 군수품의 하자발생현황, 공정내 시정조치현황, 적기 납품율을 확인하고 제품성능 실험을 통한 품질수준 확인과 함께 샘플링 검사를 통해 규격준수 여부를 확인하는 요소이다. 이는 사용자 불만에 대한 적기 조치율과 품질협의회 및 운용자 교육실적, 대군지원 및 예방활동 실적도 포함된다.

(2) 품질경영

본 평가지표는 ISO9001:2000의 세부항목을 대상품목의 특성에 따라 선별하여 적용하여 평가를 진행하고 기업의 재무 및 경영상태에 대한 기존 평가기준표 적용하고 사회적 책임 등의 신뢰정도를 통해 신인도 평가를 진행하는 지표이다.

(3) 계약이행 충실도

본 평가지표는 품질하자, 납품지연, 부정단 업자제재, 관련법규 행정처분 기록 유무 등을 중점적으로 평가하는 단계로 품질보증계획의 적절성과 품질관련 대외수상 실적을 확인하고 부실업체로 구분된 이력과 기업에 대한 경고 / 제재건수를 확인하여 평가에 반영하는 요소이다.

(4) 납품이행능력

본 평가지표는 공공기관 납품 실적 증명서 및 거래사실 확인서 평가를 확인하는 요소로 기업의 군내 납품실적과 관련 품목에 대한 기술보유 능력을 확인하고 최근 3년 내 계약물품의 동등이상 품목에 대한 구체적인 납품현황 및 기존평가결과, 기업인증 등급평가결과를 확인하여 반영하는 지표이다.

(5) 효용성(Infra, Operation)

본 평가지표는 회귀분석, 델파이 기법, 패널 조사에 의한 평가를 진행하는 단계로 구성된 작업수행도, 설비 / 장비 진단 등을 통해 확인하는 지표로서 기업의 출하 정확도, 재고 정확도, 재고 회전율, 생산성 평가들의 결과가 통합적으로 평가되는 지표이다.

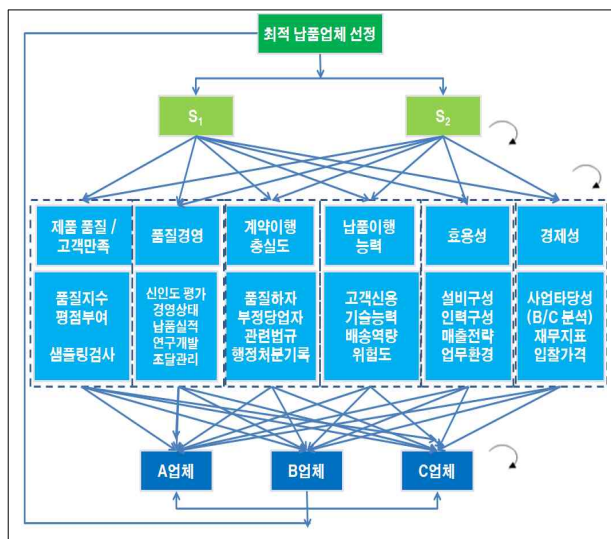
(6) 경제성 평가(B/C 분석)

본 평가지표는 기업의 재무상태와 관련하여 납품을 준비중이거나 개발사업에 진행되는 국방관련 사업의 예산 타당성을 확인, 비용대 효과 분석을 통해 기업의 안정성 평가를 고려한 요소이다. 평가간 기술의 경제성 및 사업성 분석을 위하여 Cost benefit을 위주로 현장중심의 경제성 분석(feasibility study)과 경제적인 파급효과(economic effect) 및 기여도를 분석하며 필요시 회계사나 재무분석가 등을 통해 사용되는 기술가치평가(technology valuation)의 결과를 반영하기 위한 요소이다.

지금까지 선정한 평가기준의 가장 큰 고려사항은 적시, 적소, 적량의 3대 군수목표 구현에 대한 기여도이었으며 이를 통해 6대 군수기능요소가 통합 고려될 수 있도록 하였다. 특히

실제 방산업체의 경영분석 자료에 의한 정량적 지표만을 사용한 평가방법은 경제성과 효과성을 중시하므로 실제로 고려되어야 할 주관적 요소를 충분히 포함하지 못할 수 있는 한계에 주목하여 정량적 지표와 정성적 지표의 연관성을 바탕으로 하여 기존 문헌에서 참고할 만한 정성적 지표를 포괄적으로 선정하였다.

평가 지표가 세워지고 각 조건이 충족되면 평가를 해야 하는 상황을 고려한 시나리오 설정이 필요하다. 연구간 현 상황에서 고려할 수 있는 중요도를 적용하여 두 가지 시나리오를 적용하고 그 외 업체 선정요인의 계층화를 통해 6개 평가영역과 수십가지의 하위평가 중점을 구조화하여 이들의 상대적 중요도를 평가하고자 하였다. 이러한 과정은 <그림 4>에 제시된 네트워크 구조화 통하여 합리적인 평가진행이 가능한 장점이 있다. 이는 선정된 평가지표를 바탕으로 시나리오 구성과 대안들을 클러스터로 구성하여 상호 피드백이 이루어지도록 나타낸 것으로 제시된 네트워크 구조와 피드백화를 통하여 시스템 평가 목표 설정에 부합된 평가지표별 평가의 흐름을 확인하여 일관성 있는 평가 및 결과도출이 가능하고 내외부의 불필요한 개입을 막음으로써 신뢰성을 높일 수 있다[13]. 또한 ANP방법에서는 평가기준이 적용되는 시기에 따라 기준별 가중치가 달라질 수 있고 각 상황이 부여하는 중요도가 변화되는 것이 고려가 가능함으로 S1, S2 등의 상황부여를 통해 융통성 있고 실질적인 평가가 가능하다[8][11][13].



<그림 4> 평가지표의 선정과 피드백 설정

지금까지 적정군납업체 선정에 국방기술품질원에서 제시한 업체 품질수준 평가(QPI) 평가지표와 방위사업청의 방위산업물자 및 방위산업체 지정규정, 물품적격심사기준서에 제시된 낙찰자 결정 심사 항목들을 중심으로 각 평가지표와 세부평가항목을 정립하고 이러한 평가결과를 네트워크 분석법을 통하여 적용하기 위한 시스템적 구조화 모델을 수립하였다. 위에 제시된 평가지표들은 표준으로 제시한 것이나 정해진 틀이 있는 것이 아니므로 군납 업체 선정과정에서 고려해야할 전문가 집단의 판단과 적용품목 특성에 따라 추가되거나 삭제될 수 있다.

