

지속가능경영을 위한 ISO 요구사항 기반 정량적 협력업체 평가모델 구축 _반도체 공정에 한하여

유 제 영*·이 익 모*·황 용 우*·김 영 운*

*인하대학교 환경안전융합전공

Based on ISO Requirements for Sustainability Management Establishment of Evaluation Model for Supplier _ Only for Semiconductor Processes

Je-Young Yu*·Ik-Mo Lee*·Yong-Woo Hwang*·Young-Woon Kim*

*Program in ET & ST Convergence, Inha University·Department of Chemistry, Inha University ·
Environmental Engineering, Inha University·Program in ET & ST Convergence, Inha University

Abstract

The government announced that it would ask the contractors not only the supplier but also the contractors to take the same responsibilities if they did not observe industrial accident safety measures from 2019. The semiconductor manufacturing process belongs to the representative disaster industry group in which the facility is directly located inside a closed space called clean room. According to previous studies, the semiconductor industry group used checklists for safety management of their suppliers. This study has developed a model for assessing suppliers by constructing a quantitative checklist item through the risk assessment methodology, laws and regulations. The evaluation model of the supplier set up through this study becomes the safety management standard in the semiconductor industry .Furthermore, it is applied to the partner companies in the operation of ISO 14001, 45001, I would like to apply it as a measure of performance management for CSR (Corporate Social Responsibility).

Keywords : Supplier, Sustainability Management, ISO14001/45001/9001, Semiconductor

1. 서 론

최근 들어 국내·외에서 큰 안전사고들이 다수 발생함에 따라 산업안전보건 및 환경과 관련된 규제가 급속도로 성장하고 있다. 이러한 규제의 성장과 더불어 새 정부는 2019년 하반기부터 산업재해 안전조치 미 이행 사실이 드러난 경우, 하청업체 뿐만 아니라 원청에도 책임을 묻겠다는 “중대산업 재해 예방대책”을 의결하였고, 2015년 1월 1일부터 시행된 화학물질관리법 제31조(유해화학물질 취급의 도급신고 등)에서는 ‘유해화학물질 취급을 도급받은 수급인 즉, 협력업체가 법을 위반할 경우 원청에게

도 위반에 대한 동일한 벌칙을 적용하며, 원청은 협력업체를 관리 감독할 의무를 가진다.’라고 명시하고 있다.

이러한 규제의 시작을 통해 원청의 협력업체 안전보건 및 환경관리에 대한 중요성이 증대되었음을 알 수 있다.

국내 환경 및 안전보건에 대한 변화와 더불어 국외의 환경 및 안전보건에 대한 요구들은 ISO 인증규격 및 GRI (Global Reporting Initiative)를 통해 알 수 있다. ISO는 각 각의 인증규격에서 동일하게 협력업체에 대한 관리(6항 운영)와 이에 대한 지속적 개선(10항 개선)을 요구하고 있다. 특히 기존 국제규격이 아닌 단체규격의 일환이었던 OSHAS18001이 국제규격 ISO45001로 승격되며 안전보건에 대한 국제규격이 등장하였고, 국제 규격으로의

†Corresponding Author : Ik-Mo Lee, Department of Chemistry, Inha University, 100, inha-ro, Nam-gu, Incheon,
E-mail: imlee@inha.ac.kr

Received December 24, 2018; Revision March 13, 2019; Accepted June 24, 2019

변화에서 협력업체(공급자)에 대한 관리의 중요성을 드러내고 있다.

GRI (Global Reporting Initiative)에서는 협력업체의 안전보건에 대한 정량적인 평가를 통한 관리를 요구하고 있다. 또한, 기존 선행연구들도 현재의 협력업체의 정성적 방식을 통한 평가, 선정 등의 관리방법에 대해 비판하며 정량적인 관리가 되는 것이 타당하다 말하고 있다.

국내 기업들은 ISO14001 및 OSHAS18001 등의 인증 취득을 통해 환경 및 안전규제에 대한 대응을 하고 있다. 선행연구들에 의하면 이렇게 국제 인증을 취득한 기업들이 가장 취약한 부분이 법규 제·개정 사항에 대한 업데이트 미흡과 운영관리 및 안전기준 미흡을 이야기 하고 있다.

본 연구에서는 국내·외에서 공통적으로 요구되어지는 협력업체의 환경 및 안전보건 측면의 정량적 평가를 통한 관리를 가능하게 하는 모델을 제시하고자 한다. 또한, 환경 및 안전보건에 대한 법규준수 여부를 평가할 수 있는 정량적 평가모델을 제시하여 ISO 인증기업들이 가진 법규제·개정 사항에 대한 업데이트 문제를 개선하고 이를 통해 2019년 “중대 산업 재해 예방대책”에 따른 안전조치 미 이행으로 인한 협력업체의 사고방지 및 원청의 책임방지를 유도할 것이다.

2. 문헌연구

2.1 선행연구 고찰

환경안전보건 경영시스템에 대한 정량적 평가모델에 대한 연구는 다수의 논문에서 진행되었다.

논문의 주제는 정량적 평가모델 구축에 대한 필요성과 실제 정량적 평가모델을 구축하여 각 사업장에 효과성을 파악한 연구로 구분할 수 있다.

박채원 (2007)은 기업이 경영시스템을 평가하는 정성적 방법이 판정의 용이성은 있으나 시스템의 운영상태를 객관적으로 나타내기 어렵다는 점을 지적하며 이를 해결하기 위한 정량적 평가관리 모형의 필요성을 제시하였다.

이운원(2002)은 국내·외 안전보건경영시스템 분석을 통하여 기존 정성적 평가방법에 대한 문제점을 제시하였고, 국내 사업장에 적합한 객관적인 안전보건경영시스템 평가요소들을 찾아내어 국내 모든 사업장에서 안전보건경영시스템의 도입이 용이하고 효율적으로 사용할 수 있는 정량적 평가모델을 구축하였다.

임재창(2015년)은 최근 급변하는 기업의 경영환경에서 지속적인 발전과 적절한 위험관리 능력을 갖추기 위한 방법으로 선진국의 안전보건 및 환경 수준평가 현황을 분

석하여 정량적 평가를 위한 기존의 환경 및 안전보건 수준 평가 항목을 개선하여 국내 기업들이 평가된 결과를 토대로 기업들이 실천해야 할 개선방향을 수립하는데 활용되도록 하였다.

위 선행연구들을 통해 환경안전보건 경영시스템에 대한 정량적 평가 모델의 필요성이 파악되었으며, 실제 사업장에서 적용할 수 있는 모델들이 연구되어 왔음을 알 수 있다. 하지만, 기존 정량적 평가모델들은 특정 사업장이 아닌 국내 전 사업장에서 통용될 수 있는 평가모델로서 평가 항목에 대한 평가 기준을 객관적으로 구체화 시킬 수 없다는 한계를 갖고 있었다.

본 연구에서는 반도체 공정이라는 평가주체를 한정하여 평가 항목별 객관적인 평가 기준을 제시하였다.

또한, 기존 연구된 평가모델들은 환경분야와 안전보건 분야를 구분하지 않고 평가하였으나, 본 연구에서는 사회적 책임투자의 관점에서 분야별 가중치를 부여하여 평가 진행 함으로서 협력업체 평가를 더욱 효과적으로 할 수 있도록 하였다.

정량적 협력업체 평가에 대한 필요성 및 평가모델에 대한 연구 또한 다수의 논문에서 진행되었다.

특히, 편세정(2016)은 국내·외 글로벌 반도체 기업들이 경쟁력 강화를 위해 진행한 협력업체 유지관리 시스템을 분석하였고, 국내 기업들이 경쟁력을 갖추기 위해 정량적인 협력업체 평가시스템의 구축하여야 할 필요성을 제시하고 실제 평가모델을 구축하였다.

그러나 기존 정량적 협력업체 평가에 대한 연구는 납기, 가격, 기술, 품질에 대한 평가항목으로 진행되었으며 환경 및 안전보건 분야는 항목에서 배제되었다.

본 연구에서는 서론에서 언급한 바와 같이 최근 국내·외에서 공통적으로 요구되어지는 협력업체의 환경 및 안전보건 분야를 정량적으로 평가할 수 있는 모델을 제시하고자 한다.

2.2 새 정부의 중대 산업재해 예방대책

정부는 2017년 8월 17일 국정현안점검조정회의에서 중대 산업재해 예방대책을 의결했다. 이러한 대책이 추진된 배경은 기존 여러 차례의 「산재예방대책」을 추진하였음에도 여전히 대형사고가 반복되고 구조적·근본적인 문제가 개선되지 않아 2016년 산업재해로 인한 사고사망자수가 전년보다 증가했으며, 이는 OECD 국가 중 멕시코를 제외하고 가장 높은 수치이다. 특히, 유해·위험한 작업이 대기업(원청)에서 중소기업(하청)으로 외주화되는 과정 즉, 위험의 외주화로 인해 발생한 안전관리 사각지대로 인한 하청근로자의 사망자비율(%)이 14년 39.9 → 15년

42.3 → 16년 42.5로 점차 늘고 있다는 점이다.[13] 이에 새 정부는 중대 산업재해 예방대책을 의결하였으며, 세부 추진과제 및 세부내용 중 협력업체(근로자)에 해당하는 사항을 <Table 1>에 정리하였다.