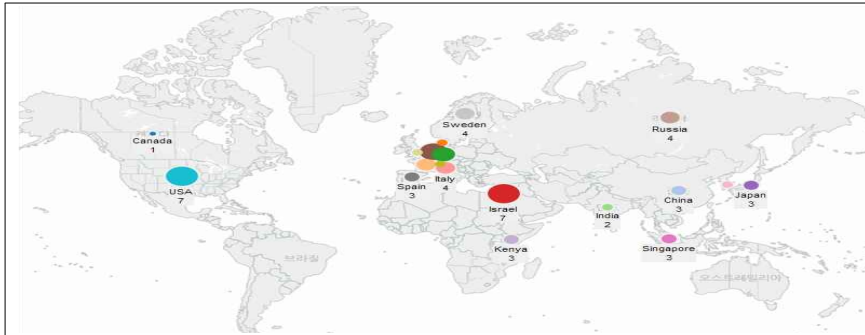
## 4. 사례연구

### 4.1 연구대상 선정

방탄복이 오늘날 차지하는 세계시장 규모는 약 2조 5000억원 정도로 적의 총탄으로부터 장병의 생명을 1차적으로 보호해 주는 중요한 역할을 수행한다[24]. 그럼에도 전군 차원에서 보면 방탄복 보유율이 낮고 상태 저하품 또는 폐품도 상당수 차지하고 있는 실정이다. 최근 국방부에서는 경계임무의 중요성과 부대임무를 분석하여 방탄복 우선 보급부대를 선별한 다음 단계적으로 지급하겠다고 밝혔다. 본 연구에서는 육군차원에서 중요도가 대두되고 있으며 미래의 전투부대 생존성 향상에 결정적인 역할을 수행할 것으로 기대되는 방탄복(Bulletproof Vest / Ballastic Vest)을 대상으로 수립된 모델을 적용해 보고자 한다. 연구간 적용한 업체는 국내 업체중 방탄복에 대한 기술보유, 생산설비능력, 사업참가 경력을 통합 고려하여 3곳의 주요업체를 선정하였다.

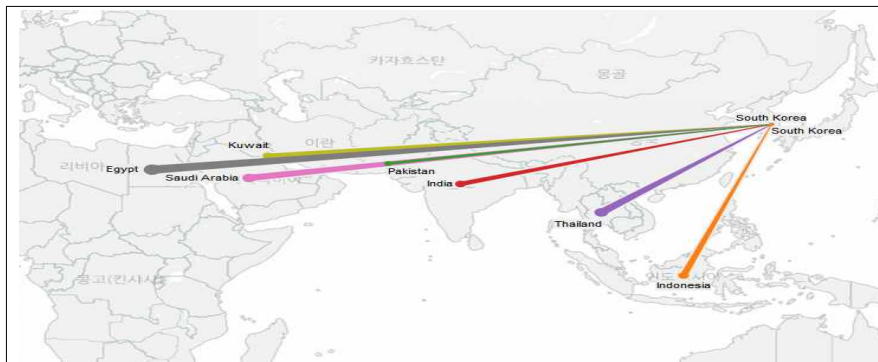
### 4.2 선행기술 조사

군납업체 선정이라는 문제에 접근하기 위해서는 대상품목에 대한 전반적인 선행연구와 조사가 필요하며 이때 관심을 가지고 살펴볼 것은 그 대상품의 시장규모와 군내의 수용성 측면에서 살펴본 경제적 타당성에 대한 부분이다. 이러한 과정은 국내업체가 가지는 기술수준과 제시가격의 합리성에 대한 판단의 기초를 제공한다. 잘 알려진 업체의 경우에는 SNS 상에서 이미 그 정보의 수준이 방대하므로 서론에서 잠시 다른 Social Metrix와 같은 소셜 네트워크 및 온라인 트렌드 분석을 통해 기업의 신뢰도 및 생산품목들의 고객평가, Needs, 잠재가치등을 분석할 수 있다. 이외에도 최근 웹상에서 접근이 용이한 빅데이터 테크놀로지 프로그램을 많이 개발되어 이러한 빅데이터 분석영역이 매우 용이하다. 본 연구간 활용한 것은 데이터 시각화와 경영정보관리에 주로 활용되는 Tableau Public 소프트웨어[18]로 업체의 품목생산 및 조달능력, 물류시스템, 기업가치, 주요 교역현황 등 방대하고 다양한 데이터를 여러 분석관점에 따라 다각도로 의미 있는 결과를 판단할 수 있어 정량적이고 정성적인 평가가 모두 가능한 장점이 있다[15][16][17]. <그림 5>는 위에서 언급한 Tableau사의 데이터 관리 프로그램을 활용하여 분석한 것으로 이에서 보이는 바와 같이 선두를 달리는 나라는 미국과 이스라엘이며 이 두 나라가 세계 시장의 2/3가량을 점유하고 있다. 방호면적과 무게를 감소하는 방향으로 발전중이나 그러한 기술력을 보유한 나라가 많지는 않다. 미국과 이스라엘 두나라 이외의 제조국을 살펴보면 그림에서와 같이 독일, 러시아 영국 등 유럽국가를 포함해 총 20여 개 국으로 판단되며 우리나라는 세계시장의 3%가량인 700억원대 점유율을 갖고 있는 것으로 분석된다. 현재 방탄복에 관한 국제 기준을 규정하고 있는 대표적 기관은 미국 법무성 국가사법기구(NIJ; National Institute of Justice)이며 각국에서 생산되는 방탄복의 성능을 테스트, 합격된 제품에 한해 인증서를 발급하고 있다.



<그림 5> 주요 방탄복 제조현황[14]

<그림 6>은 국산 방탄복 현황을 Tableau Public 프로그램을 통해 분석한 것으로 점선의 굵기는 교역규모를 나타내고 있다. 국산 방탄복의 현재 내수시장규모는 약 30억원 정도로 이중 군납이 차지하는 부분이 90% 이상이며 나머지 시장은 경찰과 화약물질 제조업 등 일부 시장이 차지하고 있고 개인적 수요는 거의 찾아볼 수 없을 정도로 미미한 수준이다. 위의 현황에서와 같이 국산 방탄복이 가장 많이 수출되는 지역은 리비아, 이집트, 쿠웨이트, 이라크 등 주로 중동 일대이며, 이 지역으로의 수출이 전체 수출물량의 40% 가량을 차지하고 있음을 알 수 있었다. 인도네시아, 네팔, 인도, 파키스탄, 태국 등 그 밖의 동남아 국가들과 콜롬비아, 베네수엘라 등 중남미 국가들이 방탄복 시장의 나머지 60% 정도를 분점하고 있는 상황으로 보인다.