<Table 1> Major industrial accident prevention measures and details

Implementation plans	The details
1. Strengthen safety management responsibility	1) Prevent risk outsourcing → Regardless of in-house and outsourced contracts, Eligible subcontractors with safety management capabilities Mandate to select 2) Expanding the responsibility of the safety management of the contractor → Expansion of safety management responsibility place in all places of business place → Strengthen the responsibility of c and punish the same as in case of violation
2. Protect everyone at risk	1) Expansion of industrial accident protection target 2) Mental health protection such as emotional labor
3. Strengthen prevention of recurrence of major disasters	1) Ensuring workers' participation in work suspension 2) Improving the effectiveness of sanctions for responsible persons in the event of death → If the subcontracted worker In case of death, penalty of sanction Review the imposition plan 3) Establishment and operation of a public participation investigation committee
4. Improvement of workplace safety and health management system	1) Strengthening industrial safety and health education innovation and safety and health section 2) Innovation of Chemical Substance Management System 3) Strengthen preventive measures for industrial accidents

2.3 반도체 산업측면

2.3.1 중대 산업재해군

반도체 제조공정의 경우 다양한 인화성, 독성 케미칼과

가스를 사용하며 이로 인한 화재,폭발 위험이 있으며 클린 룸이라는 폐쇄된 공간내부에 시설이 직접되는 구조로 대표적인 중대 산업재해군에 속한다.[7]

2.3.2 반도체 산업의 운영체제

반도체 산업은 제조 특성상 24시간 가동되며, 다수의 협력업체 사업장 및 회사 내 상시로 일하는 협력업체 노동자가 있다.[1] 때문에 대표적인 중대재해 산업 군에 속하는 반도체 산업은 2019년 하반기부터 시행될 중대 산업재해 예방 대책에 따라 앞으로 협력업체에 대한 안전관리의 중요성이 요구되는 산업이다.

2.3.3 4차 산업혁명으로 인한 팹리스 업체의 확대전망

최근 대규모 반도체 제조공정을 갖춘 기업들이 4차 산업혁명 시대에 따른 팹리스 업체의 확대를 전망하고 있다. 특히, 국내 한 글로벌 회사는 2017년 5월 시스템LSI 사업부 소속이었던 파운드리를 사업부로 승격시켰다. 파운드리(팹리스에서 디자인한 반도체를 위탁 생산하는) 업체는 국내 업체가 아닌 대만 업체가 전체 매출의 50%를 차지하고 있는 시장임에도 파운드리라는 새로운 영역에 도전하는 이유로 4차 산업혁명을 구성하는 수많은 애플리케이션 아이디어들은 팹리스 업체로부터 시작되기 때문이다.

문제는 이들 팹리스 업체는 규모가 작기 때문에 수조원이 들어가는 팹을 지을 수 없다는 데 있다. 이 때 팹리스 업체의 아이디어를 칩으로 만들어주기 위해 파운드리 업체가 필요한 것이다. 국내 반도체 시장에서는 “향후 10년 5000개의 팹리스 업체가 생길 것”이라 예측하고 있으며 파운드리 업체가 기본적으로 팹리스 업체의 협력업체가 되는 상황이다.

OEM 수출 거래 방식은 (원청)발주업체의 입장에서 보면 공급업체의 성패여하에 따라 기업 이미지에 중대한 영향을 받게 된다. 만약, 공급업체의 사정으로 부품의 적기공급이 이루어지지 않으면 제품생산계획에 차질이 빚어질 수도 있고 불량품이 있으면 이미 강구해 놓은 브랜드의 이미지에 상당한 손실을 감수해야 하기 때문이다. 따라서 유명브랜드의 대기업일수록 적기 공급업체 발굴을 위한 선정과정은 매우 복잡하고 엄격하다.[18] 이러한 시장구조상 향후 규모가 작은 팹리스 업체는 OEM(파운드리) 업체의 원청의 입장에서 이들을 평가하고 선정해야 할 것이다.

2.3.4 現 반도체 산업의 협력업체 평가방법

반도체 산업의 안전관리 형태에 따른 재해원인을 분석

하기 위해 우리나라 반도체 기업의 협력업체들을 대상으로 안전관리에 대한 평가방법을 조사한 결과 육안 및 체크리스트(90.1%)를 활용한 평가가 대다수를 차지했다.[1] 또한, 국내·외 대부분의 반도체 글로벌 업체들이 6시그마 수준의 품질을 요구하는 상황에서 경쟁력 강화를 위해 협력업체(공급망)를 관리하고 있음에도 대부분의 안전보건 관련 평가시스템 및 체계가 주관적이며, 구체적이지 않아 정확한 진단/평가가 이루어지지 않고 있다고 지적했고, 정량적인 평가모델의 필요성을 제시하였다.[14]

2.4 ISO 경영시스템 및 지속가능경영 측면

2.4.1 ISO 경영시스템 요구사항

ISO 요구사항들을 살펴보면 ISO9001(품질), ISO14001(환경), ISO45001(안전보건) 모두 공통적으로 외주화된 프로세스(협력업체)의 관리에 대한 각각의 인증취득 목적에 맞게 요구사항을 제시하고 있으며 내용은 다음과 같다. 조직은 요구사항에 따라 프로세스 또는 제품 및 서비스를 공급할 수 있는 능력을 근거로, 외부공급자의 평가, 선정, 성과 모니터링 및 재평가에 대한 기준을 결정하고 적용하여야 한다. 또한 조직은 이들 활동에 대한 평가를 통해 발생한 모든 필요한 조치에 대한 문서화된 정보를 보유하여야 한다. 10항에서는 시스템의 지속적 개선을 요구하고 있으며, 내용은 다음과 같다 조직은 경영시스템의 적절성, 충족성 및 효과성을 지속적으로 개선하여야 한다. 이처럼 ISO요구사항에서 협력업체에 대한 지속적인 평가를 통한 개선의 필요성을 제시하고 있다.[15] 이와 더불어 최근 개정된 ISO45001은 협력업체 및 공급자 등 기업의 배경적 요인 등에 대한 부분이 강조되고 있다.[5]

2.4.2 現 ISO시스템 운영의 문제점

현재 기업들은 안전보건환경 인증시스템을 도입함에 있어 단지 인증을 유지하기 위한 정성적 평가방식으로만 활용되어지고 있는 실정이다.[16]

그 예로 2016년 ISO14001을 인증 받은 한 국내기업이 인증 후 6년간 1급 발암물질을 가장 많이 배출한 것으로 밝혀져 이해관계자의 반발로 공장가동이 일시 중단되었고, 확인결과 이 기업은 법규의 제·개정을 시스템에 반영하지 못하여 법규를 위반한 것으로 파악되었다. 이처럼 환경/안전보건 경영시스템의 문제점은 법규의 제·개정에 대한 업데이트 미흡 외에도 안전관리 기준 미흡과 운영 관리 미흡(협력업체의 관리 미흡 및 프로세스 수행이 효

과적이지 못함) 등으로 조사되었다.[5]

안전보건을 정량적으로 평가함으로써 향후 이해관계자의 이해를 돕고, 사업체간 경쟁을 유도 할 수 있다는 점이 앞으로 ISO경영시스템의 운영을 올바르게 하게 되는 방향일 것이다.

이에 경영시스템 운영방안과 관련된 연구들을 살펴보면 ISO 인증제도에 대해 심사항목의 평가지표를 정량화하여 이해관계자의 이해도 상승 및 사업체간 경쟁 유도 등의 효과를 제시했다.

<Table 2>은 기업들이 안전보건환경경영 시스템을 도입목적을 설문한 조사결과로 현재 문제가 되고 있는 법규의 제·개정을 포함하여 이해관계자 및 고객사의 요구, 지속적 개선 등으로 조사되었다.

<Table 2> Objective of the introduction of safety and health management system[5]

Purpose of introduction	Frequency
Responding to Regulations and Other Requirements Regulations	44
Responses to customer pressure	44
Responses to Stakeholder Needs	19
Systematic management for prevention and continuous improvement of safety and health accidents	38
Prevention of safety and health risks through elimination of safety and health risks	32
Sum	177

2.4.3 GRI(Global Reporting Initiative) 요구사항

최근 기업의 사회적 책임(CSR)은 기업의 생존과 직결이 되는 중요한 요소가 되었다.[6] 즉, 기업의 사회적 책임이 지속가능경영의 핵심요소라 말할 수 있다. 이러한 요구에 따라 기업들은 이를 경영활동에 반영하여 매년 지속가능보고서를 발간하고 있다. 지속가능보고서는 크게 3가지(경제적, 사회적, 환경적) 측면으로 분류된다. 각각의 세부내용을 보면 환경적 건전성에 기업의 친환경경영 항목이 들어가며 사회적 신뢰성에 노동자에 대한 안전보건에 대한 항목이 들어가 있음을 알 수 있다. 특히, 지속가능보고서에 대한 가이드라인을 제정하고 발표하는 GRI 안전보건 부분에서 안전보건 평가항목에 대한 정량적 평가의 강화를 요구하고 있다.

3. 연구방법

3.1 연구방법 개요 및 범위

반도체 제조공정은 다양한 인화성, 독성 케미칼과 가스를 사용하며 클린룸이라는 폐쇄된 공간내부에 시설이 직접되는 구조로 화재로 인한 피해가 큰 대표적인 중대 산업으로 안전보건공단 발표에 따르면, 타 업종에 비해 화학물질로 인한 화재·폭발·파열로 인한 재해가 많은 것으로 나타났다.

이러한 이유로 본 연구에서는 주영훈(2010년)이 보험업계에서 사용하는 화재위험도 평가모델에 반도체 공장의 화재사례와 국·내외 반도체 공장에 대한 방재기준(NFPA318, FM data sheet 7-7) 등을 통해 제시한 화재방호 성능평가모델을 토대로 [Figure 1]의 순으로 정량적 협력업체 평가 모델을 제시할 것이다.



[Figure 1] Research procedure

특히, 본 연구에서는 선행연구들을 통해 도출된 ISO 인증취득 기업에서 나타나는 법규의 제·개정 및 운영관리 미흡(협력업체 평가프로세스 및 절차)의 문제점을 해결할 수 있도록 반도체 공정에 해당되는 안전보건 및 환경 법규에 대한 평가항목을 추가시킨 후, 각 분야별 가중치를 부여하여 협력업체를 최종 평가할 수 있는 모델을 제시하고자 한다.

1단계. 선행연구는 앞서 말한 주영훈(2010년) 화재방호 성능평가모델로 연구로 인해 도출된 모델(R)은 [Figure 2]와 같으며 수식은 다음과 같다.

$$R = (M+C+O+P+B) \times (K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n) \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

M : Management (관리체계분야 점수)
 C : Construction (건축물분야 점수)
 O : Occupancy (공정 및 지원시설분야 점수)
 P : Protection (소방시설분야 점수)
 B : Business Interruption (기업휴지위험분야 점수)
 K : K.O-factor(결대인자)
 $K = K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n$ ($K_n = 1$ 또는 $0 < K_n < 0.3$)

[Figure 2] Fire protection performance evaluation model (R) [7]

$$R = (M+C+O+P+B) \times (K_1 \times \dots \times K_n) \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

$$M = \sum (M_n) \times (W/S) = (M_1 + \dots + M_5) \times (15/50)$$

$$O = \sum (O_n) \times (W/S) = (O_1 + \dots + O_{20}) \times (30/200)$$

$$C = \sum (C_n) \times (W/S) = (C_1 + \dots + C_5) \times (20/50)$$

$$P = \sum (P_n) \times (W/S) = (P_1 + \dots + P_5) \times (20/50)$$

$$B = \sum (B_n) \times (W/S) = (B_1 + \dots + B_5) \times (15/50)$$

(W =대분류 항목별 가중치 / S =대분류 항목별 총점 / K =0.3 또는 1)

화재방호성능 평가항목은 새 정부에 의해 2019년 하반기 시작되는 중대 산업재해 예방대책에서 말하는 산업안전보건법의 이행여부와는 직접적인 연관은 없지만, 앞서 말한대로 반도체 공정은 타 업종에 비해 화재사고가 많은 만큼 반도체 공정을 갖춘 협력업체에 화재방호 측면의 평가가 필수적이다.

때문에 화재방호 평가항목에 안전보건 및 환경 법규 준수항목을 추가하여 최종 평가모델을 구축하였다.

2단계. 환경 및 안전보건 법규준수 항목 추가
 법규준수 항목의 경우, 일반규정을 제외한 강행규정에 해당되는 법규와 안전보건 및 환경 법규를 평가하는 평가자에 의해 평가점수가 변화 가능한 즉, 주관적인 판단이 들어가는 법규들은 제외하고 ‘그렇다/아니다’ 이분법으로 판단 가능한 법규들로 평가항목을 구성할 것이다.

기존 기업들이 협력업체를 선정하고 평가할 시 안전보건 및 환경에 대해서는 정성적인 평가로 주로 ISO 인증취득 여부와 같이 안전보건 및 환경에 대한 관리가 시스템적으로 운영되고 있는지에 대해서만 평가가 이루어졌다.

때문에 앞서 말한 ISO인증 취득기업에서 나타난 법규의 제·개정에 대한 업데이트 미흡이라는 부적합 사항을 평가 및 개선할 수 있는 정량적 평가모델을 구축하고자 한다.

3단계. 환경분야와 안전보건분야 항목에 대한 가중치 부여

안전보건 및 환경에 대한 정량적 평가모델은 기존에도 다수의 연구들을 통해 제시되어왔다. 하지만 환경분야와 안전분야를 구분하여 평가하지 않았으며, EHS를 통합하여 하나의 항목으로 평가모델을 구축하였다. 본 연구에서는 환경분야와 안전보건분야의 가중치를 부여할 것이다. 환경과 안전보건에 가중치는 권순원 외 2명(2011)이

사회책임투자(SRI)의 관점에서 ESG의 상대적 비중을 설계하고 이를 투자전략에 적용하기 위해 AHP 분석법(계층화 분석법)을 활용해 각 영역의 상대적 가중치를 분석한 DATA를 토대로 분야별 가중치를 제시하고자 한다.

4단계. 정량적 협력업체 평가모델 제시 및 실용성 평가 이전 단계들을 거쳐 완성된 최종 정량적 협력업체 평가 모델(R*)이 완료되면, 이 평가모델을 실제 반도체 제조공정(Clean room)에 대입하여 평가한 뒤 R*의 평가 점수와 R의 점수를 비교하여 정량적 협력업체 평가모델이 적합한 지에 대한 결론을 도출하고자 한다.

3.2 정량적 협력업체 평가모델(R*) 구축

3.2.1 화재방호성능 평가모델(R) 분석

주영훈(2010년)은 화재방호성능 평가 모델을 제시함에 있어 선행 자료로 반도체 제조 공정별 주요 화재 위험을 분석하였고 내용은 <Table 3>, <Table 4>에 정리하였다.

<Table 3> Major Equipment and Risk Assessment by Semiconductor Process

Division	Risk	Explanation
Wet Bench	high	Flammable chemicals are used in the cleaning process, etc., and heaters are built in according to the type.
SRD	middle	Equipment to clean equipment or containers. There is a danger of fire due to chemical leakage, etc., and it is necessary to install and ventilate in a place separated from other areas.
Photo equipment	high	Exposure machine or stepper. It is a core equipment of semiconductor process. It is expensive equipment. It is highly likely to be damaged in case of fire, which affects production.
Chemical Storage and Distribution	high	It is called a canister and is used to store chemicals in a clean room, and there is a high risk of fire due to leaking of the cabinet piping joint.
Ion Implanter	middle	This equipment generates tens of thousands of kilovolts of voltage and injects impurity ions into the wafer surface. There is a risk of fire or explosion due to high voltage.
Furnace	high	It is a heating furnace for forming atmosphere for impurity diffusion on the wafer surface, and there is a great risk of fire due to overheating by using electric furnace.

<Table 4> Hazards and countermeasures due to chemicals and gases

Division	Fire and explosion type	Measures
Gas leakage	<ul style="list-style-type: none"> - Leakage from inside the gas chamber cabinet - Leaks from piping or piping joints - Leaks from silane-using equipment - leakage from outdoor bulk supply system 	<ul style="list-style-type: none"> - Use double pipe for self-igniting gas - Leak in gas cabinet and supply room. Alarm system installation and automotive stand-alone - Installation of automatic fire extinguishing equipment such as sprinkler - Sealing of leakage area such as piping joint And ventilation installation - Installation of ventilation facilities
Chemical leakage	Flammable chemical leaks from supply facilities and stay inside. Explosion when ignition source occurs.	<ul style="list-style-type: none"> - Install chemical leak detector - Installation of ventilation facilities - Installation of explosion-proof electrical equipment and structures - Automatic fire extinguishing equipment installation

이러한 반도체 공장 내 화재위험성을 토대로 만들어진 화재방호성능 평가모델 (R)은 <Table 5>과 같다.

<Table 5> Fire Protection Performance Evaluation Table[7]

Division	Number of evaluation items	Number of detailed evaluation items	Weight	Number of K.O-factors
Management System (M)	5	7	15	0
Architecture (C)	5	5	20	2
Process and Support Facilities (O)	20	53	30	4
Fire fighting facilities (P)	5	5	20	1
Business interruption (B)	5	5	15	2
Sum	40	75	100	9

평가 분야별 가중치는 보험사의 반도체 공장 위험평가 기준과 과거 사고사례 등을 기준으로 부여되었으며, 기준

사고사례 시 직접적인 원인 또는 사고의 피해범위 확대에 영향을 미친 요소들을 K.O factor로 설정하였다.

(Knock Out)는 어떤 결정적인 한 기준이 미달할 경우 다른 평가항목에 상관없이 전체 평가점수가 불량으로 규정되는 것을 말한다.

3.2.2 산업안전보건법 및 환경법규 준수항목 추가

3.2.2.1 산업안전보건 법규 준수항목

산업안전보건 법규의 경우 안전보건공단에서 발간한 안전보건 실무길라잡이(전자제품제조업)에서 제시한 반도체 공정별 지켜져야 할 산업안전보건기준에 관한 규칙(중복포함 총 26개) 및 위반 시 행정적 제재(과태료)가 주어지는 15가지 법규항목을 토대로 작성될 것이다. 물론, 산업안전보건법이 총 461조로 이루어지기 때문에 평가해야 할 법은 무수히 많다. 하지만, 앞서 언급한데로 본 연구에는 강행법규 중에서도 이분법적인 사고로 평가 가능한 항목들에 대한 법규들을 평가항목에 제시하여 평가자의 주관적인 판단에 의해 협력업체의 평가가 변화되는 것을 방지하여 객관적 평가가 가능토록 할 것이다.

<Table 6>, <Table 7>은 반도체 제조공정에서 지켜야 하는 산업안전보건법의 항목이다.

<Table 6> 15 kinds of Industrial Safety and Health Act (penal fine)

Division	Violation
Report on the occurrence and management of industrial accidents (Article 10 of the Act)	- Do not report industrial accidents or report false Is there a case? - Do you keep documents related to industrial accidents?
Safety and Health Signs Related (Article 12 of the Act)	- Is the safety and health sign installed and attached?
Related to safety and health officials (Acts 13, 14, 15 and 16)	- Do you have overall responsibility for the management of safety and health management? - Safety and Health Manager, and Safety and Health Manager. Are they doing business?
Industrial Safety and Health Committee (Article 19 of the Act)	- Has the Occupational Safety and Health Committee been installed / operated? - If the Industrial Safety and Health Committee Does it faithfully fulfill the requirements?
Safety and Health Management Regulations (Acts 20, 21 and 22)	- Prepare safety and health management regulations and Is it posted or in stock - When preparing or changing safety and health management regulations, After a deliberation by the Industrial Safety and Health Commissioner, Did you get the representative's consent?