<그림 6> Tableau를 활용한 국산 방탄복의 교역현황[14]

이러한 결과를 종합해 볼 때 개인전투체계의 생존성 기술은 개인방호 / 방탄분야의 요소기술 중에 약 80%정도 수준의 기술력을 보유하고 있으며 해외에 비하여 개발 진척이 늦고 기술 수준은 미흡하였으나 국산 방탄복의 제조기술 보유능력은 세계적 수준으로 발전중이며 일부제품에 있어서는 해외로 수출되는 등 그 인지도가 상당 수준에 오른 것을 알 수 있었다. 최근 국방과학연구소에서는 2005년부터 방탄 성능향상의 "나노입자 가능성 기초연

구를 실시”하였고 “나노입자 액체방탄재개발”이라는 민군사업을 통해 액체방탄이라는 이름으로 STF 즉, 물질을 이용해 방탄 성능을 높이는 연구를 28억 원을 투자하여 2013년 2월에 개발에 성공하였다. 또한 주요 방탄재료인 아라미드 섬유는 경우 국내개발업체의 기술발전이 두드러져 국내업체 코오롱에서는 헤라크론(Heracron)이라는 상품명으로 상업화 하였고, 또 다른 국내업체 효성에서는 알렉스(Alkex)라는 상품명으로 아라미드 섬유를 개발하였다[24]. 이렇듯 국내 방탄복에 대한 기술수준향상에 대한 지속적인 국가 중심 연구가 활발히 이루어지고 있다.

### 4.3 평가기준 및 실험방법

본 연구의 목적인 최적 군납업체 선정에 대한 실질적인 평가과정과 구체적인 방안 제시를 위하여 국방기술품질원에서 시행하고 있는 업체품질수준 평가표 상 제시된 항목과 방위사업청의 방위산업물자 및 산업체 지정 규정에 제시된 업체능력 판단기준서, 물품적격심사 기준서 상의 평가요소에서 각 분야별 실무자 및 지휘관의 자문을 통하여 조사하였으며, 평가체계로서 갖추어야 할 수용성과 객관성 확보를 위한 내용을 중점으로 다음과 같이 선정하였다.

#### 1) 품질평가 및 고객만족

제품 품질 및 고객만족도를 확인하는 기준으로서 이는 제품품질지수의 평정을 부여하고, 이를 통해 관리도를 분석하여 공정의 이상여부를 확인하는 것이다. 이는 공장에서 제품 생산 시 발생할 수 있는 제품의 하자발생현황에서부터 하자 발생 시 시정조치에 대한 업체의 시정현황을 확인하는 것으로 제품성능 실험을 통해 품질의 수준을 확인하고, 군에서 요구하는 규격의 준수 여부를 샘플링 검사를 통해 확인한다. 또한 사용자인 군에서 발생하는 불만사항의 적기 조치율로부터 품질협의회 / 운용 교육, 대군지원 및 예방활동 실적들도 평가의 고려요소가 될 수 있다. 본 연구에서는 품질평가를 방탄복이라는 실험대상을 고려하여 실제 방탄시험을 수행하여 품질을 측정하고 실제 시제품을 장병들에게 착용시켜 활동해 봄으로써 고객의 만족도를 평가하고자하였다. 우선 품질평가는 대상별 규격이 그 기준으로 적용되기 때문에 규격에 대한 분석이 최우선적으로 필요하다. 우리 군에서 적용하고 있는 방탄복 규격은 대부분 미국 법무성 산하에서 속해 있는 National Institute of Justice(NIJ)에서 제정한 NIJ Standard와 미군의 MIL-STD 등을 기준으로 하고 있으며 주 내용은 방탄성능에 대한 것보다는 방탄복의 형상, 재질, 제조 상태 등에 대한 내용이 많은 부분을 차지하고 있다. 방탄성능 규격 중 그 공신력을 널리 인정받고 것은 NIJ Standard로서 2008년의 Ballistic Resistance of Body Armor : NIJ Standard-0101.06이 개인용 방탄복에 대한 가장 최근에 개정된 규격이다[24]. 이 규격은 포탄의 파편에 대한 방탄성능은 언급하지 않고 있고 주로 다양한 소화기 탄환에 대한 방탄성능을 언급하고 있어 경찰 또는 민수용 방탄복에 대한 규격으로 매우 적합하다고 할 수 있다. 한편 이 규격에는 방탄복의 방탄성능 등급과 시험방법 등이 매우 상세하게 기록되어 있어 비록 곡사화기 파편에 대한 방탄성능을 언급하고 있지 않기는 하지만 군사용 방탄복 규격에 대한 좋은

참고기준을 제시하고 있다.

본 연구에서는 연구방법의 실무 적용성을 높이는 차원에서 군이 제시한 새로운 군사 요구도를 충족시키기 위한 일환으로 NIJ Standard 0101.06 TYPE IIIA(방탄복)을 준용하여 방탄복 성능 시험을 실시하였다[25]. 특히 NIJ Standard에서 규정하는 온도 65도, 습도 80% 조건하 10일의 환경처리 과정을 텀블러 장비를 활용하여 수행한 후 성능평가를 실시하여 실제 전장에서의 방탄복 방호력에 대한 실질적인 평가가 가능하도록 하였다. 시험간 적용된 탄종은 44 Magnum SJHP탄이었으며 규정에 따라  $436 \pm 9$  m/s, 후면 변형 44 mm 이내, 3개 지점 후면변형 측정하는 것으로 설계하였다. 장갑을 완전관통하거나 부분 관통하는 확률이 동일한 충격속도 인 V50값은 600 m/s로 시험간 탄도한계 기준과 방탄복 후면에 설치된 인체로 표현되는 유토재료의 후면 변형정도를 측정하여 각 시제품별 품질수준을 확인하였다. 위에 언급된 텀블러 과정이 종료되면 제품별로  $21 \pm 2.9$  °C를 맞춘 상태의 수온에서 30분의 침수와 10분의 건조처리를 거치는데 이를 통해 시험 준비를 위한 재료의 환경 처리는 완료되게 된다. 이후 <그림 7>과 같이 거치대에 방탄복을 거치하고 조준틀로 감싼 다음 총구로부터 5 m 떨어진 곳에 탄착하게끔 조준하여 사격을 실시하였다. 평가는 우선 3발에 대한 후면변형을 측정하고, 나머지 3발에 대해서는 완전관통과 부분관통여부만을 확인했다. 규정에 따라 유효속도의 범위는 6회 사격 시 27.4 m/s 이내 이어야 하는 것으로 적용하고 시제품 10분 이내 초탄 사격을 실시한 다음 초탄 발사 후 30분 이내에 방탄성능시험을 종료하였다. 이러한 실험결과 "가"社의 V50은 612.44 m/s, "나"社의 V50은 624.65 m/s "다"社의 V50은 611.24 m/s로 적합한 것으로 나왔다. 다만 후면변형의 수준은 <표 1>과 같이 업체별 약간의 수준차이가 존재함을 알 수 있었다.