Contract work (Article 18, Article 29 of the Act)	- Did you designate the chief of safety and health - whether the worker of the supplier or the supplier has taken the necessary steps to correct the violation - Does the worker of the supplier and the supplier follow the measures of the employer in case of the violation? - Provide facilities to install sanitary facilities to the beneficiary and allow employees of the contractor to use their own sanitary facilities. Have you cooperated?
Safety and Health Education (Article 31 of the Act)	- Did you regularly teach about safety and health - Did you teach about safety and health when hiring and changing work contents? - Do you have special education on safety and health when using workers for harmful or dangerous work
Safety inspection [Machinery/Appliances/Equipment] (Acts 33 and 36)	- Do you have a safety test? - Have you made an indication that you have passed the safety inspection? - Do not use hazardous hazard machines that do not receive safety tests or fail
Material safety information (Article 41 of the Act)	- Is the MSDS posted and equipped? (Per chemical substance x per workshop)
Work environment measurement related (Article 42 of the Act)	- Did you conduct the work environment measurement? - Did you inform the worker of the workplace of the results of the work environment measurement?
Related to medical examination (Article 43 of the Act)	- Has the employer conducted a health checkup for workers? - Is the employee diagnosed? - Did the worker's representative, when asked for a health check, have enlisted the employee representative - have not been used for purposes other than maintenance / maintenance of workers' health
Related to harmful risk prevention plan (Article 5, Article 41-2 of the Act)	- Do you have a hazard prevention plan or a review report? - Did you check whether you are eligible to submit a hazardous hazard prevention plan?
Related to process safety report (Article 49-2 of the Act)	- Has the process safety report been prepared and submitted? - Is the process safety report in the workplace? - Does it follow the contents of the process safety report? - Has the process safety report been approved for inclusion (1 year basis)

<Table 7> Regulations on occupational safety and health standards by semiconductor process (26 kinds)

Detailed process	Process Name	Rules for occupational safety and health standards	
Wafer Processing	Diffusion	- Article 92	
	Photo	(Operation stop at work such as maintenance)	
	Etching	- Article 225 (Measures at the time of work such as manufacturing hazardous materials, etc.)	
	Deposition	- Article 230 (Establishment and management of places with explosion risk)	
	Ion implantation	- Article 231 (place where flammable liquids are handled from time to time)	
	Chemical Mechanical Polishing	- Article 232 (Prevention of Explosion or Fire)	
Die attach	Rear polishing process	- Article 267 (Treatment of Emissions)	
	Wafer cutting process	- Article 278 (Remodeling, etc.)	
	Chip bonding process	- Article 299 (Prevention of leakage of toxic substances)	
	Mold process	- Article 311 (Selection of electrical machinery for explosion hazard)	
	Printing and plating process	- Article 422 (Facilities related to hazardous substances to be managed)	
	Solder ball mount	- Article 429 (Performance of local exhaust system, etc.)	
	X-ray test		- Article 436 (Working Rules)
			- Article 438 (Evacuation at the time of accident, etc.)
			- Article 441 (Inspection before use)
			- Article 449 (Notices such as hazard)
		- Article 450 (Payment of respiratory protection)	
		- Article 451 (Beaches such as protective clothing)	
		- Article 574 (Closure of radioactive materials, etc.)	
	- Article 575 (Designation of Radiation Management Area, etc.)		
	- Article 576 (Radiological Apparatus Room)		
	- Article 579 (Publication, etc.)		
	- Article 580 (Installation of shields, etc.)		
	- Article 582 (Facilities for prevention)		
	- Article 659 (Improvement of work environment)		
	- Article 664 (Working Conditions)		
	- 3 chapters 7 (prevention of health impairment by radiation)		

또한, 기존 ISO인증 취득기업에서 나타난 문제점 중 가장 큰 비중을 차지한 법규 제·개정 미흡과 관련되어 평가할 수 있는 항목을 추가하고, 평가항목에 들어가지 못한 (이분법적인 사고로 평가가 불가능한) 법규항목들에 대한

기존 위반 적발 사항 유무를 확인할 수 있도록 <Table 8> 과 같이 평가항목으로 제시하였다.

<Table 8> Other Legal Compliance List

Division	Violation
Law update	Have you responded to the revised laws and regulations recently (1 year basis)
Caught violation of the law	Is there any violation of laws and regulations left by previous criminal charges (1 year basis)

3.2.2.2 환경 법규 준수항목

산업안전보건법 보다 많은 종류의 법을 평가해야 하는 환경법규를 전부 준수항목에 넣는 것에는 한계가 있다. 때문에 이러한 한계를 고려하여 환경부에서 발표한 법규위 반사례모음집(2011년~2018년) 및 보고자료, 각 시청 및 환경부에서 제시한 기업들의 환경법 준수여부 자체체크리스트를 종합 검토하여 환경법규에 대한 준수항목을 구성하였다. 앞서 언급한대로 본 연구에는 강행법규 중에서도 이분법적인 사고로 평가 가능한 항목들에 대한 법규들을 평가항목에 제시하여 평가자의 주관적인 판단에 의해 협력업체의 평가가 변화하는 것을 방지하여 객관적인 평가가 가능토록 할 것이다.

환경법규의 항목은 크게 대기환경보전법, 수질 및 생태계 보전에 관한 법률, 폐기물관리법, 화학물질관리법, 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률 5가지로 구성되며 관련법령은 <Table 9>, <Table 10>, <Table 11>, <Table 12>, <Table 13>에 정리하였다.

<Table 9> Clean Air Conservation Act

No.	Violation	Related Laws
1	Unauthorized or False Permission to Install Air Emission Facilities	Article 23 Clause 1 of the Act
2	Permission to change air pollution facilities or not to permit false changes	Article 23 Clause 2 of the Act
3	To discharge air pollutants emitted from the discharge facility in order to prevent the pollution control facility from operating or to reduce the pollution level when the discharge facility is operated.	Article 31 Clause 1 of the Act No. 1
4	Emissions of pollutants that do not operate properly in an emission facility or prevention facility without proper reason and exceed the emission limit.	Article 31 Clause 1 of the Act No.5
5	Installation of atmospheric emission facilities Not reported or false	Article 23 Clause 1 of the Act
6	Install air control devices or branch exhaust pipes that can discharge pollutants without going through the preventive facilities.	Act Article 31 Clause 1 of the Act No.2

7	Prohibited acts for attachment of measuring equipment - Make the measuring equipment not operate in a deliberate manner or ensure that normal measurements are not made when the emission facility is operated; - To intentionally damage measurement equipment - Acting on a measuring instrument to omit measurement results or to create measurement results on a false basis	Article 32 Clause 3 of the Act No.1, No.3, No.4
8	A person who has not reported the commencement of operation of the discharge facility, etc.	Article 30 of the Act
9	A person who has notified the installation report of the fugitive emission facility and the chang notification has not complied with the facility management standard.	Article 38-2 Clause 3 of the Act
10	Failure to comply with the measures required to operate and maintain the measuring instrument	Article 32 Clause 5 of the Act
11	Fugitive dust suppression measures not implemented	Article 43 Clause 1 of the Act
12	Those who interfere with the work of environmental engineers or refuse requests of environmental engineers without justifiable reason	Article 40 Clause 4 of the Act
13	If the pollutant is not measured or if the result of the measurement is not recorded as falsified or recorded.	Article 39 Clause 1 of the Act
14	A person who does not preserve or records false records of the operation status of the discharge facilities	Article 31 Clause 2 of the Act
15	Abandon discharge facilities and prevention facilities where pollutants leak out due to corrosion or abrasion	Article 31 Clause 1 of the Act No.3, No.4
16	Neglecting a measuring instrument which has been damaged and has not operated normally, without due cause	Article 32 Clause 3 of the Act No.2

<Table 10> Water Quality Conserveation Act

No.	Violation	Related Laws
1	Unauthorized or False Permission to Install Waste Water Discharge Facility	Article 33 Clause 1 of the Act
2	Permission to change wastewater discharge facility change or not	Article 33 Clause 2 of the Act
3	Waste Water Discharge Facility Installation Not Reported or False	Article 33 Clause 1 of the Act
4	Establishment of facilities that can not discharge water pollutants discharged from the discharge facilities into the preventive facilities but discharge them without introducing them into the preventive facilities	Article 38 Clause 1 of the Act No.1
5	Establishment of a facility to discharge water pollutants entering the prevention facility without going through the final outlet and without discharging or passing through the final outlet	Article 38 Clause 1 of the Act No.2

6	Dispose of the water pollutants discharged from the discharge facility by mixing the unprocessed or uncontaminated water or by mixing water to lower the contamination level before passing through the final outlet	Article 38 Clause 1 of the Act No.3
7	Person who did not take measures for attaching measuring instrument such as automatic water quality measuring instrument	Article 38-3 Clause 1 of the Act No.1
8	Do not intentionally disable the measuring device or make normal measurement impossible	Article 38-3 Clause 1 of the Act No.1
9	Measuring Instrument To prevent measurement results from being operated or to prevent normal measurements from being made.	Article 38-3 Clause 1 of the Act No.3
10	To spill or to dump specific water pollutants, toxic substances, oil, etc. in public water bodies.	Article 15 Clause 1 of the Act No.1
11	- Non-point pollution abatement facility - Implementation orders of nonpoint pollution batement programs or nonpoint pollution	Article 53 Clause 3, 5 of the Act
12	A company operating a business with waste water discharge or more, violating the obligation to install the meter or the integrated flow meter	Article 38-2 Clause 1 of the Act
13	Those who interfere with the work of environmental engineers or refuse requests of environmental engineers without justifiable reason	Article 47 Clause 4 of the Act
14	A person who does not preserve or records false records of the operation status of the discharge facilities	Article 38 Clause 3 of the Act

<Table 11> Wastes Control Act

No.	Violation	Related Laws
1	Dumping workplace waste to a place outside the permit or authorization	Article 8 Clause 1 of the Act
2	Landfill/incineration in non-waste disposal facilities where workplace wastes are licensed or approved or notified	Article 8 Clause 2 of the Act
3	Unauthorized or False Permission to Dispose of Waste	Article 25 Clause 3 of the Act
4	Not Permitting Change of Waste Treatment Business	Article 25 Clause 11 of the Act
5	The act of the waste disposal business operator during the business suspension	Article 27 of the Act
6	Not approving installation of waste treatment facility	Article 29 Clause 2 of the Act
7	Failure to order action on waste treatment	Article 48 of the Act
8	Those who have polluted the surrounding environment in violation of waste disposal standards and methods	Article 13, 13-2 of the Act
9	Identification of Designated Waste Treatment Plan(Confirmation of Change) Discharge, transportation or treatment	Article 17 Clause 3, 4 of the Act
10	Waste Treatment Facility Installation Not Reported	Article 29 Clause 2 of the Act

11	Notification of non-compliant or false declaration	Article 17 Clause 2 of the Act
12	Consignment of waste disposal without confirming the disposal capacity of the business waste disposal trustee	Article 17 Clause 1 of the Act No.3
13	Not reporting change of waste disposal company in the workplace	Article 17 Clause 2 of the Act
14	Report on the disposal of wastes Submitted or filed in due date	Article 38 Clause 1 of the Act
15	Electronic information processing program in the period of taking over take over of waste (business place / income)	Article 18 Clause 3 of the Act, Article 24-3 Clause 2 of the Act

<Table 12> chemistry material Control Act

No.	Violation	Related Laws
1	A person who has caused a chemical accident resulting in death due to a work-related negligence or gross negligence.	Article 57 of the Act
2	The person handling the prohibited substance	Article 18 Clause 1 of the Act
3	Those who have been sold or handled with unauthorized chemical or hazardous chemical sales or false permission	Article 28 of the Act
4	Failure to comply with management standards for accidents	Article 40 of the Act
5	A person who has not filed a risk management plan or has submitted a false statement	Article 41 Clause 1 of the Act
6	Non-compliance with hazardous chemical handling standards	Article 13 of the Act
7	A person who has exhibited or stored more than the amount of hazardous chemicals handled	Article 15 Clause 1 of the Act
8	Those who do not have storage facilities and who display · store harmful chemical substances	Article 15 Clause 2 of the Act
9	Non-compliance with labeling of hazardous chemicals	Article 16 Clause 1, 2 of the Act
10	A person who has not checked the handling facilities and equipment or has not recorded/ provided the result for 5 years	Article 26 Clause 1 of the Act
11	Those who do not report toxic substance imports or report false	Article 20 Clause 2 of the Act
12	Those who do not have permission to change the business of hazardous chemical substances	Article 28 Clause 5 of the Act
13	Manufacture of Prohibited Substances Imports Those who have not received a marketing authorization or have been falsely licensed	Article 18 Clause 1 of the Act
14	A person who has received permission to handle a prohibited substance and has not received permission to change or has obtained permission to change it to false and has imported prohibited substances	Article 18 Clause 2 of the Act

<Table 13> chemistry material registration and assessment Control Act

No.	Violation	Related Laws
1	Sales of products that do not conform to the safety standards of harmful products and labeling standards, import, display, storage and storage for the purpose of donation	Article 36 Clause 1 of the Act
2	Submission of false data or submission of chemical substances contained in products while producing or importing harmful products for which safety/labeling standards have not been announced	Article 36 Clause 2 of the Act
3	Failure to comply with safety/labeling standards, prohibition of collection, prohibition of sale and disposal of harmful products for which safety/labeling standards are not disclosed	Article 37 Clause 1 of the Act
4	Failure to order emergency measures to prevent proliferation of serious harm caused by chemicals contained in harmful products	Article 37 Clause 2 of the Act
5	When a new chemical substance or a registered chemical substance of more than 1 tonne/year is manufactured and imported, it is registered, manufactured, and imported in a false state without being registered in advance before manufacturing or importing	Article 10 Clause 1 of the Act
6	Failure to register chemical change registration or false registration	Article 12 Clause 1 of the Act
7	Report the product containing no harmful chemical substance as false or false and produce and import the product containing harmful chemical substance	Article 32 Clause 1 of the Act
8	Foreign manufacture, registration of self-selected chemicals by producers, and false declaration of products containing hazardous chemicals.	Article 32 Clause 1 of the Act No.2, No.3
9	New chemical substances, or manufacturing, import ,sales of more than 1ton/year of existing chemical substances, Not doing or reporting false	Article 8, 38 of the Act
10	Violation of order to submit data on hazard assessment or risk assessment	Article 18 Clause 2 of the Act, Article 24 Clause 2 of the Act
11	If the person transferring the chemical, hazardous chemical-containing product does not provide the information of the chemical to the person who pays it, or if the person gives false information	Article 29 Clause 1 of the Act, Article 35 Clause 1 of the Act
12	Notification of Chemical Change Notification or False Change Notification	Article 12 Clause 2 of the Act
13	A person who has not informed or has been notified of chemical information changes	Article 29 Clause 3 of the Act
14	Unreported or unreported, False submission Refusing/interfering with or avoiding public officials' access inspection	Article 43 Clause 1 of the Act
15	Violation of document preservation duty	Article 44 of the Act

3.2.3 환경 및 안전보건 분야 가중치 설정

권순원 외 2명(2011)은 지속가능경영은 단순한 이타주의적 기업활동이 아닌 위험관리 경영의 일환으로 인식되게 되었으며 투자자 입장에서 기업에 대한 투자수익의 안정적 달성을 위해 반드시 고려해야 하는 요소가 되어 기업의 CSR(사회적 책임)을 적극 유도할 수 있는 투자방법의 등장을 말했다.[8]

사회책임투자(SRI)에서는 기존 고려되던 기업의 재무성과 뿐만 아니라 ESG 즉, 환경(Environment), 사회(Society) 및 지배구조(Governance)의 차원에서 위험과 기회를 분석한 투자전략이 요구된다.

이에 기업의 지속가능성 요소(ESG)를 평가하기 위해 총 26인의 전문가(학계, 연기금 자산운용전문가 등)들을 통해 AHP 분석기법을 이용하여 사회책임투자(SRI)의 상대적 중요도를 평가했다. 평가결과 부분별 가중치는 환경(0.201), 사회(0.345), 지배구조(0.454)로 나타났다.[8]

<Table 14> Selection of evaluation index items for Socially Responsible Investment

Main Category	Middle Category	Small Category	Final weight	
Environmental	1. Strategy	1.1 CEO's Will	0.056	
		1.2 Strategy and Policy	0.021	
	2. Organization	2.1 organization culture	0.012	
		2.2 organization system	0.017	
	3. Management	3.1 Goals and Planning	0.015	
		3.2 Supply Chain Management	0.004	
		3.3 Clean Production System	0.009	
		3.4 Risk management	0.013	
		3.5 Accounting, performance management and auditing	0.007	
	4. Performance	4.1 Resource	0.007	
		4.2 Weather change	0.006	
		4.3 Pollution and Regulatory Response	0.009	
		4.4 Eco-friendly products and services	0.006	
	5. Stakeholder Response	5.1 Environmental report	0.011	
		5.2 Stakeholder Response Activities	0.008	
	Social	1. Employee	1.1 Employment and working conditions	0.019
		2. Partners and Competitors	1. Promoting social responsibility	0.009
3. Consumer			1. Communication	0.022
4. Community		4.1 Participation and Social Contribution	0.026	
		4.2 Communication	0.029	

단, 이 가중치는 환경과 사회(안전보건 항목포함) 및 지배구조를 1로 환산하였을 때 나타난 가중치이다. 따라서, <Table 14>와 같이 환경과 안전보건 간의 가중치를 계산하기 위해 사회(S) 단계(2단계, 3단계)의 항목들 중 ISO45001 요구사항과 부합하는 항목들로 추출한 후, 환경과 안전보건 항목만의 가중치를 제시하였다. 추출된 항목은 직장 내 안전 및 보건, 사회적 책임추진, 소비자와의 소통, 지역사회의 참여 및 사회공헌, 지역사회와의 소통이다.

- ① 사회(S) 항목 수정 후, 환경 및 사회(안전보건) 가중치
→ 환경 (0.201) : 사회 (0.085)
- ② 지배구조 항목을 제외 후, 수정 된 환경 및 사회(안전보건) 가중치
→ 환경 (0.703) : 사회(0.307)
- ③ 사회 즉, 안전보건의 가중치를 1로 환산하였을 때, 환경 가중치
→ 환경 (2.336) : 사회(1.000)

따라서, 정량적 협력업체 평가모델(R*) 구축 후, 환경분야 점수에 가중치(2.3배)를 부여하여 평가집계 시, 환경분야와 안전보건 분야 합산점수에 반영될 것이다.

환경 및 안전보건에 각각의 가중치를 두어 평가를 진행하는 이유는 지속가능경영을 위해 기업 본연의 역할 즉, 값싸고 질 좋은 제품과 서비스를 제공한다는 본연의 역할을 포기하는 것이 아닌 기업의 기본적인 노력을 다하면서 경제적인 요소와 환경적인 요소 및 사회적인 요소(안전보건)를 균형있게 고려하기 위함이다.