<그림 7> 시험준비 상태



<그림 8> 유토의 후면변형

<표 1> 방탄시험 시료별 결과

업체구분	판정	유토깊이(mm)		판정
		시료1	시료2	
"가" 업체	부분관통	시료1	38.36	규격만족
		시료2	36.87	
		시료3	37.40	
"나" 업체	부분관통	시료1	37.11	규격만족
		시료2	39.40	
		시료3	38.69	
"다" 업체	부분관통	시료1	38.74	일부 규격미달
		시료2	41.02	
		시료3	46.82	

방탄재 성능 개발과 함께 방탄복의 발전 방향측면에서 고려해야할 또 다른 중요요소는 인체 공학적인 설계를 통한 중요 방호 부위와의 착용성, 동작성을 연구하여 적용하는 것이다. 특히 미래 전장환경에서의 전투원들에게 착용과정에서 발생하는 스트레스 요인을 줄이고 전투를 위한 휴대 장구류와 기타 장비와의 호환성을 확보해야 최상의 전투력 발휘를 기대해볼 수 있다. 따라서 방탄복의 성능이 규격에 제시된 바와 같이 제대로 된 방호능력을 갖추고 있으면서도 고객의 Needs에 부합된 인체공학적 디자인 설계가 적용되어야 한다. 품질에 대한 수준은 20명의 군인을 대상으로 하여 각 업체의 방탄복을 착용 후 인체공학적 평가요소별로 착용감과 단독 군장 하 경계근무 1회 및 분소대 훈련과제 임무를 1시간 수행후 설문조사에 의해 평가하는 것으로 구성하였다. 대상인원은 선정은 20대 초반의 장병 신체사이즈 평균의 50분위수를 고려하였다. 그결과 "나" 업체의 선호도가 가장 우수하게 나왔으며 "가"업체는 다소 화기를 조준하거나 휴대시 불편하다는 평가가 나왔으며 "다" 업체는 품질면에서 전반적으로 낮은 평가를 받았다. 이러한 결과는 최종적으로 방호성능을 통한 방탄복의 방호수준이 정성적 평가에 의한 값보다는 더욱 중요하다는 판단에 따라 기준의 60%를 적용하고 고객만족에 의한 결과를 40% 적용하여 합산된 값을 판정 값으로 산정하였다.

## 2) 품질경영수준

품질경영 수준평가는 국방기술품질원의 ISO 9001:2000의 세부항목 평가기준[21]중 방탄복 업체평가를 위한 지표만을 선별적으로 적용하였다. 연구에서는 방탄복 업체별 경영방침과 의지, 경영 검토사항의 파악은 다소 제한되어 경영자 책임요소는 제외하고 자원 확보, 인적자원 및 근무환경으로 구성되는 자원관리요소와 고객관련 프로세스, 설계 및

개발, 생산 및 서비스 제공 등으로 구성되는 제품실현, 부적합제품의 관리 여기서 세부평가항목에 제시된 제품품질과 고객만족도에 대한 평가는 에 따른 적용으로써, 경영상태 평가기준표 적용이나 신인도 평가를 실시하며 특히 신인도 평가는 업체의 사회적 책임 등의 신뢰정도를 측정하는 척도로써 사회적 책임의 신뢰정도와 계약이해의 성실도로 평가가 가능하며 납품업체의 경영상태 및 신뢰성 전반에 대한 평가지표로 활용된다. 신인도의 평가요소로는 전시중점관리, 노사관리, 납세의무, 장애인 및 여성기업, 사후관리 등의 요소가 포함된다. <표 2>는 제시된 평가지표에 대한 항목별 9점 기준 하 수준을 정리한 것이다.

<표 2> 품질경영수준 지표 평가결과

업체구분	신인도	경영상태	납품실적	연구개발	조달관리
"가" 업체	8	8	5	5	8
"나" 업체	8	6	8	4	6
"다" 업체	6	6	5	8	5

결과를 보면 "가"업체의 경우 신인도와 경영상태가 "나" 업체는 신인도와 납품실적, 조달관리 능력이 우수하며 "다"업체는 연구개발 분야에 상대적으로 우수한 수준임을 알 수 있었다. 이러한 ISO 9001:2000의 세부항목 평가기준에 의한 업체의 선정과정 평가는 군납업체의 품질의식 제고 및 생활화를 보장받을 수 있고, 품질 비용의 절감효과를 가져올 수 있으며, 잠재 또는 현존하는 품질 경영수준 전반에 대한 군납업체의 품질 경영수준에 대한 전반적인 진단이 가능하다는 점에서 군납업체의 적격심사간 중요한 지표로 활용이 가능하다.

### 3) 계약이행 충실도

계약이행 충실도의 기준은 군납업체에서 생산하는 물품의 품질하자나 납품 지연, 부정합 업체제재, 관련 법규 행정처분 기록 유무를 의미한다. 본래 이러한 평가요소는 신인도 평가의 구성요소로 평가되어 왔으나 군납이라는 특수성을 고려시 부정합 업체, 납품이 지체될 경우 중대한 문제로 인식되는 것을 고려하여 별도의 평가지표로 구성하였다. 이러한 평가요소에는 하자발생 및 감액유무를 중점으로 품질하자 요소를 확인하고, 부정합업체제재, 관련법 위반등의 요소가 포함된다. <표 3>은 이러한 기준에 의거하여 업체별 평가 수준결과를 나타낸 것이다.