세계적 회계감사, 컨설팅 회사인 Deloitte가 발간한 보고서에서 경영진의 약 34%만이 재무적인 요소 외에도 비재무적인 요소를 신경 쓰고 있다고 파악되었으며, 이는 아직까지도 비재무성과에 대한 책임과 조화를 고려한 지속가능성에 대한 도입이 보편화되고 있지 못하다는 점을 알 수 있다. 칼럼니스트 유종기(2009)는 이러한 문제점을 해결하기 위한 '지속가능경영 도입의 9가지 주의사항'을 제시하였다.[17]

특히, 본 연구에서 환경과 안전보건에 대한 가중치를 부여함으로써 9가지의 주의사항 중 (3), (5)항목을 이행하는데 사용될 수 있을 것이라 기대되며, 각 항목의 세부내용을 살펴보면 다음과 같다.

- (3) 우선순위를 정하여 추진한다.

지속가능경영은 자체로서도 많은 이슈와 관련한 이해관계자를 가지고 있으며, 제한된 시간과 자원 하에서 현실적으로 실천 가능한 또는 중요성 기준 등을 통해 우선 추진해야 하는 과제, 중장기적으로 차후에 진행해도 되는 과제 등으로 구분하여 선택과 집중을 해야 한다.

(5) 라이프사이클 분석/평가가 수행되어야 한다.

라이프사이클 분석/평가가 수행되어야 한다. 지속가능성 지수 등과 같은 지표를 수립하여 전체 지속가능경영 관련 활동과 체계에 대한 평가가 매년 이루어지고, 이를 통해 개선 포인트를 잡아나가기에 한다.

최근 기업들은 지속가능경영 활동의 일환으로 상생경영활동을 진행하며 협력사에 환경 및 안전보건 전문 인력을 투입하여 지도 및 조언을 통한 개선활동을 시행하고 있다. 이러한 활동 시 분야별 가중치를 통해 도출된 협력업체의 환경 및 안전보건 분야의 점수를 토대로 개선활동이 진행된다면 이해관계자들이 요구하는 수준에 맞는 즉, 균형을 갖춘 지속가능 경영활동이 가능할 것이다.

4. 연구결론

4.1 정량적 협력업체 평가모델(R*)

3.2.3항에서 제시한 산업안전보건법 및 환경법규 항목을 추가한 결과 중분류 12개 및 세부평가항목 116개가 도출되었다. 세부 평가항목들은 법규의 내용을 준수하였는지 확인할 수 있도록 법규내용을 평가항목으로 구성하였으며, 평가기준을 ‘그렇다/아니다’로 평가되도록 구성하였다. 이들 항목을 법규 준수내용을 토대로 분류한 결과 대분류 중 관리체계(M) 및 공정 및 지원시설(O) 항목에 평가항목이 추가되었으며 최종 평가모델은 <Table 15>와 같다.

<Table 15> Quantitative Supplier Evaluation Model (R*)

Division	Number of evaluation items	Number of detailed evaluation items	Weight	Number of K.O-factors
Management System (M)	11	97	15	90
Architecture (C)	5	5	20	2
Process and Support Facilities (O)	26	79	30	31
Fire fighting facilities (P)	5	5	20	1
Business interruption (B)	5	5	15	2
Sum	52	191	100	126

또한, 3.2.4항에서 사회적책임투자(SRI)의 상대적 중요

도를 통해 제시한 환경 및 안전보건 분야 가중치를 대입하였다. 그 결과 환경분야에 해당하는 총 6개의 중분류(M9, M10, M11, O24, O25, O26) 항목에 가중치 2.3배가 부여되었다. 최종 평가모델 수식은 다음과 같다.

$$R^* = (M+C+O+P+B) \times (K_1 \times \dots \times K_{129}) \dots \dots \dots \text{식}(2)$$

$$M = \sum (Mn) \times (W/S)$$

$$= [M1 + \dots + M8 + 2.3(M9+M10+M11)] \times (15/149)$$

$$O = \sum (On) \times (W/S)$$

$$= [O1 + \dots + O23 + 2.3(O24+O25+O26)] \times (30/299)$$

$$C = \sum (Cn) \times (W/S)$$

$$= (C1 + \dots + C5) \times (20/50)$$

$$P = \sum (Pn) \times (W/S)$$

$$= (P1 + \dots + P5) \times (20/50)$$

$$B = \sum (Bn) \times (W/S)$$

$$= (B1 + \dots + B5) \times (15/50)$$

$$(W = \text{대분류 항목별 가중치} /$$

$$S = \text{대분류 항목별 총점} / K = 0.3 \text{ 또는 } 1)$$

앞의 수식을 보면 알 수 있듯이 관리체계(M)와 공정 및 지원시설(O)의 평가항목 중 환경법규에 해당하는 중분류에 2.3배의 가중치를 주어 계산되도록 하였다. 또한, 법규 준수항목을 평가하기 위해 추가된 총 12가지 중분류(M6~M11 및 O21~O26) 하의 세부항목 117에 대한 항목들은 법규준수라는 동일한 목적을 가진 평가항목으로 다수의 미준수 건이 발생하더라도 K.O-factor의 효과는 0.3배 한 번만 주어지도록 설정하였다.

4.2 정량적 협력업체 평가모델(R*)의 실효성 파악

본 연구에서 도출된 R*(협력업체 평가모델)과 선행연구에서 도출된 R(화재방호성능 평가모델)을 실제 반도체 공정(Clean Room)을 갖춘 국내 A, B 두 사업장에 대입하여 평가진행 후, 각 모델별 결과 값을 비교하여 R*의 실효성을 파악하였다.

4.2.1.1 A사업장 업체개요 및 평가결과

- 업체 : A사(인쇄회로기판 제조업)

각 항목(중분류)의 평가점수는 세부항목의 개별 점수의 평균값으로 계산되었다.

평가결과는 <Table 16>과 같으며, 식(2)에 대입하여 계산된 분야별 점수는 다음과 같다.

<Table 16> Evaluation result (A Site)

Division	Turn	Item	Number of items	Rating
M	M1	Fire safety policy and system	2	6.5
	M2	Emergency response plan	2	7
	M3	Inspection and maintenance of fire fighting facilities	1	3
	M4	Production facility maintenance	1	7
	M5	Firearm work permit system	1	7
	M6	Compliance with Industrial Safety and Health Law	43	8.7
	M7	The Industrial Safety and Health Law update	1	10
	M8	Caught violation of the Industrial Safety and Health law	1	10
	M9	Compliance with Environmental Law	43	9.3
	M10	Environmental Law update	1	10
	M11	Caught violation of the Environmental law	1	10
C	C1	Placement of the Wafer Fab	1	7
	C2	Wafer Fab Outer Wall Structure	1	7
	C3	Percentage of combustible material in a cleanroom partition	1	10
	C4	Material of window or transparent panel in clean room	1	10
	C5	Clean Room Fire Compartment	1	10
O	O1	Protecting the scrubber of flammable material	1	10
	O2	Protection of cooling towers	1	7
	O3	RTO protection	1	7
	O4	Protection of main transformer	1	10
	O5	Emergency power supply facility	2	10
	O6	Protection in the passbox area	1	3
	O7	Cleanroom ventilation equipment	1	10
	O8	Protection of electronic / laser beam equipment	1	7
	O9	Wet bench protection	6	7.5

P	O10	Protection of ion implants	3	7	
	O11	Stepper Wafer Track Protection	3	7	
	O12	Wafer Stocker Protection (Stocker)	3	7	
	O13	Protection of exhaust duct	4	7	
	O14	Protection of VMB	7	7	
	O15	Burn box protection	2	7	
	O16	Treatment of lung inflammable chemicals	4	7	
	O17	Protection of vacuum pump	2	7	
	O18	Protection of semiconductor gas storage and handling facilities	4	7.8	
	O19	Bulk gas supply facility	1	10	
	O20	Protection of flammable chemical supply facilities	5	8.2	
	O21	Compliance with Industrial Safety and Health Law	15	7.2	
	O22	The Industrial Safety and Health Law update	1	10	
	O23	Caught violation of the Industrial Safety and Health law	1	10	
	O24	Compliance with Environmental Law	8	10	
	O25	Environmental Law update	1	10	
	O26	Caught violation of the Environmental law	1	10	
	P	P1	Semiconductor Clean Room (Fab) Sprinkler Installation	1	10
		P2	What is the ratio of spindle head to spindle head?	1	7
		P3	What is the ratio of super sensitive fire detectors?	1	7
		P4	Electricity supply facility Korean firefighting facility	1	7
		P5	Sprinkler installation outside the cleanroom	1	7
	B	B1	The presence of a bottle neck	1	10
		B2	Support Facilities [Back-up (N + 1)]	1	7
		B3	Redundant power supply	1	10
		B4	Production process outsourcing	1	10
B5		Establishment of Business Continuity Plan (BCP) plan	1	7	

1) 관리체계(M) 분야

$$M = \sum(Mn) \times (W/S)$$

$$= [6.5+7+3+7+7+8.7+10+2.3(9.3+10+10)] \times (15/149)$$

$$= 116.59 \times (15/149) = 11.7$$

2) 건축물(C) 분야

$$C = \sum(Cn) \times (W/S)$$

$$= (C1 + \dots + C5) \times (20/50)$$

$$= (7+7+10+10+10) \times (20/50) = 17.6$$

3) 공정 및 지원시설(O) 분야

$$O = \sum(O_n) \times (W/S)$$

$$= [O1 + \dots + O23 + 2.3(O24+O25+O26)] \times (30/299)$$

$$= [10+10+10+10+7+7+10+10+3+10 + \dots + 2.3(10+10+10)] \times (30/299)$$

$$= 279.7 \times (30/299) = 28.1$$

4) 소방시설(P) 분야

$$P = \sum(P_n) \times (W/S)$$

$$= (P1 + \dots + P5) \times (20/50)$$

$$= (10+7+7+7+7) \times (20/50) = 15.2$$

5) 기업휴지(B) 분야

$$B = \sum(B_n) \times (W/S)$$

$$= (B1 + \dots + B5) \times (15/50)$$

$$= (10+7+10+10+7) \times (15/50) = 13.2$$

따라서, 식(2)에 의해 계산된 A사의 협력업체 평가모델(R*)의 평가점수는 다음과 같다.

$$R^* = (M+C+O+P+B) \times (K_1 \times \dots \times K_{129})$$

$$= (11.7 + 17.6 + 28.1 + 15.2 + 13.2) \times (1 \times 0.3 \times \dots \times 1)$$

$$= 85.8 \times 0.3 = 25.74$$

최종 합계점수는 85.8점으로 집계되었지만 관리체계(M) 분야와 공정 및 지원시설(O) 분야의 법규준수 항목에서 <Table 17>과 같이 총 18가지의 법규 미준수로 인해 K.O-factor 효과로 최종 25.74점으로 평가되었다.

<Table 17> List of Violations (A Site)

Division	Turn	Detailed evaluation items
Management system (M)	M6-13	Contract work
	M6-24	Related to harmful risk prevention plan
	M6-25	Related to harmful risk prevention plan
	M6-33	Article 278 (Remodeling, etc.)
	M6-34	Article 299 (Prevention of leakage of toxic substances)
	M6-37	Article 441 (Inspection before use)
	M6-41	Article 450 (Payment of respiratory protection)
	M6-42	Article 579 (Publication, etc.)
	M9-29	Article 40
	M9-30	Article 41 Clauses 1 of the Act
	M9-31	Article 13
	M9-32	Article 41 Clauses 1,2 of the Act
Process and Support Facilities (O)	O21-9	Article 429 (Performance of local exhaust system, etc.)
	O21-10	Article 451 (Beaches such as protective clothing)
	O21-11	Article 574 (Closure of radioactive materials, etc.)
	O21-12	Article 576 (Radiological Apparatus Room)
	O21-13	Article 580 (Installation of shields, etc.)
	O21-14	Article 582 (Facilities for prevention)

위와 같은 방식으로 화재방호성능 평가모델(R)에 대한 평가결과를 식(1)에 대입하여 계산한 후 두 모델 간 최종 평가점수를 비교해 보았다.

- 1) 관리체계(O) 분야 = 9.15
- 2) 건축물(C) 분야 = 17.6
- 3) 공정 및 지원시설(O) 분야 = 23.03
- 4) 소방시설(P) 분야 = 15.2
- 5) 기업휴지(B) 분야 = 13.2

A사업장의 경우 화재방호성능 평가모델(R) 항목 중 K.O-factor가 적용되는 불량 건이 없었기 때문에 최종 평가점수(R)는 78.18점으로 집계되었다.

그 결과 화재방호성능만을 고려한 평가모델(R) 점수 78.18점에 대비하여 법규 준수항목이 추가된 협력업체 평가모델(R*)로 평가 시 25.74점으로 R(화재방호 점수)의 약 67%의 감소율을 보여 두 모델 간 차이가 나타남을 확인할 수 있었다.

4.2.1.2 B사업장 업체개요 및 평가결과

- 업체 : B사(디스플레이 제조업)

각 항목(중분류)의 평가점수는 세부항목의 개별 점수의 평균값으로 계산되었다. 평가결과는 <Table 18>과 같다.

<Table 18> Evaluation result (B Site)

Division	Turn	Item	Number of items	Rating
M	M1	Fire safety policy and system	2	8.5
	M2	Emergency response plan	2	10
	M3	Inspection and maintenance of fire fighting facilities	1	10
	M4	Production facility maintenance	1	10
	M5	Firearm work permit system	1	10
	M6	Compliance with Industrial Safety and Health Law	43	9.3
	M7	The Industrial Safety and Health Law update	1	10
	M8	Caught violation of the Industrial Safety and Health law	1	3
	M9	Compliance with Environmental Law	43	10
	M10	Environmental Law update	1	10
	M11	Caught violation of the Environmental law	1	10
C	C1	Placement of the Wafer Fab	1	10
	C2	Wafer Fab Outer Wall Structure	1	10
	C3	Percentage of combustible material in a cleanroom partition	1	10
	C4	Material of window or transparent panel in clean room	1	10
	C5	Clean Room Fire Compartment	1	10
O	O1	Protecting the scrubber of flammable material	1	10
	O2	Protection of cooling towers	1	10
	O3	RTO protection	1	10
	O4	Protection of main transformer	1	10
	O5	Emergency power supply facility	2	10
	O6	Protection in the passbox area	1	10
	O7	Cleanroom ventilation equipment	1	10
	O8	Protection of electronic / laser beam equipment	1	10

O9	O9	Wet bench protection	6	10	
	O10	Protection of ion implants	3	10	
	O11	Stepper Wafer Track Protection	3	10	
	O12	Wafer Stocker Protection (Stocker)	3	10	
	O13	Protection of exhaust duct	4	10	
	O14	Protection of VMB	7	10	
	O15	Burn box protection	2	10	
	O16	Treatment of lung inflammable chemicals	4	10	
	O17	Protection of vacuum pump	2	10	
	O18	Protection of semiconductor gas storage and handling facilities	4	10	
	O19	Bulk gas supply facility	1	10	
	O20	Protection of flammable chemical supply facilities	5	10	
	O21	Compliance with Industrial Safety and Health Law	15	10	
	O22	The Industrial Safety and Health Law update	1	10	
	O23	Caught violation of the Industrial Safety and Health law	1	3	
	O24	Compliance with Environmental Law	8	10	
	O25	Environmental Law update	1	10	
	O26	Caught violation of the Environmental law	1	10	
	P	P1	Semiconductor Clean Room (Fab) Sprinkler Installation	1	10
		P2	What is the ratio of spindle head to spindle head?	1	10
		P3	What is the ratio of super sensitive fire detectors?	1	10
		P4	Electricity supply facility Korean firefighting facility	1	10
		P5	Sprinkler installation outside the cleanroom	1	10
	B	B1	The presence of a bottle neck	1	10
		B2	Support Facilities [Back-up (N + 1)]	1	10
		B3	Redundant power supply	1	10
B4		Production process outsourcing	1	10	
B5		Establishment of Business Continuity Plan (BCP) plan	1	10	

위 A사업장과 동일하게 식(2)를 대입하여 계산한 결과는 다음과 같다.

- 1) 관리체계(M) 분야 = 14.1
- 2) 건축물(C) 분야 = 20
- 3) 공정 및 지원시설(O) 분야 = 29.3

- 4) 소방시설(P) 분야=20
- 5) 기업휴지(B) 분야= 15

따라서, 협력업체 평가모델(R*)의 공식에 의해 계산된 A사의 평가점수는 다음과 같다.

$$R^* = 98.4 \times 0.3 = 29.52$$

최종 합계점수는 98.4점으로 집계되었지만 관리체계(M) 분야에서 <Table 19>와 같이 총 4가지 법규 미준수 건과 관리체계(M) 및 공정 및 지원시설(O) 분야에서 1년 내 법규위반 적발사례가 있어 K.O-factor 효과로 최종 29.52점으로 평가되었다.

<Table 19> List of Violations (B Site)

Division	Turn	Detailed evaluation items
Management system (M)	M6-1	Report on the occurrence and management of industrial accidents
	M6-19	Work environment measurement related
	M6-22	Related to medical examination
	M6-37	Article 441 (Inspection before use)

위와 같은 방식으로 화재방호성능 평가모델(R)에 대한 평가결과를 식(1)에 대입하여 계산한 후 두 모델 간 최종 평가점수를 비교해 보았다.

- 1) 관리체계(O) 분야 = 14.55
- 2) 건축물(C) 분야 = 20
- 3) 공정 및 지원시설(O) 분야 = 30
- 4) 소방시설(P) 분야 = 20
- 5) 기업휴지(B) 분야 = 15

B사업장의 경우 또한 A사업장과 동일하게 화재방호성능 평가모델(R) 항목 중 K.O-factor가 적용되는 불량 건이 없었기 때문에 최종 평가점수(R)는 99.55점으로 집계되었다.

화재방호성능만을 고려한 평가모델(R) 점수 99.55점에 대비하여 법규 준수항목이 추가된 협력업체 평가모델(R*)로 평가 시 29.52점으로 R(화재방호 점수)의 약 70%의 감소율을 보여 두 모델 간 차이가 나타남을 확인할 수 있었다.

위 두 사업장(A, B)에 실제로 두 평가모델을 적용한 후 결과를 비교하여 법규준수항목을 추가한 협력업체 평가모델(R*) 실효성을 평가해 보았다. 위 결과를 보기 쉽게 대분류 항목을 100점 기준으로 변환하였고 결과 값은 <Table 20>, <Table 21>에 정리하였다.