**<표 3> 계약이행 충실도 지표 평가결과**

업체구분	품질하자 (하자발생/감액유무)	부정당업자제재	관련법 위반
"가" 업체	8	6	8
"나" 업체	8	6	7
"다" 업체	7	4	8

결과를 보면 품질하자와 관련법 위반 분야에서는 계약이행의 충실성에서 모든 업체가 문제가 없으나 공통적으로 부정당업자제재에 우수한 수준으로 보기는 어렵고 "다"업체는 일부 저조한 것으로 드러났다. 이러한 계약이행의 충실도 지표 평가는 군납업체와의 계약이 체결되었을 경우 업체의 계약이행 가능 잠재역량을 평가할 수 있는 지표로써, 품질보증계획의 적절성이나 품질관련 업체의 대외 수상 실적, 그리고 부실업체의 경고 및 제재 건수 등을 통해 평가기준으로 적용할 수 있어 군납업체의 평가기준 중 중요한 하나의 잣대라고 볼 수 있다.

#### 4) 납품이행 능력

연구에서는 방탄복 업체의 기존납품 실적, 기술능력, 그리고 최근 3년 이내 계약물품의 동등이상 품목에 대한 납품실적 등의 확인을 통해 평가를 진행하였다. 세부지표 중 위험도는 납품능력에서 군납업체의 생산능력을 고려하여 납기수량이상의 일정 보유량 수준을 유지하여 재고회전시 안정적인 상태를 유지하는지에 대한 정성적인 평가지표이다. 업체 입장에서는 공개된 국방표준종합정보시스템을 통해 규격, 목록에 관련된 자료를 사전에 확인하여 납품사항을 확인할 수 있다. 납품이행 능력이란 군납업체와의 계약체결 후 업체에서의 계약이행에 따른 물품의 적기적소 납품 가능여부를 확인하는 지표이며 기술능력 평가는 사업제안서 참여횟수, 관련 사업수행횟수를 확인하고 보유 기술 및 장비를 활용한 시제작 능력 등에 대한 평가결과를 반영하였다. 이러한 과정을 통하여 실제 납품업체의 기업인증 등급평가결과나 공공기관에 대한 납품 실적증명서 및 거래사실 확인서 평가가 이루어져 납품업체의 납품능력에 대한 실질적인 평가가 가능하다.

**<표 4> 납품이행 능력 지표 평가결과**

업체구분	고객신용	기술능력	배송역량	위험도
"가" 업체	5	5	4	8
"나" 업체	5	7	6	5
"다" 업체	4	5	8	6

결과를 보면 "가"업체의 경우 위험도에서 "나" 업체는 기술능력이 우수하며 "다" 업체는 배송역량이 상대적으로 가장 우수한 수준을 보유한 것으로 평가되었으나 고객의 신용유지에 보완이 필요한 업체임을 알 수 있다.

### 5) 효용성(Infra, Operation)

효용성 평가는 군납업체의 물품 작업 구성원의 작업 수행도 혹은 군납업체가 보유하고 있는 장비 / 설비 등에 대한 평가 및 매출기대 등의 잠재역량이 종합적으로 평가되는 지표이다. 지표중 설비구성은 업체의 생산능력을 확인하는 과정으로 방위사업청의 업체 생산(정비)능력 확인기준서[26]를 보면 군용품의 종류별 업체능력 확인 목록을 확인할 수 있다. 인력구성은 숙련공의 비율을 고려한 것이다. 매출전략 요소에 대한 평가로 방탄복 수요부대에 대해 기업광고, 전담팀 운용 등 고객만족 및 신뢰향상을 위한 홍보력을 평가하였다. 기타 구성원들에 대한 복리후생 대책, 작업안전 대책, 최근 산업재해부분등은 입체적으로 평가하여 노동력의 질적인 운용부분은 업무환경요소로 포함시켰다. 이러한 지표들은 업체의 물품 출하 정확도, 재고 정확도, 재고 회전율 및 생산성 등의 결과로 나타난다.

<표 5> 효용성 지표 평가결과

업체구분	설비구성	인력구성	매출전략	업무환경
"가" 업체	6	5	7	7
"나" 업체	7	8	6	6
"다" 업체	5	8	6	6

결과를 보면 "가"업체의 경우 대체로 양호하나 인력구성에 숙련공 비중을 높여나가야 할것으로 보이며 매출전략과 업무환경에서 뛰어나 잠재역량에서는 월등한 수준으로 보인다. "나" 업체는 설비 및 인력구성이 우수하나 매출전력과 업무환경 개선에 대한 요구가 요구되며 기술능력이 우수하며 "다" 업체는 인력구성이 우수하나 설비에 그에 미치지 못하고 매출전략과 업무환경을 꾸준히 개선시켜 나가야 함을 알 수 있다.

### 6) 경제성 평가

정부 및 공공기관에서 실시하는 입찰참가 또는 적격심사를 위해서 군납업체는 신용평가기관의 신용평가를 받아야 하는데 통상 평가간 최근 3개년의 재무제표와 전년도 및 당해연도 부가가치세 신고자료, 각 종 특허, 인증, 면허 등을 통해 평가된다. 필요시에는 회계사나 재무분석을 통해 사용되는 협의의 기술가치평가(technology valuation)를 실시

하여 기업이 보유한 기술 파급력을 경제적 측면에서 평가해 볼 수 있으며 이러한 과정을 통해 식별된 결과는 기업의 재무건전성 요소로 판단하여 제시한 입찰가격으로 수주기간 동안 안정적으로 공급이 가능한 지를 판단하는 신뢰성 확인의 핵심자료로 활용된다. 특히 부실기업은 대개 부도발생 2-3년 전부터 전체 자산 중에서 현금화가 가능한 비율을 의미하는 유동성 비율이 두드러지게 하락하는 경우가 많고 뚜렷한 사업 확장이 없는데도 장기부채가 늘어나거나 이자비용 등이 급격하게 증가하는 현상이 나타나기 때문에 매출 원가나 일반관리비가 동반 상승할 경우 '활동성'이나 '현금흐름' 등 위험요소에 대한 식별을 위한 추가적인 분석이 필요하다. 군납업체와의 계약체결을 위해 예정가격이 선정되면 이를 기준으로한 계약 입찰이 진행되는데 업체의 입찰가격을 기준으로 하여 추진하는 사업예산 범위를 적용한 가격 타당성을 확인하고, 비용효과 분석을 통한 경제성 평가가 필요하다. 현재 우리 군에서는 국산화율과 가격을 중요 평가 항목으로 하고 있어 수입품의 경우 대체로 가격이 국산에 비해 비싸기 때문에 가격 경쟁력이 없는 경우가 대부분인 것이 사실이므로 연구간에는 국내 방탄복 제작업체만을 상정하여 진행하였다. 여기서의 경제성 평가는 업체의 입찰가격과 국방에서의 전투력 발휘측면에서의 효과성에 대한 내용만을 고려한 것으로 공공사업진행의 타당성 평가로 널리 사용되어온 편익·비용비율(benefit-cost ratio)을 이러한 평가에 도입하여 반영하고자 하였다. 이러한 분석은 기술의 경제성 및 사업성 분석으로 Cost benefit을 위주로 현장중심의 경제성 분석(feasibility study)과 경제적인 파급효과(economic effect) 및 기여도 분석을 통해 가능하다. <표 6>은 이러한 분석결과를 정리한 것으로 방탄복 납품업체에 대한 평가에서 편익요소는 납품 단가의 가격과 소요군의 예산과 적용 시 예상되는 혜택과 납품된 부대의 만족도 평가를 통해 수립되며 시설유지, 임금, 연구개발 비용 등은 연간비용요소에 합산시켰다.

<표 6> 경제성 평가결과

업체구분	재무상태	입찰 가격수준	잠재역량 지표		
			등가연간 편익	등가연간 비용	BC비율
"가" 업체	7	7	167,000	75,600	2.21
"나" 업체	7	8	172,000	81,300	2.12
"다" 업체	6	8	102,000	68,500	1.49

잠재역량지표에서 편익과 비용은 화폐의 시간적 가치를 고려하여 계산한 현가 또는 연가로 표시된다. 계산과정에서 이 비율이 만일 1이라면 등가편익과 등가비용이 일치되는 것이며, 이는 사업에 대한 투자를 정당화시키는 최소치이다. 따라서 이 비율이 1 이상이어야 대안이 정당화되는 것이다. 이러한 BC비율을 검토해보면 "가"가 가장 높음으로 "가"가 가장 유리한 위치로 판단하게 될지 모르나 사실상 올바른 선택이 아니다. 그러므로 증분분석의 원리를 이용해야 올바른 대안을 선택할 수 있다. 즉 편익의 증분이 비용의 증분을 초과해야 그 비용지출이 정당화될 수 있는 것이다.

따라서 이러한 상호배반적인 대안의 경제성 평가 비교 시 결정법칙은 다음과 같다.

- ①  $BC(i)_{A2-A1} > 1$ 이면 A2를 선택한다.
- ②  $BC(i)_{A2-A1} < 0$ 이면 이면 A2를 버리고 A1을 선택한다

각 업체들을 편익이 증가하는 순서로 나열하고 이 결정법칙을 적용해보면 간단한 연산에 의해 가장 바람직한 업체는 "가"가 아니라 "나"업체임을 알 수 있다. 연구에 활용된 이러한 유형의 회계자료는 비 회계적 자료보다 자료의 신뢰성이 높고 자료 전달의 시간성 등의 측면에서 상대적으로 우수하다. 따라서 기업이 필요로 하는 자본의 조달과 조달된 자본의 운용사항에 실질적인 재무제표분석(financial statement analysis)이 가능하여 자금 운용의 효과성 측면 분석에 용이한 장점이 있다. 지금까지 기업의 재무적 자료와 비용 편익 분석을 통한 경제성 분석을 살펴보았다. 이러한 분석과정은 기업재무의 유용성, 재무구조의 안전성, 기업의 수익성을 파악하는 것으로 건전한 군납업체 선정에 위해 반드시 확인되어야 하는 중요지표이다. 본 연구에 제시된 편익 및 비용의 산정기준은 실제 상황을 매우 단순화시킨 예이므로 대상 품목별로 더욱 다르게 나타날 수 있으며 업체의 진단결과가 구체화되는 정도에 따라 더욱 실질적인 평가결과를 기대할 수 있다.

#### 4.4 ANP를 이용한 최종 분석 및 결과

ANP를 수행하기 위한 쌍대비교는 군집 간의 비교인 Cluster Comparison과 요소 간의 비교인 Node Comparison으로 분류되는데, Supermatrix를 작성하기 위하여 우선 Cluster Comparison을 통하여 Cluster Matrix를 구성하였다. 이때 평가자들의 판단에 대한 Cluster Matrix는 군집 간의 쌍대비교 행렬을 계산하여 상대적 가중치를 구한 후에 그 값들이 열벡터(Column vector)로 입력되어 만들어지게 된다. 이후 Node Comparison을 실시하고 요소 간의 쌍대비교 행렬을 계산하여 상대적 가중치를 구한 다음 그 값들을 열벡터(Column vector)로 입력되어 만들어진 행렬이 산출된다. 연구간 각 안에서 본 시나리오의 무게를  $w_S$ 로 하고, 각 시나리오에서 본 각 평균기준의 무게를  $w_C$ 로 하며, 각 평가지표에서 본 각 대체안의 평가의 무게를  $w_A$ 로 한 후 시나리오, 평가지표, 대체안의 관계를 하나의 행렬로 표현하면 바로 초행렬(Super Matrix)이 나타나며 이를 통해 각 대체안의 총합평균치를 구할 수 있었다. 각 평가지표는 분석결과를 바탕으로 한 9점 척도법을 사용했으며 최대 고유치와 정합도 지수를 계산하여 산출한 데이터의 유효성을 살펴본다 일치성 지수(CI : consistency index)의 유효 일관성비율(10%이내)에 들지 못하는 정보는 제외하였다. 아래의 <표 7>은 각 대안의 효용성에 대한 평가를 9점 척도법에 의해 나타낸 것으로 벡터 합과 정합성 지수 모두 일관성비율에 적합한 것으로 나타났음을 보여준다.