<Table 20> Score conversion result (A Site)

Division	Score by Major Category					Total score	
	M	C	O	P	B	Before applying K.O-factor	After applying K.O-factor
R	61	88	76.8	76	66	367.8	367.8
R*	78	88	93.7	76	66	401.7	120.51

<Table 21> Score conversion result (B Site)

Division	Score by Major Category					Total score	
	M	C	O	P	B	Before applying K.O-factor	After applying K.O-factor
R	97	100	100	100	100	497	497
R*	94	100	97.7	100	100	491.7	147.51

본 연구에서 평가를 실시한 A, B 두 사업장 모두 기존 화재방호성능 평가 모델에서 제시한 K.O-factor(절대인자) 항목에서 불량으로 평가된 경우가 발견되지 않았다. 이는 반도체 공정을 갖춘 사업장의 경우 일정 규모의 자본과 기술을 보유한 대기업들이 운영하고 있는바 기본적으로 갖추어야할 화재방호성능을 갖추고 있기 때문이라 사료된다.

반면에, 두 사업장 모두 산업안전보건 법규를 위반하거나 1년 이내 법규위반사실이 적발된 사례를 가지고 있었다. 때문에 R평가 시 반영되지 못한 K.O-factor가 적용되어 최종점수가 기존 대비 약 70%의 감소량을 보였다. 이러한 감소량은 앞으로 원청이 협력업체를 평가하고 선정함에 있어 협력업체가 법규에 대한 준수의 필요성을 느끼고 법규준수를 이행할 수 있도록 유도할 것이다.

본 연구에서 평가를 진행한 두 사업장 모두 환경관련법규를 모두 준수했다는 결론이 나와 비교해 볼 수는 없었으나, 실제 평가점수를 계산하는 수식에서 환경법규 점수에 2.3배의 가중치가 부여되는 만큼 최종 평가점수에 큰 영향을 미칠 것이고 이러한 가중치로 하여금 협력업체들 또한 환경법규 준수에 보다 큰 관심과 준수가행을 유도할 것이다.

본 연구에서 평가를 통해 도출된 분야별 점수를 토대로 원청은 ISO에서 요구하는 협력업체의 지속적인 개선을 우선순위를 설정하여 효율적으로 이행할 수 있다. 두 사업장의 평가결과를 토대로 A사업장의 경우 78점, B사업장의 경우 94점으로 가장 낮은 점수를 차지한 관리체계 분야를 우선으로 개선진행하고, 개선의 여부확인 후 추후 재 실시된 평가점수를 통해서 정량적으로 파악할 수 있다.

5. 결론

최근 국내·외에서 큰 안전사고들이 다수 발생함에 따라 산업안전보건 및 환경과 관련된 규제가 급속도로 성장하고 있다. 특히 최근 강화되는 규제들은 공통적으로 협력업체의 안전사고에 대한 원청의 책임을 강화하고 있다.

이에 본 연구에서는 규제 강화와 더불어 기업의 지속가능경영을 위한 성과관리 및 ISO인증 기업에서 나타나는 문제점과 요구사항들을 만족시킬 수 있는 정량적 협력업체 평가모델(R*)을 구축한 후, <Table 22>와 같이 국내 두 사업장에 화재방호성능(R) 및 R*를 각각 평가 진행하여 두 평가모델 간 차이를 확인해본 결과 약70%의 차이를 보여 R*의 실효성을 확인하였다.

<Table 22> Evaluation result summary table

Division	R	R*	Reduction rate
Score(A site)	78.18	25.74	67%
Score(B site)	99.55	29.52	70%

본 연구를 통해 도출된 R*을 이용하여 협력업체를 선정 및 평가, 관리함으로써 나타날 수 있는 기대 효과를 다음과 같이 정리하였다.

(1) 2019년 “중대 산업재해 예방대책”에 따른 원청의 책임방지 및 안전조치 미 이행으로 인한 협력업체의 사고 방지, 화학물질관리법 제31조

(유해화학물질 취급의 도급신고 등)에 따른 협력업체의 법규 위반에 따른 원청의 책임방지.

본 연구에서 구축한 R*에서는 법규 준수항목을 K.O-factor로 지정하여 평가 하는바, 협력업체로 하여금 법규준수를 유도하였다. 이러한 평가방법으로 협력업체의 법규 미준수로 인한 원청의 책임 규제를 방지할 수 있을 것이다.

(2) ISO시리즈에서 공통적으로 요구하는 8항. 외주업체 관리 및 10항. 지속적 개선 활동 시 사용 가능하다.

본 연구에서 구축한 R*을 토대로 사업장을 평가하여 도출된 총 점수 및 분야별 점수(5개 분야)를 기준으로 협력업체의 부족한 부분을 확인하고 점수 별 우선순위를 기준으로 개선이 가능하며, 이후 재평가를 통해 개선에 대한 효과성을 확인할 수 있다.

(3) ISO 인증기업에서 가장 큰 문제점으로 나타난 법규 재·개정 업데이트 미흡을 개선할 수 있다.

본 연구에서는 협력업체 평가를 위한 세부평가항목에 기존 ISO인증기업에서 가장 큰 문제로 나타난 법규 재·개정 이행여부에 대한 항목을 추가함으로써 협력업체로 하여금 법규 재·개정의 업데이트를 유도하였다.

(4) 4차 산업혁명으로 반도체 설계만을 담당하고 OEM(파운드리 업체) 생산을 맡기게 될 팹리스 업체의 수가 많아질 것으로 예상되는 상황에서 소규모인 팹리스 업체가 OEM(파운드리) 업체를 선정 및 평가, 관리하는 기준으로 사용될 수 있을 것이라 생각한다.

이외에도 정량적인 평가를 위해 제시된 세부 평가항목들이 협력업체로 하여금 자신들의 안전관리 기준으로 적용되어 협력업체의 사고 또한 예방할 수 있기를 바란다.

본 연구에서 제시한 평가모델의 항목 중 B5는 ISO 22301(비즈니스 연속성 경영시스템)에서 요구하고 있는 비상사태 발생 시 대응전략 부분에 대한 평가항목이다. 하지만 이에 대한 평가 기준이 타 평가항목과는 다르게 수치화된 기준으로 제시되지 못하여 평가자의 주관에 개입될 수 있는 한계를 가지고 있다.

향후 연구과제로는 B5(비즈니스 연속성 계획) 평가 항목을 수치화된 기준으로 평가할 수 있도록 평가 기준을 개발하여 더욱 객관적인 정량적 평가모델이 마련되도록 발전시킬 필요성이 있다.

6. References

- [1] Y. G. Yoon(2009), “A Study on the Impact of Accident in the Semiconductor Industry on the Forms of Safety Management of Suppliers.” Journal of the Korean Society of Industrial and Systems Engineering, 32:1-2
- [2] C. W. Park(2006), “A Study on the Quantitative Integrated Management Model in the Field of Quality, Safety and Health.” Graduate of School of Ajou University
- [3] Y. W. Lee(2002), “Design of Quantitative Model of Self-efficacy and Safety Management Evaluation System.” Graduate of School of Ajou University
- [4] S. J. Woo(2012), “A Study on Evaluation Method of Efficient Collaborators Using Certification Authorities.” Graduate of School of Chung-Ang University
- [5] K. S. Cho(2016), “A Study on the Safety and Health Management System Performance for Chemical Manufacturing and Handling Companies.” Graduate of School of Inha University
- [6] H. I. Choi(2018), “A Study on the Improvement Plan of KOSHA 18001 through Comparative Analysis of Safety and Health Management System Certification

- Criteria.” Graduate School of Seoul National University of Science and Technology
- [7] Y. H. Ju(2010), “A Study on Fire Protection Performance Evaluation Model of Semiconductor Factory.” Graduate School of Seoul National University
- [8] S. W. Kwon, H. W. Kwon, K. W. Wee(2011), “A Study on Selective Indicators for Corporate Social Responsibility and SRL.” The Korean Society for Management Education, 26:320-340
- [9] Safety and Health Corporation(2016), “Safety and Health Practice Guideline: Electronic products manufacturing.”
- [10] B. O. Lee(2016), “An Empirical Study on the Characteristics of Sustainability Reporting Companies.” Graduate of School of Kookmin University
- [11] B. S. Kang(2008), “A Study on Evaluation Method of Small and Medium - sized Semiconductor Manufacturing Process Based on Quality Management System.” Graduate School of Sungkyunkwan University
- [12] Y. C. Koo(2017), “An Empirical Study on the Level of Utilization and Performance of International Standard Certification by Export-Import Companies in Korea.” Graduate School of Chung-Ang University
- [13] Government(2017), “2017 Conciliation Meeting Open source.”
- [14] S. J. Pyeon(2017), “A Study on Quality Evaluation of Semiconductor Partners.” Graduate School of Yonsei University
- [15] Industry Standards Council(2015), “KS Q ISO 9001: 2015.”
- [16] J. C. Lim(2015), “A Study on the Development of Quantitative Evaluation Techniques for Safety and Health Environment.” Graduate School of Myongji University
- [17] Y. K. Yoo (2009.07.13.), “Special Column.” iNews 24. <http://www.inews24.com/view/427511>
- [18] C. K. Kim(2007), “A Study on the Development Strategy of ODM Export Firms of Small and Medium OEM Exporters in Korea.” Graduate School of Kangnam University

저자 소개



유 제 영

서경대학교 산업공학 학사 취득.
인하대학교 대학원 환경안전 융합전공 석사 취득.
관심분야 : 지속가능경영, ISO45001, ISO14001, ISO9001 등



이 익 모

현재 인하대학교 화학과 교수로 근무.
The Ohio State Univ. 무기화학 박사.
관심분야 : 무기화학, 연구실 안전, QRA, 장외영향평가 등



황 용 우

인하대학교 환경안전융합 대학원 교수로 근무.
동경대학 도시공학 박사.
관심분야 : 하폐수처리, 환경 전과정평가, 장외영향평가, QRA 등



김 영 운

인하대학교 환경안전융합 대학원 교수로 근무.
인하대학교 환경공학과 공학박사.
관심분야 : 환경성평가, 자원순환, 빗물관리 등