<표 7> 품질경영 평가에 대한 쌍비교‘예’

품질경영	"가" 업체	"나" 업체	"다" 업체
"가" 업체	1	1/6	1/5
"나" 업체	6	1	2
"다" 업체	5	1/2	1

$$\lambda_{\max} = 3.02916 \quad C.I. = 0.014$$

연구목적에 공감하고 평가방법 및 내용을 일정기간에 걸쳐 교육한 다음 방탄복 사례에 대해 충분히 사전지식을 갖춘 사관학교 근무자 및 업체관계자들 대상으로 교육후 평가지표별 다음과 같은 결과를 산출하였다.

$$\text{제품품질, 고객만족도} \dots\dots w_{A1}^T = (0.579, 0.234, 0.187)$$

$$\text{품질경영} \dots\dots w_{A1}^T = (0.571, 0.286, 0.143)$$

$$\text{계약이행충실도} \dots\dots w_{A3}^T = (0.458, 0.416, 0.126)$$

$$\text{납품이행능력} \dots\dots w_{A4}^T = (0.172, 0.350, 0.478)$$

$$\text{효용성} \dots\dots w_{A5}^T = (0.276, 0.393, 0.331)$$

$$\text{경제성} \dots\dots w_{A6}^T = (0.312, 0.491, 0.198)$$

따라서  $w_A$  는 식 (6)과 같다.

$$w_A = (w_{A1}, w_{A2}, w_{A3}, w_{A4}, w_{A5}, w_{A6}) \quad (6)$$

같은 방법으로  $S_1, S_2$ 에서 본 각 평가기준의 쌍비교를 한 후 이들 행렬의 eVectors를 산출하면 다음과 같다.

$$S_1 \dots w_{c2}^T = (0.285, 0.077, 0.273, 0.097, 0.184, 0.085)$$

$$S_2 \dots w_{c1}^T = (0.084, 0.296, 0.074, 0.277, 0.069, 0.201)$$

따라서  $w_c$ 는 식 (7)과 같다.

$$w_c = (w_{c1}, w_{c2}) \quad (7)$$

이러한 결과는 현재  $S_1$ 은 국방기술품질원에서 주로 고려해온 평가지표와 관련이 높은 제품품질 및 고객만족도, 계약이행 충실도, 효용성에 대한 부분을 보다 더 중시하는 부분이며  $S_2$ 는 방위사업청의 낙찰자 선정 및 심사과정에서 비중있게 다루었던 평가지표를 중심으로 품질경영시스템, 계약이행 충실도, 입찰가격을 별도로 고려한 사항을 반영한 것이다. 이러한 평가지표에 대한 결과에 대해 최종적으로 대안에 대한 시나리오별 쌍비교를 한 후 이들 행렬은 다음과 같다.

$$\text{"가"업체} \cdots \cdots w_{S1}^T = (0.333 \ 0.667)$$

$$\text{"나"업체} \cdots \cdots w_{S2}^T = (0.500, 0.500)$$

$$\text{"다"업체} \cdots \cdots w_{S3}^T = (0.833, 0.167)$$

그에 따른  $w_s$ 는 식 (8)과 같다.

$$w_s = (w_{S1}, w_{S2}, w_{S3}) \quad (8)$$

이상의 결과로부터 시스템의 요소들 사이에 존재하는 상호존속의 해를 수렴하여 보여주는 대행렬(Super matrix)이 나오며 이는 다음과 같이 수렴된다.

<표 8> 초행렬 구성

구 분	S1	S2	제품품질 고객만족	품질경영	계약이행 충실도	납품이행 능력	효용성	경제성	'가'업체	'나'업체	'다'업체
S1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3330	0.5000	0.8330
S2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6670	0.5000	0.1670
제품품질 고객만족	0.2846	0.0836	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
품질경영	0.0771	0.2955	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
계약이행 충실도	0.2727	0.0737	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
납품이행 능력	0.0970	0.2773	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
효용성	0.1836	0.0688	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
경제성	0.0849	0.2010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
'가'업체	0.0000	0.0000	0.5794	0.5714	0.4577	0.1722	0.2767	0.3119	0.0000	0.0000	0.0000
'나'업체	0.0000	0.0000	0.2341	0.2857	0.4160	0.3500	0.3926	0.4905	0.0000	0.0000	0.0000
'다'업체	0.0000	0.0000	0.1865	0.1429	0.1263	0.4778	0.3307	0.1976	0.0000	0.0000	0.0000

<표 9>  $\lim_{n \rightarrow \infty} W^{3n+1} = W^*$ 의 극한확률행렬 수렴결과

구 분	S1	S2	제품품질 고객만족	품질경영	계약이행 충실도	납품이행 능력	효용성	경제성	'가'업체	'나'업체	'다'업체
S1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5129	0.5129	0.5129
S2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4871	0.4871	0.4871
제품품질 고객만족	0.1867	0.1867	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
품질경영	0.1835	0.1835	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
계약이행 충실도	0.1758	0.1758	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
납품이행 능력	0.1849	0.1849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
효용성	0.1277	0.1277	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
경제성	0.1414	0.1414	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
'가'업체	0.0000	0.0000	0.4048	0.4048	0.4048	0.4048	0.4048	0.4048	0.0000	0.0000	0.0000
'나'업체	0.0000	0.0000	0.3535	0.3535	0.3535	0.3535	0.3535	0.3535	0.0000	0.0000	0.0000
'다'업체	0.0000	0.0000	0.2417	0.2417	0.2417	0.2417	0.2417	0.2417	0.0000	0.0000	0.0000

산출된 결과를 보면 한편 S1(0.512), S2(0.487)로 수렴되어 현 시점에서는 S1에서 비중을 두었던 상황들을 중심으로 판단하는 것이 타당한 것으로 보인다. 한편, 각 평가지표별 결과를 살펴보면 제품품질 / 고객만족도(0.187), 납품이행능력(0.185), 품질경영(0.184), 계약이행 충실도(0.176), 경제성(0.141), 효용성(0.127) 순으로 나타나 제품품질 / 고객만족도가 가장 높고 계약이행 충실도와 품질경영평가는 비슷한 수준인 것으로 판단된다. 평가지표가 통합 고려된 각 업체에 대한 선호순서는 "가"업체(0.405), "나"업체(0.354), "다"업체(0.242)순으로 "가"업체는 "납품이행", "효용성", "경제성" 분야에서 "나"업체보다 다소 낮은 수준이었으나 종합적인 관점에서 근소하게 앞서는 결과를 보였으며, "다"업체는 전반적으로 이들 업체보다 실효성이 낮은 업체로 판단된다.

## 5. 결론 및 향후 연구과제

최근 방위사업청은 방위사업의 효율성을 향상시키고, 국방표준업무의 수준을 높여 방위산업분야에 있어 국가 경쟁력 강화의 근간을 확립하고자 "국방표준종합정보시스템"을 구축하였다. 국방조달에 선진화된 제도와 과학적인 시스템을 도입하여 개혁을 선도하고자 하는 이러한 노력은 결론적으로 군납에 대한 국민적 신뢰와 함께 투명하고 공정한 업체선정을 하기 위해서이다. 본 연구에서는 이러한 차원에서 네트워크 분석기법을 이용하여 적정 군납 업체 선정과정을 제시하였다. 선행기술조사와 문헌연구를 통해 군납 업체 선정 시 고려되어야 할 요소, 평가항목을 도출하고 이를 토대로 ANP기법을 적용하여 의

사결정 모델을 수립한 다음 9점 척도에 의한 기준별 심사와 평가, 상대적 비교를 통한 대안평가를 진행하였다. 무엇보다 전투원의 생존성이 중요한 요소로 대두되는 현대전 양상을 고려하여, 한국군 임무에 적합한 최적 방탄복 선정이라는 목적아래 사례연구를 진행하여 제시된 전략적 업체선정 모델의 적용방안을 구체화하고 실무적 적용가능성을 검증하였다. 사례연구간 실제 시제품을 활용한 시험평가를 진행하였으며, 기존의 국방기술 품질원의 품질수준 평가체계(QPI), 방산업체 연구개발 능력 평가모델, 방위사업청의 방위산업물자 및 방위산업체 지정 규정을 총 망라한 기타 평가기준을 선별한 뒤 세부적으로 평가함으로써, 업체선정과정에서 누락된 평가요소가 없도록 노력하였다. 그 결과 다 기준하에서 각각의 장점과 특색을 가진 다수의 업체에 대한 다면적이고 면밀한 평가가 가능하였다. 이러한 과학적 방법을 적용한 업체선정 과정은 정성적이고 정량적인 결과값 모두를 신뢰성 있는 데이터로 전환하여 의사결정자에게 공정하고 합리적인 대안을 우선순위로 제시해 준다는 점에서 의의가 있다. 한편 본 연구에서는 국내의 기업을 대상으로 분석을 실시하였는데, 향후 국외의 업체에 대한 기업데이터 등의 수집을 통해 모델을 확장하고 보다 심층적인 자료를 반영할 세분화된 평가기준을 마련하여 적용한다면 좀 더 효과적인 분석모형이 될 것이라 기대한다.

후 기 : 본 연구는 2013년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음

## 참고문헌

### ○ 저서

- [1] 교우사, 『AHP에 의한 의사결정』, 2009.
- [2] T.L.Satty, 『The Analytic Hierarchy Process』, McGrawHill, New York, 1980.

### ○ 논문

- [3] 이낙형 외 1명, "AHP를 활용한 국방 품질보증 위험도 평가 개선 방안", 한국국방경영분석학회지 제33권 제1호 pp.31-42, 2007.
- [4] 김신중, "공급업체 선정을 위한 계층분석과정과 선형계획모형의 통합모형" 한국컴퓨터정보학회논문지 제13권 제7호 통권 제57호 (2008년 12월) pp.239-246, 2008.
- [5] 한홍규, 최석철, "국방조달에서의 부정당업자 판별분석 모형 개발", 군사과학기술학회 제14권 제3호, PP467~473, 2011.
- [6] 박명주 외 2명, "AHP를 활용한 국방 품질보증 위험도 평가 개선 방안", 대한지역사회영양학회지 제13권 제4호 (2008년 8월) pp.531-539, 2008.
- [7] 허 경, "적격심사낙찰제 계약에서 회계정보의 유용성에 관한 연구", 한국국방경영분석학회지 제37권 제1호 pp.49-70, 2011.
- [8] T.L.Satty, "How to Make a Decision : the Analytic Decision Process", Interfaces, Vol.24, No6, 1994, pp.19-43.
- [9] HC Sun and P Tian, "The analytic network process (ANP) & scientific decision-making. Theory & Method of Decision-making Science", China Ocean Press, Beijing, 2001.
- [10] Thomas L. Saaty, "The Analytic Network Process", RWS, 2006.
- [11] 최명서, "퍼지와 ANP를 활용한 군 시설 이전 적지 선정요인 평가", 2008.
- [12] 이지훈, "ANP를 이용한 폐 휴대폰 역물류 시스템의 최적대안 선정", 2007.
- [13] 장운재, "ANP법을 이용한 수색 구조선의 할당순위 평가", 2007.
- [14] 장운재, 금중수, "ANP법을 이용한 수색·구조선의 할당순위 평가", 해양환경안전학회 제13권 제2호. PP.155-160, 2007.
- [15] 조재희, 백의영, "인천/나리타 공항의 여객기 출·도착 데이터를 이용한 항공노선 분석 연구", Journal of Information Technology Applications & Management 제20권 제1호, 2013.

- [16] 조재희, 하병국, "고객군의 지리적 패턴 발견을 위한 데이터마트 구현과 시각적 분석에 관한 연구", 한국IT서비스학회지 제9권 제1호, 2010.
- [17] 조재희, "이동객체의 데이터 시각화를 통한 이동패턴 분석에 관한 연구", 한국IT서비스학회지 제6권 제1호, 2007.
- [18] Nazemetz, John W. / Mize, Joe H, "Introduction to Industrial and Systems Engineering", 1992.
- [19] 황은성, "시뮬레이션과 ANP를 이용한 군 물류시스템 평가방안", 한국경영공학회지 제16권 제1호, 2011.
- [20] 김건위, 최호진, "DEA기법 적용상의 유의점에 관한 연구(지방행정분야를 중심으로)", 지방행정연구 제19권, 2005.

○ 관련규정

- [21] 국방기술품질원, "업체 품질수준 평가체계 연구보고서", 2011.
- [22] 국방기술품질원, "방산업체 연구개발능력 평가모델 연구", 2011.
- [23] 산업통산자원부, 방위사업청, "방위산업물자 및 방위산업체 지정규정", 2013.
- [24] 화랑대 연구소, "특수목적 방탄복 획득방향 / 민간 기술수준", 2012.
- [25] National Institute of Justice(NIJ), "NIJ STANDARD\_0101.06 FOR BALLISTIC RESISTANCE OF BODY ARMOR", 2008.
- [26] 방위사업청, "업체생산(정비)능력 확인기준서", 2014.

○ 인터넷 자료

- [27] <http://www.daumsoft.com>, <http://pub.some.co.kr>.
- [28] <http://www.tableausoftware.com/>.
- [29] 국방조달시스템, <http://www.d2b.go.kr/>
- [30] 조달청, <http://www.pps.go.kr/>
- [31] 나라장터, <http://www.g2b.go.kr/>